



Documento di Valutazione dei Rischi Radiologici

Revisione 2

SITO	Eni Rewind S.p.A. - Porto Torres (SS)
AREA	Palte Fosfatiche - TPF
ATTIVITA' DA EFFETTUARE	Piano Operativo di Bonifica – Fase 2

	<p>Eni S.p.A. Istituto Autorizzato di Radioprotezione (D.M. 25/05/84) Esperto di Radioprotezione Il. N° 1752</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>Eni S.p.A. Istituto Autorizzato di Radioprotezione</p> <p>Esperto di [REDACTED]</p>	
0	LEON DI GIACINTO ESPERTO DI RADIOPROTEZIONE	PAOLO CERRI ESPERTO DI RADIOPROTEZIONE INCARICATO	13/07/2023
REV.	PREPARATO	AGGIORNATO	

**INDICE**

1. PREMESSA	4
RIFERIMENTI	4
Riferimenti normativi	4
Riferimenti documentali	5
2. AREA DI INTERESSE	5
3. ATTIVITA' PREVISTE NEL POB FASE 2	7
4. CAMPIONAMENTO MATRICI IN AREA PALTE FOSFATICHE	8
5. CARATTERIZZAZIONE RADIOMETRICA DELLE MATRICI.....	9
6. MATRICE DI RIFERIMENTO.....	9
7. MODALITA' DI CALCOLO	10
7.1 Modalità di calcolo della dose da irraggiamento	10
7.2 Modalità di calcolo della dose da contaminazione.....	11
7.2.1 Modalità di calcolo della dose da inalazione	12
7.2.2 Modalità di calcolo della dose da ingestione.....	12
7.2.3 Modalità di calcolo della dose da contaminazione cutanea	12
7.3 Modalità di calcolo della dose da Radon	13
8. ANNOTAZIONI PER SINGOLA ATTIVITA' OPERATIVA	14
8.1 INTERVENTI RIMOZIONE E TRATTAMENTO PALTE FOSFATICHE	14
8.2 INTERVENTI TPF	16
8.3 ALLESTIMENTO E COLTIVAZIONE MODULO PALTE FOSFATICHE (MPF).....	16
8.4 Ulteriori attività.....	16
9. VALUTAZIONE DI DOSE DA RADON	17
9.1 Valutazione Radon all'interno della tensostruttura.....	17
9.2 Valutazione Radon nel Modulo Palte Fosfatice.....	17
10. VALUTAZIONI DI DOSE AI LAVORATORI	18
10.1 Attività di scavo e trattamento Palte Fosfatice	18
10.3 Attività TPF	20
10.3 Attività MPF	21
11. VALUTAZIONI DI DOSE ALL'INDIVIDUO RAPPRESENTATIVO E ALLA POPOLAZIONE	22
12. VALUTAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI	22
13. CARATTERISTICHE MINIME DPI	23
14. NORME INTERNE DI RADIOPROTEZIONE: ATTIVITA' IN PRESENZA DI TENORM .24 24	
15. CLASSIFICAZIONE DEI LAVORATORI AI FINI DEL RISCHIO RADIOLOGICO	24
16. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE AI FINI DEL RISCHIO RADIOLOGICO	24



17. MONITORAGGIO RADIOMETRICO	25
18. PRESCRIZIONI DI RADIOPROTEZIONE E PROVVEDIMENTI DA ATTUARE	25
18.1 Prescrizioni di radioprotezione	25
18.2 Prescrizioni in caso di evento incidentale	25
18.3 Ulteriori prescrizioni di carattere operativo	26
19. GESTIONE DEI RIFIUTI	26
20. BENESTARE PREVENTIVO	26

1. PREMESSA

Ai fini della valutazione preventiva di dose ai lavoratori ed alla popolazione, necessaria per le attività previste nel Piano Operativo di Bonifica Fase 2 (di seguito POB Fase 2) relativo alla messa in sicurezza delle matrici stoccate presso l'area denominata "Palte Fosfatice", situata presso Eni Rewind S.p.A. – Porto Torres (SS), e con lo scopo di accogliere le richieste emerse nel decreto Prefettizio n. 0010483 del 02/02/2023, si redige il presente Documento di Valutazione dei Rischi Radiologici (di seguito DVRR).

Sono state apportate modifiche **rispetto al documento originale** anche in considerazione di una più precisa definizione delle attività che verranno effettuate riportata nel Memorandum Tecnico predisposto dalla ditta **WSP**.

