Elaborato	*Livello*	*Tipo*	*Sistema / Edificio / Argomento*	*Rev.* 00
GE RS 00251 ETQ-00088411	D	RT - Relazioni	RS* - Radioprotezione e sicurezza	Data 29/07/2019
***Centrale / Impianto*:**	Impianto: Generale - Radioprotezione e Sicurezza			
***Titolo Elaborato*:**	Monitoraggio della radioattività ambientale nell'area circostante la Centrale di Caorso: risultati e valutazioni anno 2018			
Alla redazione del documento ha collaborato Daniele Lusitani				
Timbri e firme per responsabilità di legge Autorizzato				
ING-RAD Leone L.		DCE-CAO Fumagalli M.	ING-RAD Mancini F.	DCE-CAO Romani S. ING Del Lucchese M.
Incaricato	***Collaborazioni***	***Verifica***	***Approvazione / Benestare***	***Autorizzazione all'uso***

PROPRIETA'

Del Lucchese 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.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 1 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

LA PRIMA PAGINA VIENE PRODOTTA AUTOMATICAMENTE DAL SISTEMA INFORMATICO DI GESTIONE DEGLI ELABORATI

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 2 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Documento ad USO PUBBLICO

- Le informazioni contenute nel presente documento appartengono a Sogin e possono essere liberamente divulgate nel rispetto delle norme vigenti.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 3 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

I N D I C E

1 PREMESSA 5
2 SCOPO 5
3 LIMITI DI SCARICO 5
4 VIE DI ESPOSIZIONE E GRUPPI DI RIFERIMENTO 6
5 LIVELLI DI RIFERIMENTO 9
6 MATRICI CAMPIONATE E DETERMINAZIONI ANALITICHE 12
6.1 ARIA 13
6.2 ACQUA SUPERFICIALE 15
6.3 ACQUA POTABILE/FALDA 16
6.4 TERRENO AGRICOLO 17
6.5 SEDIMENTI FLUVIALI 18
6.6 ALIMENTI 19
6.7 DEPOSIZIONI AL SUOLO (FALL OUT) 21
7 RISULTATI DELLA SORVEGLIANZA AMBIENTALE 22
7.1 ARIA 22
7.2 ACQUA SUPERFICIALE 23
7.3 ACQUA POTABILE/FALDA 24
7.4 TERRENO AGRICOLO 25
7.5 SEDIMENTI FLUVIALI 26
7.6 ALIMENTI 27
7.7 DEPOSIZIONE AL SUOLO (FALL OUT) 28
8 CONSIDERAZIONI FINALI 29
9 RIFERIMENTI 30

ALLEGATO 1: RETE DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE – C. LE DI CAORSO 31

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 4 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 5 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

1 PREMESSA

L'impatto radiologico sull'ambiente esterno derivante dalle attività di disattivazione della Centrale di Caorso viene monitorato e controllato ai sensi dell'art. 54 del D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii [1]. E' vigente sul sito un "Programma di Sorveglianza Ambientale per la Disattivazione", nell'ambito del quale sono stabilite la tipologia di campioni[1] alimentari ed ambientali da analizzare, l'ubicazione dei punti di campionamento e delle rispettive frequenze di prelievo, nonché la tipologia delle analisi radiochimiche e la frequenza di misura delle stesse.
Il controllo sistematico della radioattività ambientale consente di evidenziare fenomeni di potenziale accumulo all'esterno del sito, conseguenti sia agli scarichi di routine connessi con l'avanzamento delle attività sia ad eventuali rilasci incontrollati, al fine di assicurare la tutela della salute pubblica e la salvaguardia dell'ambiente.

2 SCOPO

Scopo del monitoraggio radiologico è garantire adeguati livelli di protezione della popolazione e dell'ambiente, nel rispetto di quanto disposto dalla normativa nazionale e in accordo alle raccomandazioni della Commissione Europea, mediante un'analisi dei risultati delle misure effettuate sulle diverse matrici e sugli scarichi radioattivi immessi nell'ambiente (effluenti liquidi ed aeriformi).
Il monitoraggio della radioattività ambientale è strutturato in modo da garantire il controllo delle modalità di diffusione della radioattività artificiale in ambiente e delle principali vie di esposizione alle radiazioni ionizzanti, al fine di valutare il contributo derivante dalle attività antropiche rispetto al fondo ambientale di radiazioni.

3 LIMITI DI SCARICO

Lo scarico in ambiente degli effluenti radioattivi avviene nel rispetto di limitazioni espresse mediante formule di scarico, le quali sono riportate all'interno delle Prescrizioni Tecniche per la Disattivazione della Centrale di Caorso [3].
Le formule di scarico definiscono la massima attività[2] (in termini di un radionuclide di riferimento) che è consentito scaricare nell'ambiente in un certo intervallo di tempo (nelle 24 ore e in un anno), rispettivamente per gli effluenti liquidi e per gli effluenti aeriformi.
La massima attività scaricabile è data fissando come obiettivo di dose efficace[3] agli individui più esposti della popolazione la soglia della non rilevanza radiologica[4] (10 µSv/anno), pertanto, un impegno pari al 100 % del limite massimo autorizzato è tale da comportare un impatto radiologico non significativo sulla popolazione e sull'ambiente.

[1] Definite genericamente matrici.
[2] L'unità di misura della radioattività è il Becquerel [Bq]: 1 Bq corrisponde ad una disintegrazione nucleare per secondo.
[3] Grandezza dosimetrica utilizzata in radioprotezione per quantificare gli effetti indotti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, l'unità di misura è il Sv.
[4] Il D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. definisce come soglia della non rilevanza radiologica per la popolazione, ovvero la soglia al di sotto della quale si può ritenere trascurabile l'impatto radiologico potenziale, un valore di dose efficace individuale pari a 10 µSv per anno solare.

4 VIE DI ESPOSIZIONE E GRUPPI DI RIFERIMENTO

L'esposizione dell'uomo alla radioattività può derivare dall'introduzione di materiale radiocontaminato nell'organismo, le cui vie preferenziali sono l'inalazione di aria contaminata e l'ingestione di alimenti e acqua contaminati.
Una via ulteriore di esposizione dell'uomo alla radioattività è rappresentata dall'irraggiamento diretto da aria, suolo e acqua contaminati da sostanze radioattive.

