

<i>Elaborato</i>	<i>Livello</i>	<i>Tipo</i>	<i>Sistema / Edificio / Argomento</i>	<i>Rev. 01</i>
PU RL 00064 ETQ-00045383	P	RT - Relazioni	RFR - Rifiuti radioattivi	Data 29/10/2015
<b>Centrale / Impianto:</b>	PLUTONIO - Casaccia - TRATTAMENTO RIFIUTI LIQUIDI			
<b>Titolo Elaborato:</b>	Valutazioni di Analisi di Sicurezza per le attività previste per il trattamento e il condizionamento dei rifiuti liquidi acquosi stoccati presso l'impianto Plutonio (IPU) della Casaccia			
revisione 1				
<i>Timbri e firme per responsabilità di legge</i>				
Autorizzato				
.....				
DWMD/ING Pancotti F. DWMD/ING La Stella F.		DWMD/CAS Scognamiglio M. DWMD/ING Di Bartolomeo G.	DWMD/CAS Marciani L. DWMD/ING Pancotti F. DWMD/CAS Negrini P.	DWMD/CAS Pietrobon M. DWMD/ING Del Lucchese M.
<b>Incaricato</b>	<b>Collaborazioni</b>	<b>Verifica</b>	<b>Approvazione / Benessere</b>	<b>Autorizzazione all'uso</b>

PROPRIETA'

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE

Del Lucchese M.

Aziendale

**Livello di Classificazione:** Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata  
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.

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



## INDICE

<b>1.</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>2</b>
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	2
1.2	OGGETTO .....	2
<b>2.</b>	<b>MATERIE NUCLEARI OGGETTO DELLE ATTIVITÀ .....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>EVENTI ANORMALI O INCIDENTALI IPOTIZZATI.....</b>	<b>6</b>
3.1	CALCOLO DEI TERMINI SORGENTE.....	6
3.2	CADUTA DI UN CONTENITORE ESTERNAMENTE ALLA SAG .....	7
3.2.1	<i>Attività coinvolta nell'evento</i> .....	7
3.2.2	<i>Termine sorgente</i> .....	7
3.3	INCENDIO.....	8
3.3.1	<i>Incendio interno alla SaG</i> .....	8
3.3.1.1	<i>Attività coinvolta nell'evento</i> .....	9
3.3.1.2	<i>Termine sorgente</i> .....	9
3.3.2	<i>Incendio nel Laboratorio 41</i> .....	10
3.3.2.1	<i>Attività coinvolta nell'evento</i> .....	10
3.3.2.2	<i>Termine sorgente</i> .....	11
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>13</b>

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



## 1. GENERALITÀ

### 1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo di fornire delle valutazioni utili ad accertare che gli obiettivi di radioprotezione stabiliti per la popolazione siano rispettati per tutti gli eventi diversi dal normale esercizio che si ipotizza possano accadere durante le attività previste per il trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia.

In particolare si intende accertare che i possibili eventi anomali e/o incidentali risultino involuppati, in termini di rilasci alla popolazione, da quelli considerati nei Presupposti Tecnici per il Piano di Emergenza Esterna dell'Impianto Plutonio del C.R. Casaccia di cui al [2].

La valutazione delle conseguenze degli eventi viene effettuata con un'analisi di tipo "conservativo", cioè basata su assunzioni e metodologie caratterizzate da elevati margini di sicurezza e che conducono a valutazioni pessimistiche dei rilasci all'ambiente.

### 1.2 OGGETTO

L'attività oggetto di valutazione riguarda il trattamento ed il condizionamento mediante cementazione di batch di rifiuti liquidi acquosi alfa-contaminati all'interno di fusti metallici. La cementazione in forma omogenea avviene miscelando quantità predefinite di rifiuto e di cemento (secondo la ricetta di cementazione), al fine di immobilizzare i radionuclidi presenti in una matrice cementizia avente caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche tali da garantirne la stabilità e la durabilità nelle fasi di movimentazione, trasporto, stoccaggio temporaneo e smaltimento definitivo. L'impasto avviene direttamente in un contenitore cilindrico di volume opportuno con girante a perdere ("in drum mixing and cementation").

Le attività di trattamento e condizionamento suddette si svolgono all'interno di una SaG appositamente progettata e realizzata per accogliere e lavorare tali batch di rifiuti liquidi acquosi alfa-contaminati.

## 2. MATERIE NUCLEARI OGGETTO DELLE ATTIVITÀ

I liquidi oggetto dell'attività sono circa 300 litri di soluzioni acquose alfa-contaminate

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
-----------	-------	----------------------------	--------

2/13

Legenda

**Stato:** Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

**Livello di Classificazione:** Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



provenienti, essenzialmente, dal progetto di recupero e trattamento di Residui liquidi di Bassa Attività – Progetto REBA, stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) del C.R. Casaccia.