Si segnala in particolare che:

- Le attività di rimozione delle matrici avverranno mediante l'usilio di apparecchiature ad aspirazione che ridurranno le potenziali esposizioni degli operatori addetti agli scavi e alla movimentazione delle matrici dalle aree contaminate:
- Nell'area TPF su cui insistono gli stabili una volta adibiti all'impianto Trattamento Palte Fosfatice sono state rilevate delle matrici residue che evidenziano aspetti radiologici. In ogni caso per la rimozione ed il trattamento di tali matrici (considerate pari al 10% in volume rispetto alle matrici presenti nell'area Palte) saranno utilizzate le medesime apparecchiature ed impianto di trattamento impiegati per la gestione delle Palte Fosfatice. Tali operazioni verranno effettuate al termine degli interventi di rimozione e trattamento delle Palte Fosfatice e dopo una specifica attività di caratterizzazione radiometrica che verrà effettuata in contraddittorio con gli Enti di Controllo. Dagli elementi ricavati da precedenti rilievi radiometrici nell'area si può affermare che gli operatori coinvolti in tali attività non saranno suscettibili di dosi superiori a quelle valutate per l'intervento sulle Palte Fosfatice.

Sono state apportate ulteriori modifiche in relazione ad una precisazione operativa inerente le attività di scarifica delle opere in cemento armato.

Tutte le modifiche apportate in questa revisione documentale sono segnalate con il carattere color rosso.

Resta inteso che tale documento dovrà essere aggiornato, a cura dell'Esperto di Radioprotezione incaricato, qualora in fase di esecuzione del progetto si ravvedesse la necessità di effettuare variazioni nella tipologia o nelle tempistiche inerenti alle attività di seguito descritte.

Le opere inerenti all'impianto TPF saranno oggetto di un DVRR specifico.

RIFERIMENTI

Riferimenti normativi

Riferimento	Annotazioni
D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.	Normativa vigente in materia di radioprotezione
RP-122 (Part 2)	Part II - Application of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources

Riferimenti documentali

Riferimento	Annotazioni
Documento prot. RADI-P-170092-RO-O-RAT-01 del 14/07/2017 (Mappatura radiometrica)	“Documento di Valutazione del Rischio Radiologico predisposto ai sensi dell'articolo 10-ter del D.Lgs. 230/95, con le indicazioni di radioprotezione relative alle aree denominate area Cava Gessi”, “Area Palte Fosfatiche” e “Area TPF”, del sito industriale Eni Rewind S.p.A. di Porto Torres (SS)
MEMORANDUM TECNICO WSP del 14 settembre 2022	CONSIDERAZIONI PER LA QUANTIFICAZIONE DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A MATERIALE TENORM NELL'AMBITO DELLE AREE PALTE E TPF DELLO STABILIMENTO DI PORTO TORRES A CURA DELL'ESPERTO QUALIFICATO

2. AREA DI INTERESSE

Al fine di identificare la zona di interesse, si fa riferimento alle viste topografiche sotto riportate, in ingrandimenti successivi, evidenziando con il rettangolo giallo l'area Palte Fosfatiche, oggetto del presente DVRR.