La radiocontaminazione dell'atmosfera costituisce il primo segnale della dispersione in ambiente di radionuclidi artificiali, pertanto, rivestono particolare importanza il monitoraggio radiologico dell'aria (*particolato atmosferico*) e delle ricadute umide al suolo (*fall-out*), che consentono di analizzare in maniera tempestiva eventuali fenomeni in atto e di adottare le adeguate misure mitigative.

Il rilascio di effluenti aeriformi può costituire, infatti, veicolo di trasferimento della radioattività all'uomo nel momento in cui il materiale contaminato, dopo essersi depositato al suolo e sulle acque superficiali, si trasferisce nell'acqua potabile ed infine nelle colture. Le catene alimentari assumono particolare rilevanza come percorso di ritorno della radioattività all'uomo attraverso il consumo di alimenti quali latte, vegetali, pesce ed acqua potabile come illustrato in Figura 4-1.

Il rilascio di effluenti liquidi radioattivi può comportare un impatto sull'ambiente e sulla popolazione con effetti ritardati nel tempo, dovuti principalmente al diverso percorso che i radionuclidi seguono nei corpi idrici superficiali. La conoscenza delle modalità di diffusione dei contaminanti immessi nei corpi idrici permette di valutare sia il destino dei radionuclidi negli ecosistemi sia il rischio potenziale a cui è sottoposta la popolazione, la cui via principale di esposizione è rappresentata dall'ingestione di acqua come illustrato in Figura 4-2.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 6 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

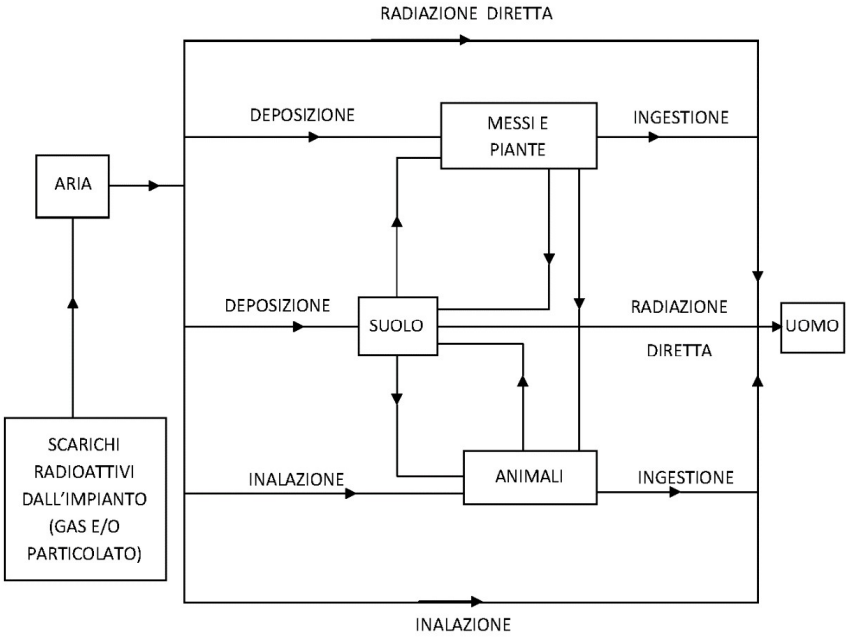


Figura 4-1- Vie di esposizione per rilasci radioattivi in atmosfera [4]

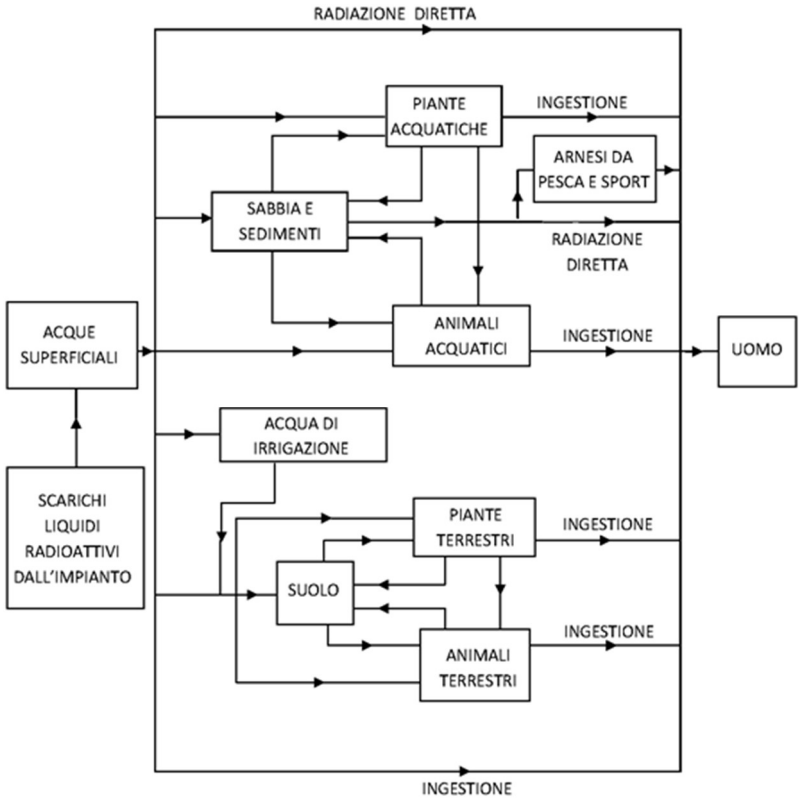


Figura 4-2 - Vie di esposizione per rilasci radioattivi nei corpi idrici superficiali [4]

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 7 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Il suolo rappresenta il comparto ambientale direttamente coinvolto da fenomeni di ricaduta di un'eventuale nube radioattiva. La contaminazione radioattiva, una volta depositatasi al suolo, segue diverse vie di diffusione che possono interessare direttamente la migrazione lungo il profilo verticale del terreno o l'assorbimento attraverso l'apparato radicale delle piante.
Le modalità di assorbimento della radioattività da parte del terreno e la rapidità di trasferimento della contaminazione all'uomo sono legate, oltre che alle caratteristiche fisiche e chimiche dei radioelementi, anche alle condizioni meteorologiche e alla configurazione geografica del sito.
La conoscenza geografica del territorio, unitamente agli aspetti di natura socio-economica, agli stili di vita e alle abitudini alimentari consentono di definire i gruppi di riferimento[5] della popolazione locale, ovvero gruppi di individui della popolazione suddivisi per classe di età e la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui maggiormente esposti. Tali gruppi sono presi a riferimento ai fini delle valutazioni di impatto radiologico alla popolazione e della pianificazione di eventuali misure di prevenzione e protezione da eventi anomali e/o incidentali.