Tali liquidi sono classificabili come “Rifiuti radioattivi di media attività” secondo il Decreto 7 agosto 2015 [3], e presentano due tipologie principali di correnti:

- 1) corrente alcalina, prevalentemente per  $\text{Na}_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ , proveniente essenzialmente dalla sezione di riestrazione del processo TESEO, che impiegava come estraente una soluzione di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,2 M. Tale corrente è caratterizzato da un contenuto totale di Plutonio (Pu) pari a 93,4 grammi e da un contenuto di Uranio (U) totale pari a 1.021 grammi;
- 2) corrente acida, prevalentemente per  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ , proveniente da campagne di lavaggio condotte nell'ambito del progetto REBA e da operazioni varie condotte durante l'esercizio dell'Impianto Plutonio. Tale corrente è caratterizzata da un contenuto di Plutonio totale (Pu) pari a 1,4 grammi e da un contenuto di Uranio (U) totale pari a 7.093 grammi.

Le attività di caratterizzazione, condotte su campioni prelevati da ciascuna bottiglia, hanno fornito l'inventario isotopico Tabella 2.1 e radiologico Tabella 2.2 dei rifiuti liquidi da trattare, con valori riferiti al contenuto di ciascuna bottiglia.

ANALISI DI SICUREZZA

Elaborato  
PU RL 00064



Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia

Revisione  
01

Articolo	Pu (g)	N (g)	D (g)	Pu-238 (g)	Pu-239 (g)	Pu-240 (g)	Pu-241 (g)	Pu-242 (g)	Am-241 (g)	U-235 (g)	U-238 (g)	Pu-tot (g)	Am-tot (g)	U-tot (g)
CT-1	3.330	16.900		4,40E-03	2,77E+00	5,10E-01	1,24E-02	1,47E-02	8,50E-02	1,22E-01	1,68E+01	3,31E+00	8,50E-02	1,69E+01
CT-2	4.398	23.880		5,81E-03	3,66E+00	6,74E-01	1,64E-02	1,94E-02	1,12E-01	1,72E-01	2,37E+01	4,37E+00	1,12E-01	2,39E+01
CT-3	4.050	54.725		5,35E-03	3,37E+00	6,21E-01	1,51E-02	1,79E-02	1,03E-01	3,94E-01	5,43E+01	4,03E+00	1,03E-01	5,47E+01
CT-4	4.368	27.860		5,77E-03	3,63E+00	6,69E-01	1,63E-02	1,93E-02	1,11E-01	2,01E-01	2,77E+01	4,34E+00	1,11E-01	2,79E+01
CT-5	3.492	52.721		4,61E-03	2,90E+00	5,35E-01	1,30E-02	1,54E-02	8,91E-02	3,80E-01	5,23E+01	3,47E+00	8,91E-02	5,27E+01
CT-6	4.815	73.611		6,36E-03	4,00E+00	7,38E-01	1,79E-02	2,12E-02	1,23E-01	5,30E-01	7,31E+01	4,79E+00	1,23E-01	7,36E+01
CT-7	3.681	45.758		4,86E-03	3,06E+00	5,64E-01	1,37E-02	1,62E-02	9,39E-02	3,29E-01	4,54E+01	3,66E+00	9,39E-02	4,58E+01
CT-8	5.035	52.735		6,55E-03	4,19E+00	7,72E-01	1,88E-02	2,22E-02	1,28E-01	3,80E-01	5,24E+01	5,00E+00	1,28E-01	5,27E+01
CT-9	4.487	44.775		5,92E-03	3,73E+00	6,88E-01	1,67E-02	1,98E-02	1,14E-01	3,22E-01	4,45E+01	4,46E+00	1,14E-01	4,48E+01
CT-10	4.448	28.855		5,87E-03	3,70E+00	6,82E-01	1,66E-02	1,96E-02	1,13E-01	2,08E-01	2,86E+01	4,42E+00	1,13E-01	2,89E+01
CT-11	2.647	18.905		3,50E-03	2,20E+00	4,06E-01	9,86E-03	1,17E-02	6,75E-02	1,36E-01	1,88E+01	2,63E+00	6,75E-02	1,89E+01