Vista topografica n. 1

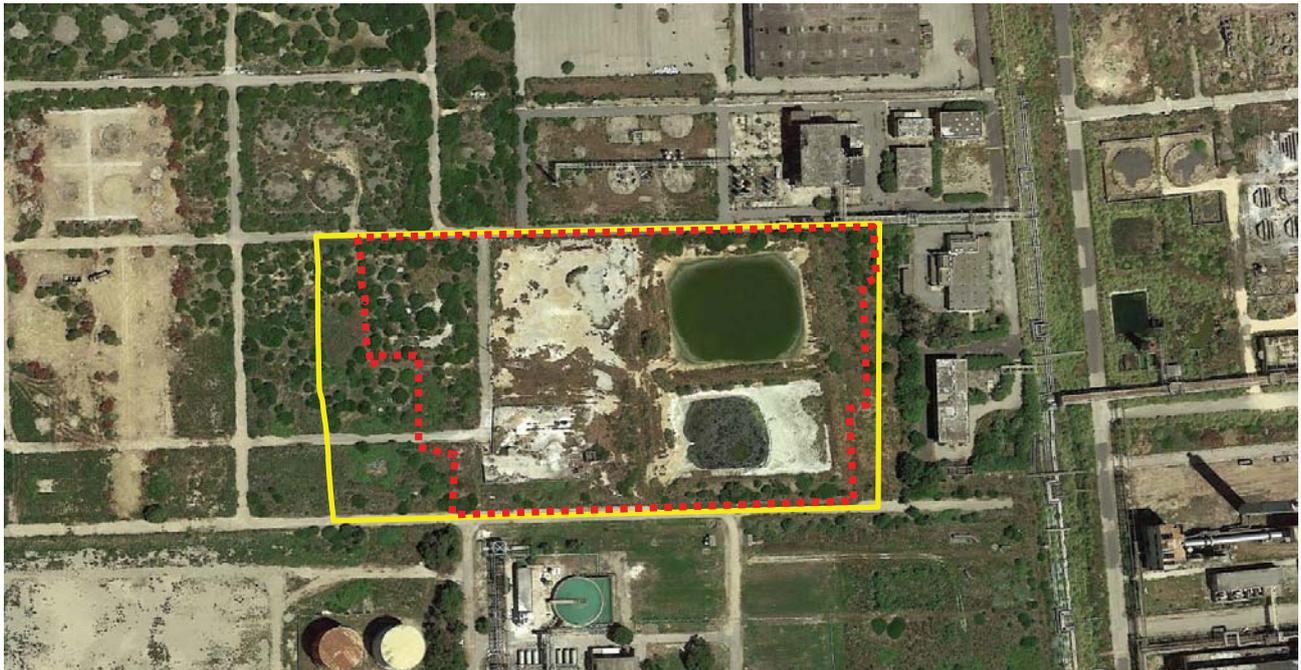


Vista topografica n. 2



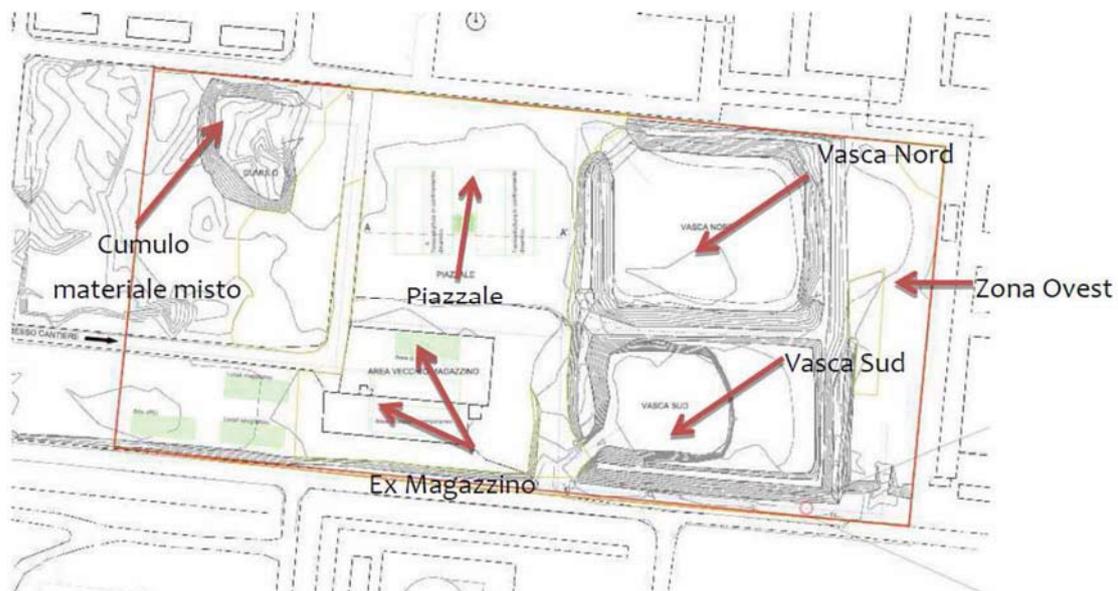
Vista topografica n. 3

Di seguito si riporta una vista topografica antecedente la posa del capping (anno 2014), evidenziando in giallo l'area delimitata con l'attuale recinzione ed in rosso la parte di area attualmente coperta dal capping.



Vista topografica n. 4

Come si evince dalla vista topografica precedente (vista topografica n. 4), l'area Palte Fosfatice è composta da varie zone che vengono denominate come riportato nella seguente vista planimetrica.