I gruppi di riferimento dell'area circostante la Centrale di Caorso sono distinti in funzione della tipologia di scarico liquido e aeriforme.

Gruppi di riferimento della popolazione	
Liquidi	**Aeriformi**
A1. Popolazione rurale adulti;	A1. Popolazione rurale adulti;
A2. Pescatori e popolazione urbana adulti;	
A3. Popolazione urbana adulta e lavoratori di Isola Serafini;	A3. Popolazione urbana adulta e lavoratori di Isola Serafini;
B1. Popolazione rurale bambini;	B1. Popolazione rurale bambini;
B2. Popolazione urbana bambini	B2. Popolazione urbana bambini

Figura 4-3 - Gruppi di riferimento della popolazione

[5] Gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione [1].

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 8 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 9 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

5 LIVELLI DI RIFERIMENTO

La grandezza di radioprotezione utilizzata ai fini della valutazione dell'impatto radiologico alla popolazione e all'ambiente è la dose efficace (E), espressa come somma dei contributi derivanti dalle diverse vie di esposizione alla radioattività: irraggiamento esterno, inalazione e ingestione di alimenti contaminati.

La normativa vigente in materia di radioprotezione pone limiti per l'esposizione della popolazione a sorgenti di radiazione artificiale in termini di dose efficace e dose equivalente, pertanto, i risultati analitici delle misure radiometriche effettuate nelle matrici non sono direttamente confrontabili con i limiti di legge. Si utilizzano, nell'ambito della sorveglianza ambientale dei siti nucleari, livelli di riferimento operativi (livelli di indagine) espressi come concentrazioni derivate del radionuclide nella specifica matrice e calcolati ipotizzando un assorbimento di dose da parte dell'individuo più esposto della popolazione inferiore alla soglia della non rilevanza radiologica.

Il limite di dose efficace E per gli individui della popolazione è stabilito in 1 mSv per anno solare, mentre la stima del contributo dovuto al fondo naturale di radiazioni è pari in media[6] a 2,4 mSv/anno, con la seguente ripartizione riportata in Tabella 5-1.

Componente	Contributo in dose efficace (mSv)	Frazione
Raggi cosmici	0,39	16,1%
Radionuclidi crosta terrestre – esposizione esterna	0,48	19,8%
Radionuclidi crosta terrestre – esposizione interna	0,29	12,0%
Radon e discendenti	1,26	52,1%
Totale	**2,4**	

Tabella 5-1 - Dose media dovuta al fondo naturale di radiazioni (mSv/anno)

Il calcolo delle concentrazioni derivate tiene conto delle risultanze di indagini ambientali e socio-economiche condotte ad hoc nelle aree oggetto di studio. I dati ambientali e socio-economici sono stati aggiornati nell'ambito di una ricerca condotta dalla Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica di Piacenza [6].

I principali livelli di riferimento adottati dal sito di Caorso sono di seguito definiti:

- Livello di registrazione: valore di concentrazione del radionuclide in una matrice specifica superiore alla minima concentrazione di attività che la metodica di misura è in grado di rivelare.
- Livello di indagine: valore di concentrazione di attività il cui raggiungimento richiede un'indagine di approfondimento;
- Livello di intervento: valore di concentrazione di attività il cui raggiungimento comporta l'adozione di azioni protettive e/o misure mitigative.

[6] UNSCEAR Report 2008 vol. I.

I valori di concentrazione di attività superiori al limite di sensibilità della metodica analitica (MDA)[7] vengono registrati e confrontati con i livelli di indagine. I livelli di indagine sono stati definiti allo scopo di garantire una dose totale annua agli individui del gruppo più esposto della popolazione inferiore a 10 µSv/anno, mentre i livelli di intervento sono stati posti convenzionalmente pari a 10 volte i livelli di indagine calcolati.

Si precisa che la dose di 10 µSv/anno si raggiunge solo nel caso in cui tutte le matrici presentino concentrazioni, comprensive del fondo ambientale, pari ai livelli di indagine per tutto l'anno.

In Tabella 5-2 sono riportati i livelli di riferimento (L. di indagine e L. di intervento) e il limite di rivelazione (MDA) di ogni radionuclide tipicamente raggiunto in ciascuna matrice. Tali livelli sono approvati dall'Ente di Controllo [7].
I radionuclidi indagati e verosimilmente riconducibili ad attività d'impianto sono principalmente gamma emettitori, in particolare, ^{137}Cs e ^{60}Co, nonché radionuclidi emettitori beta come lo ^{90}Sr.

[7] Al concetto di limite di rivelazione è direttamente associato quello di minima attività rivelabile (MAR) indicata nel documento anche mediante l'acronimo MDA (minimun detectable activity). Il limite delle MDA si pone a 1/5 dei livelli d'indagine.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 10 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Matrice	Unità di misura	Radionuclide	L. Indagine	L. Intervento	MDA
Aria	Bq/m³	beta-tot (50% di ^{90}Sr e 50% di ^{137}Cs)	8.00E-03	8.00E-02	1.80E-04
		Co-60	3.00E-02	3.00E-01	1.10E-04
		Cs-137	3.00E-02	3.00E-01	1.10E-04
Latte	Bq/l	Co-60	5.00E-01	5.00E+00	2.00E-02
		Cs-137	5.00E-01	5.00E+00	2.00E-02
		Sr-90	2.00E-01	2.00E+00	3.00E-02
Foraggio	Bq/kg	Co-60	5.00E+00	5.00E+01	8.00E-01
		Cs-137	5.00E+00	5.00E+01	7.00E-01
Insalata	Bq/kg	Co-60	1.00E+00	1.00E+01	2.00E-01
		Cs-137	1.00E+00	1.00E+01	2.00E-01
		Sr-90	4.00E-01	4.00E+00	1.00E-02
Mais	Bq/kg	Co-60	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
		Cs-137	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
Pomodoro	Bq/kg	Co-60	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-02
		Cs-137	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-02
Carne suina	Bq/kg	Co-60	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
		Cs-137	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
Carne bovina	Bq/kg	Co-60	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
		Cs-137	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
Pesce	Bq/kg	Co-60	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
		Cs-137	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
Acqua di Po	Bq/l	Co-60	1.00E-01	1.00E+00	3.00E-04
		Cs-137	1.00E-01	1.00E+00	1.50E-03
Acqua di Potabile	Bq/l	Co-60	1.00E-01	1.00E+00	1.80E-03
		Cs-137	1.00E-01	1.00E+00	7.00E-04
		Sr-90	6.00E-02	6.00E-01	3.00E-04
Sedimenti	Bq/kg	Co-60	1.00E+01	1.00E+02	4.00E-01
		Cs-137	1.00E+02	1.00E+03	5.00E-01
Terreno	Bq/kg	Co-60	1.00E+01	1.00E+02	4.00E-01
		Cs-137	1.00E+02	1.00E+03	5.00E-01
Uova	Bq/kg	Co-60	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01
		Cs-137	8.00E-01	8.00E+00	1.00E-01