CT-12	3.830	18.805		5,06E-03	3,18E+00	5,87E-01	1,43E-02	1,69E-02	9,77E-02	1,35E-01	1,87E+01	3,81E+00	9,77E-02	1,88E+01
CT-13	3.701	53.730		4,89E-03	3,08E+00	5,67E-01	1,38E-02	1,63E-02	9,44E-02	3,87E-01	5,33E+01	3,68E+00	9,44E-02	5,37E+01
CT-14	4.517	50.745		5,96E-03	3,75E+00	6,92E-01	1,68E-02	1,99E-02	1,15E-01	3,65E-01	5,04E+01	4,49E+00	1,15E-01	5,07E+01
CT-15	2.985	28.855		3,94E-03	2,48E+00	4,57E-01	1,11E-02	1,32E-02	7,62E-02	2,08E-01	2,86E+01	2,97E+00	7,62E-02	2,89E+01
CT-16	3.552	44.775		4,69E-03	2,95E+00	5,44E-01	1,32E-02	1,57E-02	9,06E-02	3,22E-01	4,45E+01	3,53E+00	9,06E-02	4,48E+01
CT-17	6.468	56.810		8,54E-03	5,38E+00	9,91E-01	2,41E-02	2,85E-02	1,65E-01	4,09E-01	5,64E+01	6,43E+00	1,65E-01	5,68E+01
CT-18	4.398	26.865		5,81E-03	3,66E+00	6,74E-01	1,64E-02	1,94E-02	1,12E-01	1,93E-01	2,67E+01	4,37E+00	1,12E-01	2,69E+01
CT-19	5.045	33.830		6,66E-03	4,19E+00	7,73E-01	1,88E-02	2,22E-02	1,29E-01	2,44E-01	3,36E+01	5,01E+00	1,29E-01	3,38E+01
CT-20	4.229	56.715		5,58E-03	3,52E+00	6,48E-01	1,58E-02	1,86E-02	1,08E-01	4,08E-01	5,63E+01	4,20E+00	1,08E-01	5,67E+01
CT-21/A	1.841	49.500		2,43E-03	1,53E+00	2,82E-01	6,86E-03	8,12E-03	4,70E-02	3,56E-01	4,91E+01	1,83E+00	4,70E-02	4,95E+01
CT-21/B	0.990	46.530		1,31E-03	8,23E-01	1,52E-01	3,69E-03	4,37E-03	2,53E-02	3,35E-01	4,62E+01	9,84E-01	2,53E-02	4,65E+01
CT-21/lavaggi	0.327			4,32E-04	2,72E-01	5,01E-02	1,22E-03	1,44E-03	8,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,25E-01	8,34E-03	0,00E+00
U-20/1 A	0.00798	878.240		1,05E-05	6,64E-03	1,22E-03	2,97E-05	3,52E-05	2,04E-04	6,32E+00	8,72E+02	7,94E-03	2,04E-04	8,78E+02
U-20/1 B	0.00798	878.240		1,05E-05	6,64E-03	1,22E-03	2,97E-05	3,52E-05	2,04E-04	6,32E+00	8,72E+02	7,94E-03	2,04E-04	8,78E+02
U-20/1 C	0.00160	175.648		2,11E-06	1,33E-03	2,45E-04	5,95E-06	7,04E-06	4,07E-05	1,26E+00	1,74E+02	1,59E-03	4,07E-05	1,76E+02
UL-18		3376,3		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,86E+01	3,36E+03	0,00E+00	0,00E+00	3,38E+03
1 - CONT	0.03680	5.967		4,86E-05	3,06E-02	5,64E-03	1,37E-04	1,62E-04	9,39E-04	4,30E-02	5,92E+00	3,66E-02	9,39E-04	5,97E+00
CTC-5	0.233	24.687		3,08E-04	1,94E-01	3,57E-02	8,68E-04	1,03E-03	5,94E-03	1,36E-01	2,46E+01	2,32E-01	5,94E-03	2,47E+01
CTC-2	1.337	19.800		1,76E-03	1,11E+00	2,05E-01	4,98E-03	5,89E-03	3,41E-02	1,09E-01	1,97E+01	1,33E+00	3,41E-02	1,98E+01
CTC-3	1.406	14.850		1,86E-03	1,17E+00	2,15E-01	5,24E-03	6,20E-03	3,59E-02	8,17E-02	1,48E+01	1,40E+00	3,59E-02	1,48E+01
CTC-4	1.431	20.790		1,89E-03	1,19E+00	2,19E-01	5,33E-03	6,31E-03	3,65E-02	1,14E-01	2,07E+01	1,42E+00	3,65E-02	2,08E+01
CTC-1	1.495	21.780		1,97E-03	1,24E+00	2,29E-01	5,57E-03	6,59E-03	3,81E-02	1,20E-01	2,17E+01	1,49E+00	3,81E-02	2,18E+01
RC/15	0.978	1492,010		1,29E-03	8,13E-01	1,50E-01	3,64E-03	4,31E-03	2,50E-02	1,07E+01	1,48E+03	9,72E-01	2,50E-02	1,49E+03
RESTI CT-12/A	0.700	4.950		9,24E-04	5,82E-01	1,07E-01	2,61E-03	3,09E-03	1,79E-02	3,56E-02	4,91E+00	6,96E-01	1,79E-02	4,95E+00