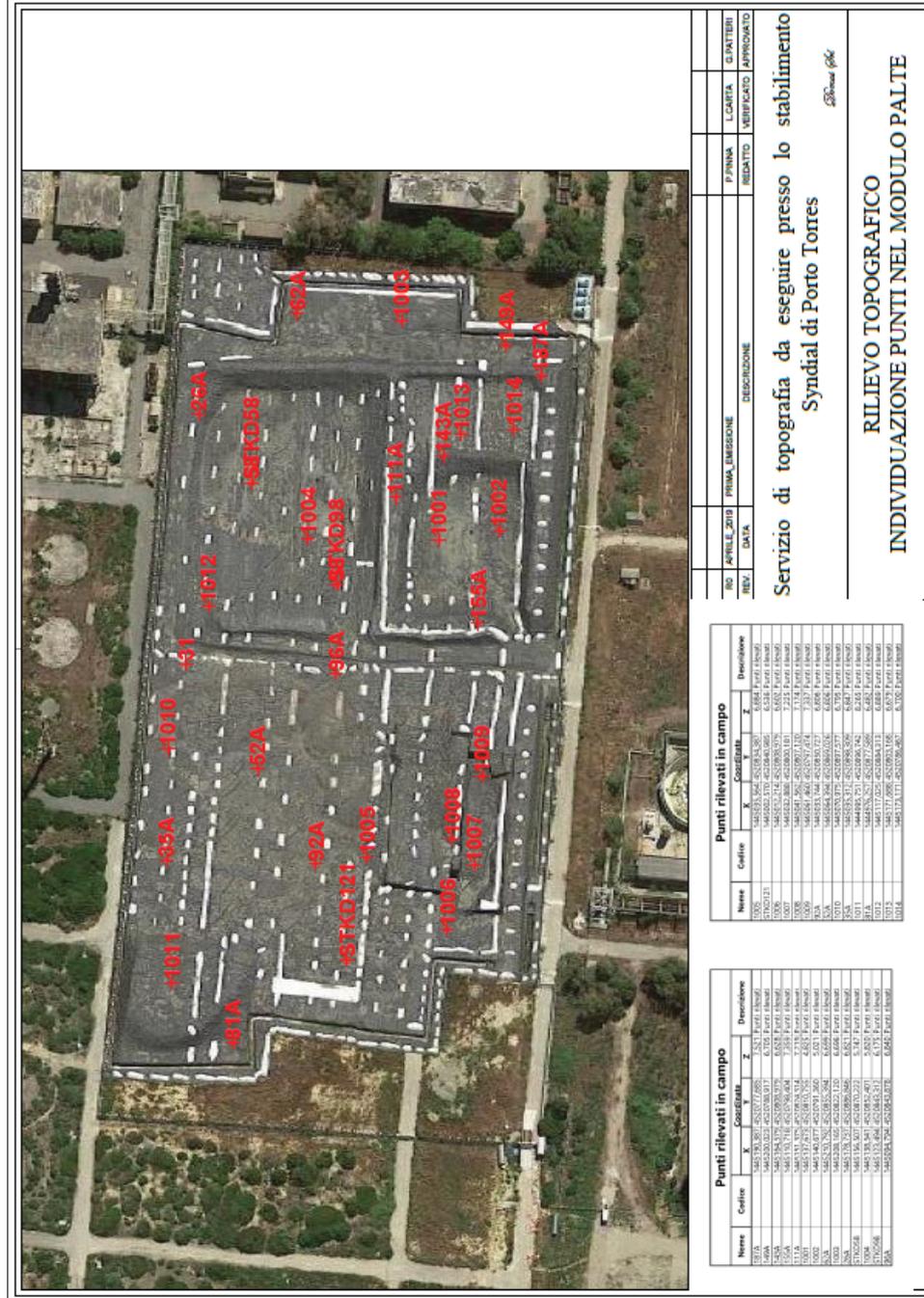
Vista planimetrica n. 1

3. ATTIVITA' PREVISTE NEL POB FASE 2

Le attività previste nel POB Fase 2 sono precisate nel MEMORANDUM TECNICO così come comunicate dal gestore dell'area Palte Fosfatice.

4. CAMPIONAMENTO MATRICI IN AREA PALTE FOSFATICHE

Nel mese di maggio 2019 sono stati effettuati carotaggi nell'area in oggetto, nei punti indicati nella planimetria sottostante, allo scopo di prelevare campioni di materiale da sottoporre a caratterizzazione radiometrica.



Planimetria con punti di campionamento



5. CARATTERIZZAZIONE RADIOMETRICA DELLE MATRICI

Vengono di seguito riportati i risultati delle analisi radiometriche; i valori di concentrazione riportati sono comprensivi dell'incertezza di misura.

Table with columns for Campione, Radionuclide, and various HPGe lotto (1° and 2°) measurements. Includes isotopes like 238U, 232Th, 226Ra, 210Pb, 210Po, 235U, 228Ra, 40K, 235U, 231Pa, and 227Ac.

Tabella 2 - Risultati analitici

Detailed table of analytical results for HPGe lotto EJ, EG, and NT, listing radionuclides and their concentrations with associated uncertainty values.