Tabella 5-2 - Livelli di riferimento

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 11 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6 MATRICI CAMPIONATE E DETERMINAZIONI ANALITICHE

Le matrici analizzate sono quelle direttamente influenzate dagli scarichi e sono scelte in funzione della tipologia d'impianto e della significatività delle vie di esposizione rispetto alla sorgente radioattiva.

COMPARTO	MATRICE
ARIA	Particolato atmosferico
	Rateo di equivalente di dose ambientale
AMBIENTE IDRICO	Acqua di fiume Po
	Acqua potabile
	Sedimenti fluviali
SUOLO	Terreno
ALIMENTI	Latte, vegetali, carne, uova e pesce
DEPOSIZIONI AL SUOLO	Deposizioni umide

Tabella 6-1 - Tipologia di matrici campionate

La scelta dei punti di controllo e delle frequenze di campionamento delle matrici tiene conto dei fenomeni di dispersione dei radionuclidi e dei tempi di accumulo della radioattività nei diversi comparti ambientali.

All'interno della rete di sorveglianza ambientale, si scelgono alcuni dei punti di campionamento sufficientemente distanti dal sito, in corrispondenza dei quali poter ritenere ragionevolmente trascurabile un potenziale impatto derivante dalle attività di impianto. Tali punti di controllo sono definiti punti di bianco o "zero" e sono rappresentativi del fondo ambientale locale del radionuclide d'interesse nella specifica matrice analizzata (terreno, acqua, alimenti).

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 12 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.1 ARIA

Dose gamma ambientale

La misura della dose gamma in atmosfera è finalizzata al monitoraggio della variazione di radiazione gamma (rateo di dose) in una determinata area di interesse. Tale monitoraggio consente di valutare eventuali modifiche del campo di irraggiamento, a seguito di incrementi del rateo di dose in aria riconducibili ad attività d'impianto e/o a seguito di evento anomalo.

Al netto del fondo, la sua determinazione permette di stimare la dose efficace da irraggiamento diretto da nube e da suolo agli individui del gruppo di riferimento della popolazione.

Punti di campionamento

La misura dell'intensità di dose gamma ambientale viene eseguita mediante l'utilizzo di dosimetri a termoluminescenza (TL) installati lungo la recinzione di sito. L'intensità di dose gamma è espressa in termini di [nGy/h] o [nSv/h].

Protocollo analitico

Tipologia di misura	Frequenza di prelievo	Frequenza di misura
Rateo di equivalente di dose ambientale	Bimestrale	Bimestrale

Matrice particolato atmosferico in sospensione

La misura del particolato atmosferico è finalizzata al monitoraggio e al controllo della radioattività eventualmente presente nella componente corpuscolare dispersa in aria, dovuta sia alla ricaduta dagli strati più alti dell'atmosfera sia alla risospensione da suolo contaminato.
La sua determinazione, al netto del fondo ambientale, contribuisce alla stima della dose efficace da inalazione e da irraggiamento agli individui dei gruppi di riferimento della popolazione.

Punti di campionamento

L'ubicazione dei punti di prelievo del particolato atmosferico è funzione principalmente della loro significatività rispetto alle modalità di diffusione degli effluenti aeriformi, nonché connessa agli scenari meteo prevalenti nell'area di influenza potenziale.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 13 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Protocollo analitico

Si eseguono misure di spettrometria gamma relative al Cesio 137 (^{137}Cs) e di determinazione dell'attività Beta totale. I risultati delle misure sono espressi in concentrazione di attività in aria [Bq/m^3].

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di prelievo	Frequenza di misura
1. Canale di scarico 2. Idrovora Chiavenna[8] 3. Centro Emergenza	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs	Continuo	Mensile
	Beta totale	Attività beta totale	Continuo	Settimanale

[8] Prelievo aggiuntivo da eseguirsi solo su indicazione dell'Esperto qualificato, qualora nell'anno precedente si sia superato un impegno della formula di scarico pari al 2% del limite massimo annuo autorizzato per i liquidi e/o gli aeriformi.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 14 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.2 ACQUA SUPERFICIALE

La misura della radioattività nelle acque superficiali (fiume Po) è finalizzata al monitoraggio del contenuto di radioattività nei corpi idrici, nonché alla valutazione del livello di contaminazione trasferibile da questi alle componenti biotiche (flora e fauna) e abiotiche (sottosuolo, aria, acqua) interessate.
La sua determinazione permette la stima del contributo di dose efficace da ingestione agli individui del gruppo di riferimento della popolazione.

Punti di campionamento

L'acqua di fiume è prelevata in continuo in due stazioni distinte, una ubicata nel canale di scarico, prima della restituzione al fiume, l'altra dopo la Centrale di Isola Serafini prima del ricongiungimento dei due rami del fiume.

Protocollo analitico

Sui prelievi mensili di ciascuna stazione si eseguono misure di concentrazione di attività gamma in soluzione ed in sospensione relative sia al Cesio 137 (^{137}Cs) che al Cobalto 60 (^{60}Co). I risultati delle misure sono espressi in [Bq/l].