Tabella 2.1 Inventario isotopico dei rifiuti liquidi acquosi alfa-contamanti

PROPRIETA'

STATO

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE

PAGINE

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale - riproduzione vietata, Uso Ristretto - riproduzione vietata

ANALISI DI SICUREZZA

Elaborato  
PU RL 00064



Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia

Revisione  
01

Articolo	Pu-238 (Bq)	Pu-239 (Bq)	Pu-240 (Bq)	Pu-241 (Bq)	Pu-242 (Bq)	Am-241 (Bq)	U-235 (Bq)	U-238 (Bq)	Pu-tot (Bq)	Am-tot (Bq)	U-tot (Bq)	Alfa-tot (Bq)	Att.Tot. (Bq)
CT - 1	2,79E+09	6,36E+09	4,29E+09	4,75E+10	2,15E+06	1,08E+10	9,74E+03	2,09E+05	6,09E+10	1,08E+10	2,19E+05	2,42E+10	7,17E+10
CT - 2	3,68E+09	8,40E+09	5,66E+09	6,27E+10	2,84E+06	1,43E+10	1,38E+04	2,95E+05	8,05E+10	1,43E+10	3,09E+05	3,20E+10	9,47E+10
CT - 3	3,39E+09	7,73E+09	5,22E+09	5,77E+10	2,62E+06	1,31E+10	3,15E+04	6,76E+05	7,41E+10	1,31E+10	7,08E+05	2,95E+10	8,72E+10
CT - 4	3,66E+09	8,34E+09	5,62E+09	6,23E+10	2,82E+06	1,42E+10	1,61E+04	3,44E+05	7,99E+10	1,42E+10	3,60E+05	3,18E+10	9,41E+10
CT - 5	2,92E+09	6,67E+09	4,50E+09	4,98E+10	2,26E+06	1,13E+10	3,04E+04	6,52E+05	6,39E+10	1,13E+10	6,82E+05	2,54E+10	7,52E+10
CT - 6	4,03E+09	9,19E+09	6,20E+09	6,87E+10	3,11E+06	1,56E+10	4,24E+04	9,10E+05	8,81E+10	1,56E+10	9,52E+05	3,50E+10	1,04E+11
CT - 7	3,08E+09	7,03E+09	4,74E+09	5,25E+10	2,38E+06	1,19E+10	2,64E+04	5,65E+05	6,73E+10	1,19E+10	5,92E+05	2,68E+10	7,93E+10
CT - 8	4,22E+09	9,61E+09	6,48E+09	7,18E+10	3,25E+06	1,63E+10	3,04E+04	6,52E+05	9,21E+10	1,63E+10	6,82E+05	3,66E+10	1,08E+11
CT - 9	3,76E+09	8,57E+09	5,78E+09	6,40E+10	2,90E+06	1,46E+10	2,58E+04	5,53E+05	8,21E+10	1,46E+10	5,79E+05	3,27E+10	9,66E+10
CT - 10	3,72E+09	8,49E+09	5,73E+09	6,34E+10	2,87E+06	1,44E+10	1,66E+04	3,57E+05	8,14E+10	1,44E+10	3,73E+05	3,24E+10	9,58E+10
CT - 11	2,22E+09	5,05E+09	3,41E+09	3,77E+10	1,71E+06	8,58E+09	1,09E+04	2,34E+05	4,84E+10	8,58E+09	2,45E+05	1,93E+10	5,70E+10
CT - 12	3,21E+09	7,31E+09	4,93E+09	5,46E+10	2,47E+06	1,24E+10	1,08E+04	2,32E+05	7,01E+10	1,24E+10	2,43E+05	2,79E+10	8,25E+10
CT - 13	3,10E+09	7,07E+09	4,77E+09	5,28E+10	2,39E+06	1,20E+10	3,10E+04	6,64E+05	6,77E+10	1,20E+10	6,95E+05	2,69E+10	7,97E+10
CT - 14	3,78E+09	8,62E+09	5,82E+09	6,44E+10	2,92E+06	1,46E+10	2,92E+04	6,27E+05	8,26E+10	1,46E+10	6,56E+05	3,29E+10	9,73E+10
CT - 15	2,50E+09	5,70E+09	3,84E+09	4,26E+10	1,93E+06	9,68E+09	1,66E+04	3,57E+05	5,46E+10	9,68E+09	3,73E+05	2,17E+10	6,43E+10
CT - 16	2,97E+09	6,78E+09	4,57E+09	5,06E+10	2,29E+06	1,15E+10	2,58E+04	5,53E+05	6,50E+10	1,15E+10	5,79E+05	2,59E+10	7,65E+10
CT - 17	5,42E+09	1,23E+10	8,33E+09	9,22E+10	4,18E+06	2,10E+10	3,27E+04	7,02E+05	1,18E+11	2,10E+10	7,35E+05	4,71E+10	1,39E+11
CT - 18	3,68E+09	8,40E+09	5,66E+09	6,27E+10	2,84E+06	1,43E+10	1,55E+04	3,32E+05	8,05E+10	1,43E+10	3,47E+05	3,20E+10	9,47E+10
CT - 19	4,22E+09	9,63E+09	6,50E+09	7,19E+10	3,26E+06	1,64E+10	1,95E+04	4,18E+05	9,23E+10	1,64E+10	4,38E+05	3,67E+10	1,09E+11
CT - 20	3,54E+09	8,07E+09	5,45E+09	6,03E+10	2,73E+06	1,37E+10	3,27E+04	7,01E+05	7,74E+10	1,37E+10	7,34E+05	3,08E+10	9,11E+10
CT - 21/A	1,54E+09	3,52E+09	2,37E+09	2,62E+10	1,19E+06	5,97E+09	2,85E+04	6,12E+05	3,37E+10	5,97E+09	6,40E+05	1,34E+10	3,96E+10
CT - 21/B	8,29E+08	1,89E+09	1,27E+09	1,41E+10	6,40E+05	3,21E+09	2,68E+04	5,75E+05	1,81E+10	3,21E+09	6,02E+05	7,21E+09	2,13E+10
T - 21/lavag	2,74E+08	6,24E+08	4,21E+08	4,66E+09	2,11E+05	1,06E+09	0,00E+00	0,00E+00	5,98E+09	1,06E+09	0,00E+00	2,38E+09	7,04E+09
U - 20/1 A	6,69E+06	1,52E+07	1,03E+07	1,14E+08	5,16E+03	2,59E+07	5,06E+05	1,09E+07	1,46E+08	2,59E+07	1,14E+07	6,95E+07	1,83E+08
U - 20/1 B	6,69E+06	1,52E+07	1,03E+07	1,14E+08	5,16E+03	2,59E+07	5,06E+05	1,09E+07	1,46E+08	2,59E+07	1,14E+07	6,95E+07	1,83E+08
U - 20/1 C	1,34E+06	3,05E+06	2,06E+06	2,28E+07	1,03E+03	5,18E+06	1,01E+05	2,17E+06	2,92E+07	5,18E+06	2,27E+06	1,39E+07	3,67E+07
UL - 18	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,49E+06	4,18E+07	0,00E+00	0,00E+00	4,33E+07	4,33E+07	4,33E+07
1 - CONT	3,08E+07	7,03E+07	4,74E+07	5,25E+08	2,38E+04	1,19E+08	3,44E+03	7,37E+04	6,73E+08	1,19E+08	7,72E+04	2,68E+08	7,93E+08
CTC - 5	1,95E+08	4,45E+08	3,00E+08	3,32E+09	1,51E+05	7,56E+08	1,09E+04	3,06E+05	4,26E+09	7,56E+08	3,16E+05	1,70E+09	5,02E+09
CTC - 2	1,12E+09	2,55E+09	1,72E+09	1,91E+10	8,63E+05	4,33E+09	8,72E+03	2,45E+05	2,44E+10	4,33E+09	2,54E+05	9,73E+09	2,88E+10
CTC - 3	1,18E+09	2,68E+09	1,81E+09	2,00E+10	9,08E+05	4,56E+09	6,54E+03	1,84E+05	2,57E+10	4,56E+09	1,90E+05	1,02E+10	3,03E+10
CTC - 4	1,20E+09	2,73E+09	1,84E+09	2,04E+10	9,24E+05	4,64E+09	9,15E+03	2,57E+05	2,62E+10	4,64E+09	2,67E+05	1,04E+10	3,08E+10
CTC - 1	1,25E+09	2,85E+09	1,92E+09	2,13E+10	9,66E+05	4,85E+09	9,59E+03	2,70E+05	2,73E+10	4,85E+09	2,79E+05	1,09E+10	3,22E+10
RC/15	8,19E+08	1,87E+09	1,26E+09	1,39E+10	6,32E+05	3,17E+09	8,60E+05	1,84E+07	1,79E+10	3,17E+09	1,93E+07	7,14E+09	2,11E+10
STICT - 1	5,86E+08	1,34E+09	9,01E+08	9,98E+09	4,52E+05	2,27E+09	2,85E+03	6,12E+04	1,28E+10	2,27E+09	6,40E+04	5,09E+09	1,51E+10