Tabella 3 - Risultati analitici

6. MATRICE DI RIFERIMENTO

Dai valori riportati al paragrafo precedente si può notare come i materiali presenti nei vari settori dell'area Palte Fosfatice siano molto disomogenei tra loro, per composizione chimica e per presenza di radionuclidi.

Mettendo a confronto i valori di radionuclidi e i punti di campionamento riportati sulla planimetria (Allegato 2) si nota che le maggiori concentrazioni di attività (soprattutto per il Ra-226 e l'U-238) si trovano nelle matrici presenti nella zona dell'area Palte Fosfatice denominata "Vasca Sud" (ved. Vista planimetrica n. 1).

La valutazione di dose viene basata su una matrice di riferimento estrapolata dal documento ISIN "Rapporto tecnico – Analisi dei dati di Porto Torres" del 14.10.2020. In particolare, vengono considerati i valori riportati come "Mediana" nella tabella di cui al paragrafo 5.7.2. Questa scelta consente di avere un ottimo grado di cautelatività, in quanto i valori di concentrazione sono maggiorati di un fattore 3,7 rispetto a quelli riportati nella riga "Media (RADI)" della tabella 10 di cui allo stesso documento, considerati come valori di concentrazione più rappresentativi dello scenario reale.

Di seguito si riportano i valori di concentrazione della matrice di riferimento, considerando che nella sua definizione si assumono i seguenti criteri:

- il valore di concentrazione di attività del Po-210 viene considerato pari al valore del Pb-210;
• I valori di concentrazione del Ra-228 e del Th-228 sono pari alla mediana dei valori di analisi ricavati dal laboratorio RAD1 per questi radionuclidi;
• i valori di concentrazione sono incrementati del valore dell'incertezza.

Radionuclide	Valori della mediana presi come riferimento (Bq/kg)
U 238	5362
Th 230	1310
Ra 226	138
Pb 210	233
Po 210	233
Th 232	37
Ra 228	55
Th 228	61
K 40	318

Tabella 4 - Risultati delle analisi

7. MODALITA' DI CALCOLO

Dalla tabella 1, si evince che per alcune attività il numero di ore necessario supera il monte ore lavorabile in un anno (approssimato a 2000 h/anno). Dal momento che i limiti di dose sono stabiliti dalla vigente normativa su base annuale, per ogni attività si un riporta il numero di ore pari a 1500 ore/anno quando non inferiore a questa cifra), considerando che i lavoratori non impiegheranno il 100% del tempo ad eseguire i compiti assegnategli. Il calcolo delle ore lavorative effettive è stato effettuato stimando una operatività di 6 ore al giorno, moltiplicato per 5 giorni/settimana e per 50 settimane/anno.

7.1 Modalità di calcolo della dose da irraggiamento

Si fa riferimento ai ratei di equivalente di dose ambientale rilevati dalla mappatura radiometrica a suo tempo effettuata (rif. documento RADI-P-170092-RO-O-RAT-01 del 14.07.2017).

I valori di rateo di equivalente di dose massimo e minimo rilevati a contatto del capping nell'area sono pari a 210 nSv/h e 50 nSv/h, mentre ad un metro di altezza sono pari a 190 nSv/h e 50 nSv/h. Sottraendo il valore del fondo, pari a 60 nSv/h, si ottiene a contatto un valore massimo pari a 150 nSv/h, mentre ad un metro di altezza si ottiene; per le misure ad 1 metro di ottiene un valore massimo pari a 130 nSv/h. I valori mediani così calcolati sono pari a 75 nSv/h (contatto) e 65 nSv/ (ad 1 metro).

Effettuando invece un calcolo della dose media su tutti valori rilevati, si ottiene un rateo di equivalente di dose ambientale medio pari a 98.5 nSv/h a contatto del capping e 90.3 nSv/h ad un metro di altezza, che con la sottrazione del fondo (60 nSv/h) diventano 38,5 nSv/h a contatto del capping e 30.3 nSv/h ad un metro di altezza.

Considerando i risultati dei due metodi di calcolo utilizzati, ai fini della valutazione di dose da irraggiamento ai lavoratori, per maggiore cautela si tiene conto dei ratei di equivalente di dose ambientale pari a **75 nSv/h (a contatto del capping) e 65 nSv/h (ad 1 metro di altezza dal capping)**.

Per quanto riguarda l'irraggiamento durante le lavorazioni, non essendo ancora disponibili misure dirette effettuate sulle matrici a valle del confezionamento nei big bag, per la valutazione delle dosi da irraggiamento agli operatori coinvolti nelle attività oggetto della presente relazione, si è utilizzato il software MicroShield (versione 11.21) prendendo come riferimento, la matrice di cui al paragrafo 6.