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di prelievo	Frequenza di misura
12. Canale di scarico	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	continuo	Mensile
13. Isola Serafini[9]	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	continuo	Mensile
14. Opera di presa[10] (X)	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	continuo	Mensile

[9] La stazione di campionamento di Isola Serafini è fuori servizio da ottobre 2018 a causa di lavori di consolidamento della spalla del ponte stradale, pertanto, è stato attivato il punto di campionamento in continuo presso Opera di presa. Nel periodo da ottobre a dicembre 2018 è stato comunque garantito, presso Isola Serafini, un campionamento discontinuo in concomitanza degli scarichi liquidi. Tale campionamento non consente di distinguere, tuttavia, la componente in soluzione da quella in sospensione e si è assunto conservativamente che l'attività di entrambe le componenti sia imputabile alla sola attività in soluzione.
[10] Il campionamento presso l'Opera di presa è da eseguirsi solo su indicazione dell'Esperto qualificato, qualora nell'anno precedente si sia superato un impegno della formula di scarico pari al 2% del limite massimo annuo autorizzato per i liquidi e/o gli aeriformi.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 15 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.3 ACQUA POTABILE/FALDA

Punti di campionamento

I campioni di acqua potabile sono prelevati periodicamente dall'acquedotto di Monticelli d'Ongina e dal pozzo di S. Nazzaro in Località Cascina Scazzola. Su entrambi i campioni si eseguono misure di concentrazione di attività gamma [Bq/l] relative al Cesio 137 (^{137}Cs) e al Cobalto 60 (^{60}Co), mentre sul campione prelevato dal pozzo di S. Nazzaro viene effettuata anche la determinazione dello Stronzio 90 (^{90}Sr). Tutti i prelievi e le relative misure vengono effettuati con cadenza semestrale.

Protocollo analitico

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento	Frequenza di misura
8. Cascina Scazzola (S. Nazzaro)	Determinazione dello ^{90}Sr	^{90}Sr	semestrale	semestrale
9. Acquedotto Monticelli d'Ongina	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale	semestrale
10 Acquedotto Caorso [11]	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale	semestrale

[11] Prelievo aggiuntivo da eseguirsi solo su indicazione dell'Esperto qualificato, qualora nell'anno precedente si sia superato un impegno della formula di scarico pari al 2% del limite massimo annuo autorizzato per i liquidi e/o gli aeriformi.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 16 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.4 TERRENO AGRICOLO

Il monitoraggio del terreno è finalizzato alla verifica dell'assenza di eventuale contaminazione del suolo derivante da rilasci incontrollati, nonché permette di valutare l'entità e le modalità di migrazione dei radionuclidi dal suolo alla falda superficiale e ai vegetali.

Punti di campionamento

Sono prelevati due campioni di terreno agricolo con frequenza semestrale per la determinazione delle concentrazioni di Cesio 137 (^{137}Cs) e Cobalto 60 (^{60}Co). I punti sono situati rispettivamente presso "Cascina Roma" sulla riva sinistra del fiume Po e in un'area irrigata con acqua di fiume, presso "Cascina Placca" in un'area non irrigata dalle acque di fiume.
I risultati delle misure sono espressi in [Bq/kg].

Protocollo analitico

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento	Frequenza di misura
7. Cascina Roma	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale	semestrale
3. Cascina Placca	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale	semestrale

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 17 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.5 SEDIMENTI FLUVIALI

La misura di radioattività nella matrice sedimenti fluviali fornisce un'indicazione ulteriore dell'accumulo a lungo termine dei radionuclidi presenti nelle acque superficiali e consente, inoltre, di rilevare la presenza di contaminanti eventuali presenti nelle acque e non misurabili da un controllo diretto sulle stesse.

Punti di campionamento

I campioni di sedimenti fluviali sono prelevati con frequenza semestrale in vari punti della rete e sono sottoposti a spettrometria gamma per la determinazione delle concentrazioni di Cesio 137 (^{137}Cs) e Cobalto 60 (^{60}Co). I risultati delle misure sono espressi in [Bq/kg].

Protocollo analitico

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento e di misura
16. Vasca di calma opera di presa 17. Canale di scarico 18 Mulino sul Po (sponda emiliana)[12] 19. A monte della conca Isola Serafini (sponda emiliana) 20. Ponte vecchio (sponda lombarda) 21. A valle ponte nuovo (sponda lombarda) 22. Torrente Chiavenna 23. Vasca di calma Bonifica Basso Piacentino[13]	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	Semestrale

[12] Prelievo aggiuntivo da eseguirsi solo su indicazione dell'Esperto qualificato, qualora nell'anno precedente si sia superato un impegno della formula di scarico pari al 2% del limite massimo annuo autorizzato per i liquidi e/o gli aeriformi.
[13] Vedi nota 12.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 18 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.6 ALIMENTI

La misura della radioattività negli alimenti tipici della dieta locale consente di stimare il contributo della dose efficace da ingestione agli individui più esposti della popolazione.
Si evidenzia che tale valutazione è estremamente cautelativa, poiché si ipotizza che le matrici alimentari siano tutte di produzione locale.

Punti di campionamento[14]

Le matrici campionate sono prelevate dalle aziende di produzione e distribuzione locali, tenendo conto delle principali abitudini alimentari dei gruppi di riferimento.
I prodotti agroalimentari analizzati nel vigente programma di sorveglianza sono:

- vegetali (foraggio, insalata, mais, pomodori)
- carne bovina e suina
- latte
- uova
- pesce.

Si eseguono misure di concentrazione di attività gamma relative al Cesio 137 (^{137}Cs) e al Cobalto 60 (^{60}Co) su tutti i prodotti di interesse mentre, relativamente alla matrice latte, viene effettuata anche la determinazione dello Stronzio 90 (^{90}Sr).
I risultati delle misure sono espressi in [Bq/kg] e/o [Bq/l].

Protocollo analitico

- Vegetali

Ubicazione del punto di misura	Matrice	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento e misura
0. Scandolara Ripa d'O. 1. S. Nazzaro 2. Zerbio (X) 3. Roncarolo 4. Caorso – verso Chiavenna (X)	Foraggio	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale
	Insalata	Spettrometria gamma ad alta risoluzione e	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale
		Determinazione ^{90}Sr	^{90}Sr	
	Mais, pomodori	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	annuale

[14] Il campionamento nei punti 2 (Zerbio) e 4 (Caorso – verso Chiavenna) è aggiuntivo e si esegue sono su indicazione dell'Esperto qualificato, qualora nell'anno precedente si sia superato un impegno della formula di scarico pari al 2% del limite massimo annuo autorizzato per i liquidi e/o gli aeriformi.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 19 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

- Carne

Ubicazione del punto di misura	Matrice	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento e misura
0. Scandolara Ripa d'O. 1. S. Nazzaro 2. Zerbio (X) 3. Roncarolo 4. Caorso – verso Chiavenna (X)	Carne bovina e suina	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	annuale

- Latte

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento e misura
0. Scandolara Ripa d'O. 1. S. Nazzaro 3. Roncarolo 4. Caorso – verso Chiavenna (X)	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	trimestrale
	Determinazione ^{90}Sr	^{90}Sr	trimestrale

- Uova

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento e misura
1. S. Nazzaro	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale

- Pesce

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento
5. Zona di fiume a valle del canale di scarico 6. Zona di fiume a monte	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs, ^{60}Co	semestrale

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 20 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

6.7 DEPOSIZIONI AL SUOLO (FALL OUT)

La misura della deposizione al suolo è finalizzata al monitoraggio della frazione radioattiva di particolato che si deposita al suolo. La valutazione della singola componente umida permette di discriminare l'entità veicolata da eventuali precipitazioni atmosferiche.