Tabella 2.2 Inventario radiologico dei rifiuti liquidi acquosi alfa-contaminati

PROPRIETA'

STATO

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE

PAGINE

5/13

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale - riproduzione vietata, Uso Ristretto - riproduzione vietata

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



Per quanto riguarda la contaminazione presente nelle 20 SaG del Locale 41, il quale ospiterà anche la SaG oggetto della presente attività, si mantiene l'assunzione già effettuata nel documento di cui al [2], considerando una quantità di Plutonio per tutte le scatole a guanti pari ad un massimo di 4 g, e ad una quantità di Uranio totale, arricchito al 5%, circa 5 volte superiore (20 g).

Si riporta la composizione isotopica media d'impianto:

	Isotopo	%
Pu	Pu 238/Pu tot	0,15
	Pu 239/Pu tot	83,2
	Pu 240/Pu tot	15,35
	Pu 241/Pu tot	0,85
	Pu 242/Pu tot	0,45
Am	Am 241/Pu tot	2,12%

### 3. EVENTI ANORMALI O INCIDENTALI IPOTIZZATI

Nelle valutazioni preliminari di sicurezza oggetto del presente documento, si analizza l'entità dei rilasci che si avrebbero a seguito di eventi involontari ritenuti passibili di accadere durante le operazioni connesse alla cementazione dei liquidi acquosi alfa-contaminati.

Gli eventi più gravosi ipotizzabili sono:

- Caduta di un contenitore esternamente alla SaG
- Incendio nella SaG di processo
- Incendio generalizzato (4h) del Laboratorio 41 durante la maturazione del fusto cementato.

#### 3.1 CALCOLO DEI TERMINI SORGENTE

I termini di sorgente (ST) rilasciati a seguito di eventi incidentali sono calcolati utilizzando la formulazione proposta nel documento DOE-HDBK 3010-94 [4]:

$$ST = MAR \times DR \times ARF \times RF \times LPF \quad (1)$$

nella quale:

- MAR è il quantitativo di materiale radioattivo coinvolto nell'evento,

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



- DR è la frazione di materiale radioattivo che effettivamente subisce danno a seguito dell'evento,
- ARF × RF è la frazione respirabile di radioattività aerosospesa,
- LPF è il fattore di perdita su filtri e/o canalizzazioni.

### 3.2 CADUTA DI UN CONTENITORE ESTERNAMENTE ALLA SAG

I contenitori in cui viene trasportato il rifiuto liquido acquoso alfa-contaminato sono costituiti da bottiglie di PE di volume variabile mentre il batch di trattamento è pari a circa 10 litri.