In particolare, si sono identificati i radionuclidi gamma emettitori della catena dell'U-238 e del Th-232 (in equilibrio con i figli), con densità del materiale (soil) pari a 1,4 g/cm³.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti con MicroShield, per diverse distanze (Allegato 1).

Distanza da Big Bag [m]	Big Bag 1x1 x 1 m		
	0,5	1	1,5
Rateo di equivalente di dose ambientale [microSv/h]	0,37	0,14	0,07

Tabella 5 – Ratei di equivalente di dose ambientale (senza Buildup) calcolati con MicroShield

Di seguito si riportano i risultati ottenuti con MicroShield, con una geometria simile al fronte palte avente dimensioni 10 x 2 x h 2 metri, ad una distanza di tre metri, per simulare l'esposizione nel Modulo Palte Fosfatiche durante le operazioni di scavo e rimozione tramite aspiratore (Allegato 1 alla presente relazione).

Distanza [m]	3
Rateo di equivalente di dose ambientale Fronte palte [microSv/h]	0,21

Tabella 6 – Ratei di equivalente di dose ambientale (senza Buildup) calcolati con MicroShield

7.2 Modalità di calcolo della dose da contaminazione

Ai fini della valutazione della dose efficace impegnata conseguente all'introduzione per inalazione e ingestione di radionuclidi, si fa riferimento ai valori di h(g) riportati nella tabella di cui all'Annex-A della pubblicazione ICRP 119 richiamata nel D.Lgs. 101/2020, considerando un diametro aerodinamico medio pari a 5 micron e, per cutelatività, il valore corrispondente alla tipologia di assorbimento peggiorativa.

Per quanto riguarda la protezione da inalazione ed ingestione di polveri, in un'ottica conservativa, vengono valutate le dosi nel caso in cui l'operatore non faccia uso della maschera di protezione FFP3, per le quali il fattore di abbattimento della concentrazione di particolato atmosferico risulta essere almeno pari a 20.

È necessario precisare che, come riportato nel POB Fase 2, le attività effettuate in presenza di matrici contaminate, verranno effettuate con l'ausilio di umidificazione delle stesse tramite acqua nebulizzata, allo scopo di ridurre drasticamente la possibilità di dispersione di particolato nell'aria.

Tuttavia, il calcolo verrà effettuato ipotizzando uno scenario in assenza del sistema di abbattimento del particolato nell'aria.



7.2.1 Modalità di calcolo della dose da inalazione

La dose efficace conseguente all'introduzione per inalazione viene calcolata avendo come riferimento i seguenti parametri:

C_v (Concentrazione volumetrica in aria di particolato) senza sistema di abbattimento delle polveri	1 mg/m³ = 0,000001 kg/m³
R_v (Rateo volume respiratorio medio)	1,2 m³/h

Per la valutazione degli scenari espositivi si calcolata la sommatoria:

$$\sum_j h(g)_{j,ina} J_{j,ina}$$

dove **h(g)_{j,ina}** rappresenta la dose efficace (Sv/Bq) impegnata per unità di introduzione del radionuclide **j** inalato. Le attività dei radionuclidi inalati sono calcolate moltiplicando, per ogni radionuclide introdotto, la concentrazione di attività **A** di cui al paragrafo 6 (matrice di riferimento) per la concentrazione volumetrica in aria di particolato, per il rateo di volume respiratorio, per le ore di lavoro previste:

$$J_{j,ina} = A \times C_v \times R_v \times h$$

7.2.2 Modalità di calcolo della dose da ingestione

La dose efficace conseguente alla introduzione per ingestione viene calcolata avendo come riferimento:

Q (quantità di polveri ingerite per ora di lavoro) senza sistema di abbattimento delle polveri	1,2 mg/h
---	-----------------

Si calcola quindi la sommatoria

$$\sum_j h(g)_{j,ing} J_{j,ing}$$

dove **h(g)_{j,ing}** rappresenta la dose efficace (Sv/Bq) impegnata per unità di introduzione del radionuclide **j** ingerito. Le attività dei radionuclidi ingeriti sono calcolate moltiplicando, per ogni radionuclide introdotto, la concentrazione di attività di cui al paragrafo 6 (matrice di riferimento) per la quantità di polveri ingerite per ora di lavoro, per le ore di lavoro previste.