Punti di campionamento

Le deposizioni umide vengono raccolte mensilmente, mediante un sistema pluviometrico installato presso il Centro Emergenza della Centrale di Caorso. Il raccolto mensile viene sottoposto a misure di spettrometria gamma relative al Cesio 137 (^{137}Cs) e alla determinazione dell'attività Beta totale.
I risultati delle misure sono espressi in termini di concentrazione di attività [Bq/m^2].

Protocollo analitico

Ubicazione del punto di misura	Tipologia di misura	Radionuclidi	Frequenza di campionamento	Frequenza di misura
3.Centro emergenza	Spettrometria gamma ad alta risoluzione	^{137}Cs	continuo	mensile
	Beta totale	Beta totale	continuo	mensile

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 21 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7 RISULTATI DELLA SORVEGLIANZA AMBIENTALE

7.1 ARIA

Rateo di dose equivalente in aria (dose gamma)

I valori riscontrati sono compresi nell'intervallo 56 ÷ 106 nSv/h e intesi come valori medi annuali nei punti di indagine. Tali risultati sono in linea con il trend mensile misurato da Arpa Emilia Romagna nelle stazioni di rilevamento regionali (70÷110 nSv/h).
L'intensità di dose equivalente media nell'anno risulta pari a 79 nSv/h, non si evidenziano differenze significative tra i diversi punti di misura.

Particolato atmosferico

Non è stata riscontrata alcuna presenza di radionuclidi artificiali gamma emettitori (^{137}Cs, ^{60}Co), le concentrazioni di attività misurate sono sempre inferiori alla sensibilità strumentale.
L'attività Beta totale misurata è riferibile a nuclidi di origine naturale e cosmogenica, le concentrazioni di attività medie nell'anno sono dell'ordine di 10^{-4} Bq/m^3, inferiori al livello di indagine e confrontabili con i valori medi normalmente riscontrati da Arpa Emilia Romagna nella stessa area [9].

Concentrazione media annua Beta totale [Bq/m^3] – PARTICOLATO ATMOSFERICO			
Sogin	Centro emergenza	Canale di scarico	Livello di Indagine
	0,00075	0,00081	0,008
Media Sogin	0,00078		
Media Arpa E. R.	0,00082		

Tabella 7-1 - Concentrazioni di attività Beta totale nel particolato atmosferico [Bq/m^3]

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 22 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7.2 ACQUA SUPERFICIALE

I valori massimi rilevati si riferiscono solitamente alla frazione in sospensione e sono prossimi al limite di rivelabilità della strumentazione di misura (^{60}Co=0,0003 Bq/l, ^{137}Cs=0,0015 Bq/l). Non si evidenziano differenze significative tra il punto situato a monte e quello a valle dello scarico di Centrale. I valori ottenuti nel corso del 2018 confermano l'andamento storico e sono in linea con le concentrazioni rilevate da Arpa Emilia Romagna sia nei punti della rete locale (monte e valle della Centrale) che in altre aree della Regione.

Concentrazione media annua ^{137}Cs e ^{60}Co [Bq/l] – ACQUA SUPERFICIALE					
	Canale di scarico		Isola Serafini[15]		Livello di indagine
Radionuclidi	Acqua in soluzione	Acqua in sospensione	Acqua in soluzione	Acqua in sospensione	
^{137}Cs	0,00014	0,00026	0,00081	0,00044	0,10
^{60}Co	0,00012	0,00009	< 0,0001	< 0,00004	0,10

Tabella 7-2 - Concentrazione media annua gamma emettitori acqua superficiale [Bq/l]

Nel periodo ottobre – dicembre 2018, a causa dei lavori di consolidamento della spalla del ponte stradale, è stato attivato il terzo punto di campionamento in continuo ubicato presso Opera di presa (punto a monte).
I risultati delle concentrazioni medie relative al trimestre di campionamento sono in linea con i valori di valle e sono riportati nella tabella seguente.

Concentrazione media ^{137}Cs e ^{60}Co [Bq/l] – ACQUA SUPERFICIALE			
	Opera di pressa		Livello di indagine
Radionuclidi	Acqua in soluzione	Acqua in sospensione	
^{137}Cs	0,000092	0,000231	0,10
^{60}Co	< 0,000046	< 0,000017	0,10

Tabella 7-3 - Concentrazione media gamma emettitori acqua superficiale – punto opzionale Opera di presa [Bq/l]

Le concentrazioni di ^{137}Cs e ^{60}Co sono pari a frazioni del livello di indagine adottato, sia nella componente in soluzione che in sospensione.

[15] Nel periodo da ottobre a dicembre 2018 è stato comunque garantito un campionamento discontinuo presso la stazione di Isola Serafini in concomitanza degli scarichi liquidi, tale campionamento non consente di distinguere la componente in soluzione da quella in sospensione, quindi si è assunto conservativamente che l'attività di entrambe le componenti sia imputabile alla sola attività in soluzione. Questa assunzione giustifica l'aumento della concentrazione di 137Cs nella componente in soluzione di Isola Serafini rispetto al punto Canale di scarico.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 23 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7.3 ACQUA POTABILE/FALDA

Non è stata rilevata alcuna presenza di radionuclidi di origine artificiale riconducibile ad attività di Centrale nei campioni di acqua potabile prelevati dall'acquedotto di Monticelli d'Ongina.
La concentrazione media di ^{90}Sr misurata nei campioni del pozzo di San Nazzaro è pari a 0,01 Bq/l.