La caduta di uno di essi può verificarsi durante il trasferimento dei rifiuti al Laboratorio 41, o durante l'inserimento della bottiglia dentro la SaG.

Nonostante il trasferimento dei contenitori sia effettuato con questi ultimi chiusi entro due sacchi di PVC entrambi saldati, in via cautelativa si ipotizza lo sversamento dell'intero contenuto della bottiglia, a valle della caduta.

#### 3.2.1 Attività coinvolta nell'evento

Il massimo quantitativo di rifiuto liquido coinvolto nell'evento è pari all'intero contenuto della bottiglia esaminata.

Conservativamente, si è deciso di considerare per i calcoli la bottiglia C17, la più gravosa dal punto di vista radiologico, e quella avente il maggior contenuto di Pu (6,43 g).

	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	Am 241	U 235	U 238	Pu-tot	Am-tot	U-tot	Att.Tot.(Bq)
<b>MAR (Bq)</b>	5,42E+09	1,23E+10	8,33E+09	9,22E+10	4,18E+06	2,10E+10	3,27E+04	7,02E+05	1,18E+11	2,10E+10	7,35E+05	1,39E+11
<b>MAR (g)</b>	8,54E-03	5,38E+00	9,91E-01	2,41E-02	2,85E-02	1,65E-01	4,09E-01	5,64E+01	6,43E+00	1,65E-01	5,68E+01	

#### 3.2.2 Termine sorgente

La frazione respirabile dell'attività potenzialmente risospesa ( $ARF \times RF$ ) è calcolata facendo riferimento a quanto riportato al par. 3.2.3.1 del [4], utilizzando il massimo valore riscontrabile per eventi di free fall spill di soluzioni acquose da altezze di caduta inferiori a 3 m (Bounding  $ARF = 2,0E-04 / RF = 0,5$ ).

Per il fattore di filtrazione assoluta si assume un valore di efficienza pari al 99% ( $LPF = 0,01$ ).



<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



Si suppone, in maniera estremamente cautelativa, un fattore di danneggiamento del 100% (DR = 1).

Si riporta il termine sorgente (ST) per la popolazione; il rilascio avviene al camino d'impianto (15 m).

	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	Am 241	U 235	U 238	Pu-tot	Am-tot	U-tot	Att.Tot.(Bq)
<b>ST (Bq)</b>	5,42E+03	1,23E+04	8,33E+03	9,22E+04	4,18E+00	2,10E+04	3,27E-02	7,02E-01	1,18E+05	2,10E+04	7,35E-01	1,39E+05
<b>ST (g)</b>	8,54E-09	5,38E-06	9,91E-07	2,41E-08	2,85E-08	1,65E-07	4,09E-07	5,64E-05	6,43E-06	1,65E-07	5,68E-05	

### 3.3 INCENDIO

Si possono distinguere due diverse evenienze:

- ✓ incendio all'interno di una SaG di processo,
- ✓ incendio nel Laboratorio 41, esternamente alle SaG di processo.

#### 3.3.1 Incendio interno alla SaG

All'interno della scatola a guanti l'unico elemento che può provocare l'insorgenza di un incendio è dato dall'utilizzo di apparecchiature termiche. Queste sono dotate, sulla loro superficie esterna, nei punti raggiungibili dai guanti, di sensori di temperatura, i quali, in caso di superamento del valore di soglia di 50°C, attivano dei dispositivi automatici di allarme e di intervento che interrompono l'alimentazione elettrica all'apparecchiatura.

Allo stesso modo, nel caso in cui i sensori di temperatura posti all'interno della SaG rilevino un'alta temperatura ambiente (superiore a 50°C), si attivano ugualmente i dispositivi automatici di allarme e di intervento che interrompono l'alimentazione elettrica a tutte le apparecchiature, bloccando il processo, ed isolano l'ambiente interno della SaG, provvedendo alla chiusura di tutte le valvole.

Oltretutto il rifiuto da trattare nella SaG è di natura liquida acquosa, pertanto non combustibile, ed è contenuto per la gran parte del processo in tubazioni e recipienti metallici.

In relazione a quanto detto, non sussistono quindi le condizioni affinché si possa generare l'innescio di materiali combustibili.

Nonostante le premesse fatte, qualora si dovesse verificare un incendio interno alla SaG, tale possibilità è da ritenersi circoscritta temporalmente alla durata giornaliera delle fasi di processo, in quanto al termine di ciascun turno di lavoro, l'operatore provvederà ad arrestare il processo ed a spegnere tutte le apparecchiature elettriche in esso coinvolte.

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
------------	-------	----------------------------	--------

8/13

Legenda

**Stato:** Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

**Livello di Classificazione:** Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



In caso di principio di incendio, esso sarà contenuto direttamente dagli operatori:

- chiudendo la valvola di entrata dell'aria di ventilazione nella scatola,
- agendo sul principio di incendio utilizzando gli estintori portatili presenti nei laboratori, muniti di ago speciale per bucare il guanto più prossimo al punto di incendio.