$$J_{j,ing} = A \times Q \times h$$

7.2.3 Modalità di calcolo della dose da contaminazione cutanea

Nel documento dell'EPA EXPOSURE FACTORS HANDBOOK del 1997 (EPA 1997) sono disponibili i contributi percentuali, rispetto alla superficie totale, delle varie parti del corpo umano a seconda della fascia d'età. Per gli adulti, sommando i vari contributi, ne risulta una superficie esposta pari all'8,9 % della superficie corporea (considerando l'uso dei DPI indicati). La contaminazione della cute è dovuta alla polvere che deriva dalla dispersione in aria del materiale contaminante. I coefficienti utilizzati sono quelli proposti nella pubblicazione di D.C. Kocher e K.F. Eckerman (Electron dose-rate conversion factor for external exposure of the skin from uniformly deposited activity on the body surface, Health Physics Vol. 53, No 2 pp 135-141, 1987): spessore medio della pelle di 4 mg/cm², strato di 30 pm e fattore di ponderazione WT pari a 0,01.



7.3 Modalità di calcolo della dose da Radon

Per la modalità di calcolo della dose da Radon, si sono utilizzate le seguenti formule:

- per il calcolo del J (Rn exhalation) viene utilizzata la formula "Estimation of the Rn concentration outside" riportata al paragrafo 5.4.2.2. del documento RP-122 part 2, e numerata come "eq 3";
- per il calcolo del C_{rn} viene utilizzata la formula "Estimation of the Rn concentration in buildings" riportata al paragrafo paragrafo 5.4.2.3. e numerata come "eq 10";

Come indicato dal D.Lgs. 101 /2021, ai fini della valutazione della dose efficace annua si applica il fattore convenzionale di conversione pari a $6,7 \times 10^{-9}$ Sv/(Bq h m³) riportato nel documento ICRP 137.

8. ANNOTAZIONI PER SINGOLA ATTIVITA' OPERATIVA

8.1 INTERVENTI RIMOZIONE E TRATTAMENTO PALTE FOSFATICHE

Tali interventi sono descritti nella seguente tabella (come rateo di equivalente di dose nelle aree in cui si ritiene trascurabile la esposizione si considera un valore pari a 0,02 micro Sv/h).

Mansione	Note	Descrizione attività	Zona	Tipo di matrice considerata	Distanza da matrice (metri)	Rateo di equivalente di dose Ambientale (micro Sv/h)	ore/anno
Addetti realizzazione accantieramento	capping ancora posizionato , aree circostanti alle palte - non ancora movimentate palte	Realizzazione delle aree di cantiere (baraccamenti, scotico, sfalcio, insaccamento dei materiali di risulta, ecc.) e predisposizione deposito temporaneo	Area Cantiere	nessuna	non applicabile	0,02	120
			Area Deposito Temporaneo	nessuna	non applicabile	0,02	200
Addetti montaggio capannone: opere civili	Capannone impianto: capannone aperto (ricambi aria naturali) stoccaggio big bag in arrivo (chiusi) (70x25x8) - Zona centrale con impianto miscelazione: tramoggia che frantuma il big bag (area confinata) e il materiale passa ad un nastro (con umidificazione) e miscelazione. - Insaccamento in Big Bag ed spostamento big bag in area maturazione.	Montaggio edile del capannone compreso realizzazione delle fondazioni (nessun irraggiamento e nessuna inalazione o ingestione)	Capannon e impianto	nessuna	non applicabile	0,02	160
	Capannone scavi : 25 x 80 x 8 (colmo) - 4 ricambi orari aria.	Montaggio e smontaggio edile del capannone compreso realizzazione delle fondazioni (operatore opera in scavo in cui si realizza la fondazione ad una distanza di almeno 3 metri dal fronte palte con copertura.	Capannon e scavi	fronte palte	3	0,21	160
Addetti montaggio capannoni: opere impiantistiche	nessuna rilevanza radiometrica	Montaggio impianto inertizzazione	Capannon e impianto	nessuna	non applicabile	0,02	200
	Per aspiratore prevedere posizionamento e manutenzione - aspiratore posizionato inizialmente sulle palte (coperte) e successivamente a fianco in area esterna capannone.	Montaggio sistema aspirazione capannone scavi	Capannon e scavi	fronte palte	3	0,21	120