Concentrazione media annua ^{90}Sr [Bq/l] – ACQUA DI FALDA			
Pozzo di prelievo	**Valore medio**	**Livello di indagine**	**Concentrazione di attività derivata (D. Lgs. 15 febbraio 2016, n.28)[16]**
San Nazzaro	**0,01**	**0,06**	**4,90**

Tabella 7-4 - Concentrazione media annua di ^{90}Sr in campioni di acqua di falda [Bq/l]

[16] Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano: valore calcolato per una dose alla popolazione di 0,1 mSv e un'ingestione annua di 730 litri.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 24 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7.4 TERRENO AGRICOLO

La concentrazione media di ^{137}Cs è pari a 3,15 Bq/kg, in linea con i valori riscontrati da Arpae in prossimità della Centrale e in altre aree della Regione (1,0 ÷11,0 Bq/kg) [9].
I risultati del monitoraggio confermano il trend degli anni precedenti, non evidenziano differenze significative tra i punti campionati e il punto di bianco (Arpae – Località Gariga) e sono confrontabili con i valori del fondo ambientale.
L'attività di ^{137}Cs rilevata nei suoli è attribuibile essenzialmente alle ricadute dell'evento di Chernobyl, con una distribuzione di buona parte della contaminazione limitatamente agli strati superficiali (0-5 cm).
I dati di letteratura definiscono un fondo ambientale di ^{137}Cs per suoli non interessati da installazioni nucleari compreso tra frazioni di Bq/kg e decine di Bq/kg con valori di picco, in alcune aree del nord/est Italia, anche superiori ai 100 Bq/kg [10].

Concentrazione media annua ^{137}Cs [Bq/kg] – TERRENO AGRICOLO			
Punto di prelievo	**Valore medio**	**Livello di indagine**	**Fondo ambientale Arpa [17]**
Media dei punti rete	**3,15**	**100**	**(Dalle unità alle decine di Bq/kg)**

Tabella 7-5 - Concentrazione media annua di ^{137}Cs in campioni di terreno [Bq/kg]

[17] Dati Arpa estratto dal Rapporto sulla Radioattività ambientale in Emilia Romagna (anno 2013).

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 25 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7.5 SEDIMENTI FLUVIALI

Si conferma la presenza in tracce di ^{137}Cs nei campioni di sedimenti prelevati nei diversi punti della rete, con fluttuazioni contenute all'interno del fondo ambientale e senza differenze significative tra i punti a monte e a valle della Centrale. Le concentrazioni di attività misurate sono comprese nell'intervallo 2 ÷ 5 Bq/kg e risultano confrontabili con i valori normalmente rilevati da Arpae in altre aree della Regione (5 ÷11 Bq/kg)[18].

Concentrazione media annua ^{137}Cs [Bq/kg] – SEDIMENTI FLUVIALI			
Punto di prelievo	**Valore medio**	**Livello di indagine**	**Fondo ambientale Arpae**
Punti rete	**3,34**	**100**	**(Dalle unità alle decine di Bq/kg)**

Tabella 7-6 - Concentrazione media annua di ^{137}Cs in campioni di sedimenti fluviali [Bq/kg]

[18] Rapporto sulla Radioattività ambientale in Emilia Romagna (anno 2013).

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 26 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7.6 ALIMENTI

- Foraggio e vegetali (insalata, mais, pomodori)

Le concentrazioni di ^{137}Cs sono inferiori alla sensibilità strumentale.
Limitatamente all'insalata sono effettuate anche determinazioni di ^{90}Sr con un valore medio delle concentrazioni misurate nel 2018 pari a 0,13 Bq/kg. La presenza in tracce di ^{90}Sr è riconducibile alle ricadute dei test nucleari e non è attribuibile ad attività di Centrale [8].

Concentrazione media annua ^{90}Sr [Bq/kg] – INSALATA			
Radionuclide	**Valore medio**	**Livello di indagine**	**Fondo ambientale Arpae**
^{90}Sr	**0,13**	**0,40**	**0,08 ÷ 0,30**

Tabella 7-7 - Concentrazione media annua di ^{90}Sr in campioni di insalata [Bq/kg]

- Carne, pesce, uova

Le concentrazioni di ^{137}Cs sono inferiori e/o prossime alla sensibilità strumentale in tutti i campioni analizzati delle matrici carne, pesce, uova e sono in linea con i dati di Arpae [9].

- Latte

Non si rilevano concentrazioni di ^{137}Cs superiori al limite di rivelabilità. La presenza in tracce di ^{90}Sr, comunque pari a frazioni del livello di indagine adottato, è correlabile alle ricadute dei test nucleari. I valori misurati risultano, infatti, confrontabili con le concentrazioni rilevate da Arpae in altre aree della Regione e non sono attribuibili, pertanto, ad attività di Centrale [9].

Concentrazione media annua ^{90}Sr [Bq/l] – LATTE			
Radionuclide	**Valore medio**	**Livello di indagine**	**Fondo ambientale Arpae**
^{90}Sr	**0,017**	**0,20**	**0,03**

Tabella 7-8 - Concentrazione media annua di ^{90}Sr in campioni di latte [Bq/l]

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 27 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

7.7 DEPOSIZIONE AL SUOLO (FALL OUT)

Non si è rilevata alcuna presenza di radionuclidi artificiali riconducibili ad attività di Centrale. I valori di attività Beta totale misurati mensilmente sono contenuti all'interno delle tipiche fluttuazione del fondo ambientale[19] e sono comunque correlabili all'evento di Chernobyl.

Concentrazione media annua Beta totale [Bq/m^2] – DEPOSIZIONE AL SUOLO		
Radionuclide	**Valore medio**	**Fondo ambientale Arpae**
Beta totale	**4,81**	**6,15**

Tabella 7-9 - Concentrazione media annua beta totale in campioni di fall out [Bq/m^2]

[19] Il fondo ambientale locale è stato calcolato come media degli ultimi cinque anni.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 28 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

8 CONSIDERAZIONI FINALI

I risultati del monitoraggio radiologico condotto nel corso dell'anno 2018 nell'area circostante la Centrale di Caorso confermano l'andamento dei dati storici e non evidenziano particolari criticità dal punto di vista ambientale.

La concentrazione di ^{137}Cs risulta inferiore e/o prossima al limite di rivelabilità in quasi tutte le matrici alimentari, deboli tracce sono presenti nelle matrici ambientali come conseguenza delle ricadute dell'evento di Chernobyl.

Nelle matrice acqua di fiume, campionata sia a monte che a valle della Centrale, si è rilevata presenza in tracce di ^{137}Cs, nonché di ^{60}Co solo occasionalmente e in prossimità dello scarico.