Dal momento che per tutta la durata delle operazioni si avrà la presenza continua di personale non si ritiene ipotizzabile uno sviluppo dell'incendio generalizzato con il coinvolgimento delle altre scatole. Le precauzioni adottate (intervento immediato degli operatori, utilizzo di estintori) sono, infatti, tali da limitare l'incendio nella sua fase di innesco.

### 3.3.1.1 Attività coinvolta nell'evento

Si ipotizza, conservativamente, che il principio d'incendio all'interno della SaG si sviluppi in presenza della bottiglia C17 (in PE), aperta e piena.

Tale ipotesi risulta estremamente conservativa, in quanto la bottiglia presa a riferimento contiene 15 litri di rifiuto liquido alfa contaminato, mentre il batch di trattamento è di circa 10 litri. Non si esclude pertanto la possibilità di una preliminare suddivisione in bottiglie di volume minore.

	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	Am 241	U 235	U 238	Pu-tot	Am-tot	U-tot	Att.Tot.(Bq)
<b>MAR (Bq)</b>	5,42E+09	1,23E+10	8,33E+09	9,22E+10	4,18E+06	2,10E+10	3,27E+04	7,02E+05	1,18E+11	2,10E+10	7,35E+05	1,39E+11
<b>MAR (g)</b>	8,54E-03	5,38E+00	9,91E-01	2,41E-02	2,85E-02	1,65E-01	4,09E-01	5,64E+01	6,43E+00	1,65E-01	5,68E+01	

### 3.3.1.2 Termine sorgente

In caso di incendio (par. 3.2.1 [4]) in presenza di una soluzione acquosa contaminata, i rilasci conseguenti all'evento varieranno a seconda che la soluzione evapori semplicemente o arrivi ad ebollizione. Dal momento che per tutta la durata delle operazioni si avrà la presenza continua di personale, oltre al fatto che i sensori di temperatura, superati i 50°C ambiente inviano l'allarme e interrompono il processo, non è credibile che si giunga ad una temperatura tale da provocare l'ebollizione del rifiuto.

La massima frazione (Bounding ARF) di radioattività risospesa per effetto dell'evaporazione di rifiuto liquido acquoso è pari a 3,0E-05. La frazione respirabile dell'attività così liberata è pari a RF=1,0.

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



Per il fattore di filtrazione assoluta si assume un valore di efficienza pari al 99% (LPF=0,01).

Si assume, in maniera cautelativa, il coinvolgimento nell'incendio del 100% della soluzione liquida acquosa alfa-contaminata (DR = 1).

Si riporta il termine sorgente conseguente al rilascio, che avviene al camino d'impianto (altezza 15 m).

	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	Am 241	U 235	U 238	Pu-tot	Am-tot	U-tot	Att.Tot.(Bq)
<b>ST (Bq)</b>	1,62E+03	3,70E+03	2,50E+03	2,77E+04	1,25E+00	6,29E+03	9,82E-03	2,11E-01	3,55E+04	6,29E+03	2,20E-01	4,18E+04
<b>ST (g)</b>	2,56E-09	1,61E-06	2,97E-07	7,23E-09	8,56E-09	4,95E-08	1,23E-07	1,69E-05	1,93E-06	4,95E-08	1,70E-05	

### 3.3.2 Incendio nel Laboratorio 41

Per quanto riguarda l'evento di incendio nel Laboratorio 41 con innesco esterno alle SaG di processo si fa riferimento ai Presupposti Tecnici al Piano di Emergenze Esterna (PTPEE,[2]), del quale si ritengono comunque valide le circostanze che potrebbero portare all'innesco di un principio d'incendio. Si ritiene inoltre ipotizzabile lo sviluppo di un incendio generalizzato, della durata di 4 h (evento di riferimento per il PTPEE), durante la fase di maturazione del fusto cementato, prima che esso venga staccato dall'apertura a tenuta alfa, quando non si ha la presenza di personale all'interno del laboratorio stesso.

#### 3.3.2.1 Attività coinvolta nell'evento

Nel caso di incendio generalizzato del Laboratorio 41, il MAR potenzialmente coinvolto nell'evento è dato dalla somma del contenuto radiologico del fusto in maturazione e dal materiale radioattivo presente sotto forma di contaminazione diffusa all'interno delle SaG.

$$MAR = MAR_{fusto} + MAR_{lab}$$

Il  $MAR_{fusto}$  è lo spettro appartenente alla bottiglia C17.

	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	Am 241	U 235	U 238	Pu-tot	Am-tot	U-tot	Att.Tot.(Bq)
<b>MAR (Bq)</b>	5,42E+09	1,23E+10	8,33E+09	9,22E+10	4,18E+06	2,10E+10	3,27E+04	7,02E+05	1,18E+11	2,10E+10	7,35E+05	1,39E+11
<b>MAR (g)</b>	8,54E-03	5,38E+00	9,91E-01	2,41E-02	2,85E-02	1,65E-01	4,09E-01	5,64E+01	6,43E+00	1,65E-01	5,68E+01	

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



Per il MAR<sub>lab</sub> restano valide tutte le assunzioni fatte nel PTPEE, riportate al par. 2 del presente elaborato.