È presente ^{137}Cs nei sedimenti con un valore massimo di 4,9 Bq/kg e non si evidenziano differenze tra i valori misurati a monte e a valle.

Le concentrazioni di attività misurate sono inferiori ai livelli di non rilevanza radiologica e risultano comparabili con i valori di fondo ambientale rilevati da Arpa Emilia Romagna nella propria rete di sorveglianza ambientale.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 29 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

9 RIFERIMENTI

[1] Decreto Legislativo n. 230 del 17 marzo 1995 e ss.mm.ii. – Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti e 2009/71/Euratom, in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari.

[2] Decreto Legislativo n. 28 del 15 febbraio 2016 – Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano.

[3] Prescrizioni per la Disattivazione allegate al D.M. MiSE del 10 febbraio 2014 (documento ISPRA-RIS/AP/PGT/2013/05/Caorso).

[4] CNEN Rapporto del Comitato 4 della Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica – pubblicazione ICRP 7: "Principi di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in relazione all'impiego di sostanze radioattive" – adottato il 13 settembre 1965.

[5] UNSCEAR Report 2008 vol. I. I dati riportati si riferiscono al valor medio sull'intero globo terrestre.

[6] Indagine ambientale e socio-economica nell'area circostante la Centrale di Caorso, finalizzata a fornire dati per uno studio di impatto ambientale. Facoltà di Agraria dell'università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. Gennaio 2003.

[7] Doc. Sogin CA OP 00019 Rev.01: Centrale di Caorso – Programma di Sorveglianza Ambientale per la Disattivazione e accettazione ISPRA (del 24.3.2015).

[8] Doc. Sogin CA CH 00252 Rev.00: Rapporto sullo stato della radioattività nell'ambiente circostante la Centrale Nucleare di Caorso – anno 2018.

[9] Rapporto Arpa Emilia Romagna "Radioattività ambientale in Emilia Romagna – 2013".

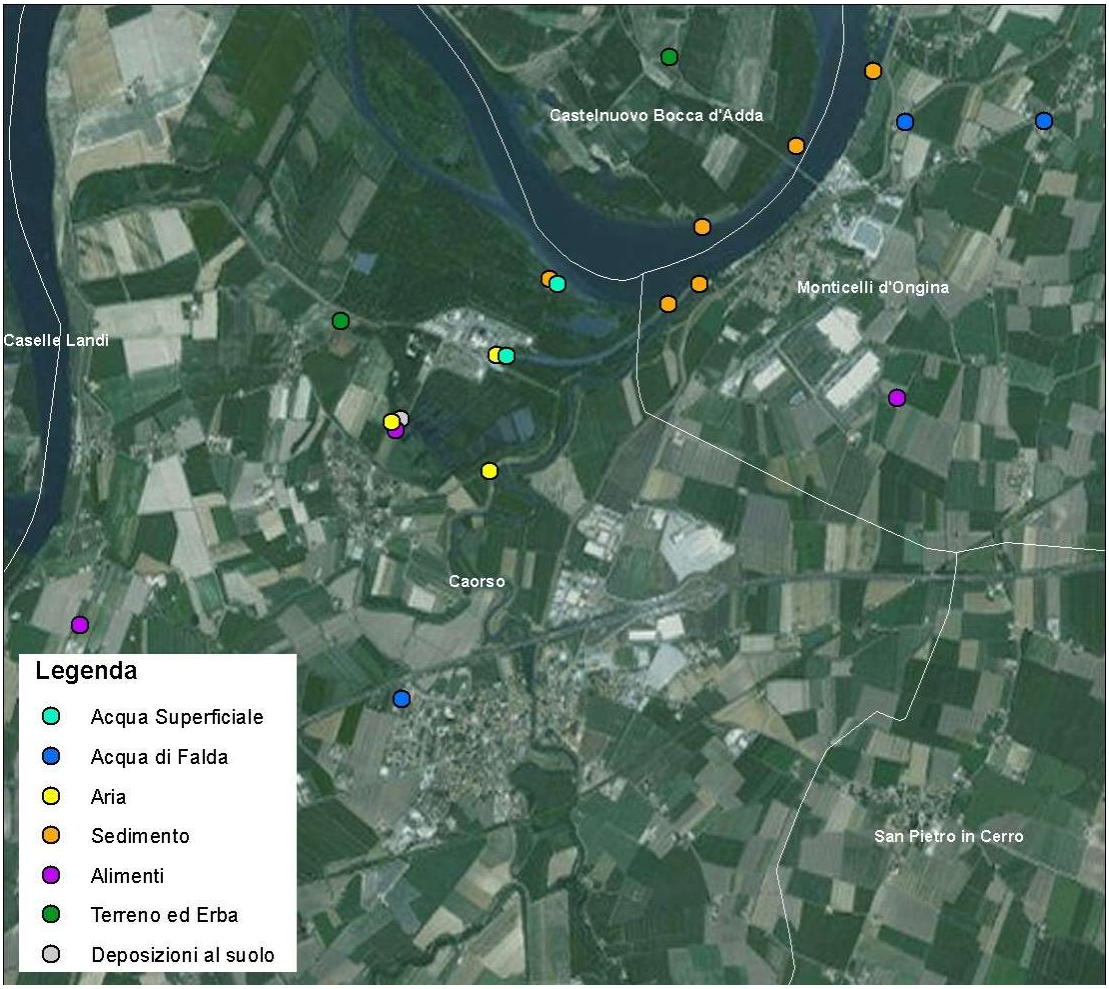
[10] Rapporto ISPRA "Distribuzione spaziale delle concentrazioni di metalli pesanti e radio-elementi nei suoli del Sito di ISPRA" Centro Ricerche JRC Ispra Varese.

[11] Arpa Emilia Romagna dati ambientali 2016: "Radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari"(https://webbook.arpae.it/indicatore/Radionuclidi-artificiali-in-matrici-ambientali-e-alimentari-00001/?espandi=grafici).

[12] Doc. Sogin GERS00230 rev. 00 "Monitoraggio della radioattività ambientale nell'area circostante la Centrale di Caorso: risultati e valutazioni anno 2017".

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 30 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

ALLEGATO 1: RETE DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE – C. LE DI CAORSO



Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 31 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato

Elaborato: GE RS 00251
Rev: 00
Stato: Autorizzato

N	File name	Data
1	GE RS 00251 Rev.00.docx	22/07/2019 12:17
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 29/07/2019 Pag. 32 di 32 GE RS 00251 rev. 00 Autorizzato