### 3.3.2.2 Termine sorgente

Il calcolo del termine sorgente associato alla volatilizzazione della contaminazione superficiale presente nelle SaG è riportato nel PTPEE, ed è condotto assumendo un fattore di sospensione pari a  $FR = 1,00E-02/h$ , un fattore di deposizione del 50% ( $FD=0,5$ ) e una durata dell'evento (T) pari a 4 ore.

Si riportano sinteticamente i rilasci a seguito dell'evento, estratti dal PTPEE:

#### Rilasci in mg di U e Pu

$$4 \times 10^{-2} \times 4 \times 0,5 \times 10^{-2} = 0,80 \text{ mg Pu}$$

$$1 \times 10^{-2} \times 4 \times 0,5 \times 10^{-2} = 0,20 \text{ mg U235}$$

$$19 \times 10^{-2} \times 4 \times 0,5 \times 10^{-2} = 3,80 \text{ mg U238}$$

#### Spettro isotopico

	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	U 235	U 238	Am 241	Tot
<b>ST (Bq)</b>	7,47E+05	1,52E+06	1,03E+06	2,84E+07	5,20E+02	2,00E+06	1,58E+01	4,68E+01	3,37E+07
<b>ST (µg)</b>	1,20E+00	6,65E+02	1,23E+02	6,80E+00	3,60E+00	1,69E+01	2,00E+02	3,80E+03	4,82E+03

La valutazione del termine sorgente aggiuntivo dovuto alla presenza del fusto in maturazione viene effettuata assumendo conservativamente un fattore di danno pari al 100% ( $DR=1$ ), nonostante la matrice cementizia contenente il rifiuto sia, per prescrizione, autoestinguente o incombustibile, e sia contenuta entro un fusto metallico accoppiato alla SaG mediante sistema di accoppiamento a tenuta alfa.

Per il fattore di filtrazione assoluta si assume un valore di efficienza pari al 99% ( $LPF=0,01$ ).

La frazione respirabile dell'attività potenzialmente risospesa ( $ARF \times RF$ ) è calcolata facendo riferimento a quanto riportato al par. 4.3.1.2, del [4], utilizzando il massimo valore riscontrabile per matrici cementizie sottoposte a temperature molto elevate ( $Bounding\ ARF = 6,0E-03 / RF=0,01$ ).

Si riporta il termine sorgente conseguente al rilascio, che avviene al camino d'impianto (altezza 15 m).

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



	Pu 238	Pu 239	Pu 240	Pu 241	Pu 242	Am 241	U 235	U 238	Pu-tot	Am-tot	U-tot	Att.Tot.(Bq)
<b>ST (Bq)</b>	3,25E+03	7,41E+03	5,00E+03	5,53E+04	2,51E+00	1,26E+04	1,96E-02	4,21E-01	7,10E+04	1,26E+04	4,41E-01	8,36E+04
<b>ST (g)</b>	5,12E-09	3,23E-06	5,95E-07	1,45E-08	1,71E-08	9,90E-08	2,45E-07	3,38E-05	3,86E-06	9,90E-08	3,41E-05	

#### 4 CONCLUSIONI

Si riportano in tabella i rilasci di U e Pu in mg, per i diversi eventi, al fine di confrontarli con i valori previsti nel PTPEE.

Rilasci	PTPEE incendio	Incendio interno	Incendio Locale 41	Caduta
mg Pu	0,8	1,93E-03	3,86E-03	6,43E-03
mg U235	0,2	1,23E-04	2,45E-04	4,09E-04

Per l'evento di caduta i valori dei rilasci sono involuppati in quelli previsti nel PTPEE.

Per l'evento incendio interno alla SaG il valore dei rilasci risulta inferiore di due ordini di grandezza per il Pu e di tre ordini di grandezza per l'U235 rispetto ai valori previsti nel PTPEE.

Per l'evento incendio interno al Laboratorio 41 il valore dei rilasci aggiuntivi dovuti alla presenza del fusto in maturazione risultano inferiori di due ordini di grandezza per il Pu e di tre ordini di grandezza per l'U235 rispetto ai valori previsti nel PTPEE per il medesimo evento. Pertanto, sommando questi contributi aggiuntivi ai rilasci già indicati in tale documento, il quantitativo di materiale rilasciato non varia in maniera apprezzabile.

Si può pertanto affermare che i rilasci imputabili ad eventi incidentali durante le attività in esame non inficiano i Presupposti Tecnici al Piano di Emergenza Esterna.

<b>ANALISI DI SICUREZZA</b>	<b>Elaborato PU RL 00064</b>
<b>Valutazioni di Analisi di sicurezza per le attività previste per il trattamento ed il condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia</b>	<b>Revisione 01</b>



## 5 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### Documentazione tecnica

- [1] SOGIN PU SI 0029 “Rapporto di Sicurezza Impianto Plutonio”, rev. 2 del 15/6/2009
- [2] ENEA RAD-IMP-IPU (99) 01 PTPEE, “Impianto Plutonio C.R. Casaccia – Presupposti tecnici per il Piano di Emergenza Esterna”, rev. 0 del 15/3/1999

### Legislazione e normativa

- [3] Decreto 7 agosto 2015 – “Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell’articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45”
- [4] DOE-HDBK-3010-94 – “Airborne release fractions/rates and respirable fractions for non-reactor nuclear facilities” – Dicembre 1994.
- [5] 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".