Mansione	Note	Descrizione attività	Zona	Tipo di matrice considerata	Distanza da matrice (metri)	Rateo di equivalente di dose Ambientale (micro Sv/h)	ore/anno
Addetto scavi palte fosfatiche - rimane in cabina ad una distanza di circa 3 metri da matrici aspirate. Il tubo è collegato ad una tramoggia che riempie i Big Bag - il telone di copertura viene rimosso progressivamente.. Materiali di scavo inseriti in big bag.	pulizia e scavo area ove verrà realizzato capannone impianto	Scavo in area aperta - big bag in area provvisoria	Scavi ad area aperta	big bag	1,5	0,07	40
	pulizia e scavo area ove verrà realizzato capannone scavi	Scavo per fondazioni in area aperta - big bag in area stoccaggio in ingresso impianto	Scavi ad area aperta	big bag	1,5	0,07	100
	rimozione Palte fosfatiche	Scavo in area confinata - big bag in area stoccaggio in ingresso impianto	Scavi in area confinata	fronte palte	3	0,21	510
	Scarifica opere in cemento armato (trovanti)	Scarificatrice a tazza usata manualmente e munita di sistema aspirazione polveri	Scavi ad area aperta	fronte palte	3	0,21	80
Addetti alla gestione dei materiali di scavo insaccati	Operatore con carrello elevatore chiude tirando cordicella il big bag, sgancia il big bag da tramoggia - il big bag si chiude automatico e quindi viene trasportato con carrello elevatore in area temporanea - raggiunti circa 6 o 7 big bag si carica il camion per il trasporto	Gestione della tramoggia di insacco scavi confinati	Messa sotto tramoggia sacco vuoto, chiusura sacco pieno e spostamento in deposito	big bag	0,5	0,37	163
Addetti alla gestione dei materiali trattati insaccati	operazione con minibenna - posizionamento in tramoggia - insacco in big bag. Operatore chiude il big bag e quindi lo trasporta in area temporanea	Gestione della tramoggia di insacco scavi non confinati	Messa sotto tramoggia sacco vuoto, chiusura sacco pieno e spostamento in deposito	big bag	0,5	0,37	10
Addetti alla movimentazione dei big- bag matrici trattate	Spostamento con il camion	Addetto movimento big-bag da capannone scavo a capannone impianto	Spostamento big bag sigillati	big bag	1,5	0,07	163
	Spostamento con il camion	Addetto movimento big-bag da capannone impianto a scarica MPF	Spostamento big bag sigillati contenenti il materiale trattato post maturazione	big bag	1,5	0,07	200
Addetti alla verifica di fondo scavo	Personale che prima dello smontaggio effettueranno i campionamenti per il post operam	Prelievo di campioni di fondo scavo presumibilmente non contaminati	Prelievo campioni terreno di fondo scavo	nessuna	non applicabile	0,02	41
Addetti alla gestione dell'impianto	Operatore che carica i big bag nell'impianto	Addetto caricamento e movimentazione palte per gestione materiali	Movimentazione, svuotamento big bag. Gestione impianto.	big bag	1,5	0,07	200

8.2 INTERVENTI TPF

Gli interventi in area TPF includono la asportazione di matrici residue che potrebbero avere rilevanza radiologica.

Le attività

- verranno effettuate in un periodo (anno) successivo all'intervento di rimozione e trattamento delle Palte Fosfatiche
- verranno effettuate mediante l'impiego di attrezzature analoghe a quelle utilizzate per le Palte Fosfatiche mediante il conferimento al medesimo impianto di trattamento precedentemente utilizzato
- comporteranno una potenziale dose (considerando matrici analoghe a quelle delle Palte Fosfatiche) agli operatori pari al massimo al 10% della dose stimata per le Palte Fosfatiche.

8.3 ALLESTIMENTO E COLTIVAZIONE MODULO PALTE FOSFATICHE (MPF)

L'allestimento del MPF (Modulo Palte Fosfatiche), non presenta rischi di tipo radiologico, in quanto costituisce la fase di preparazione preventiva dell'area nella quale verranno ubicate le matrici contaminate contenute nei big bag.

Per il posizionamento dei big bag trattati nel MPF si considera che il lavoratore addetto alle operazioni di allocazione dei big-bag nel MPF possa permanere ad una distanza di 1 metro da un muro di big-bag avente dimensioni pari a 12m x 8m per un'altezza massima pari a 4,5m (si considera lo scenario peggiorativo, quindi sul lato lungo del muro). Ai fini del calcolo della dose da irraggiamento ai lavoratori, si tiene conto del rateo di equivalente di dose ambientale calcolato con il software MicroShield (tabella 6).

Il rischio che il lavoratore addetto alle attività di allocazione dei big-bag nel MPF venga in contatto con le matrici contaminate si ritiene trascurabile.

Relativamente alle attività di copertura si considera che il lavoratore addetto a questa attività permarrà ad una distanza dai big-bag non inferiore ad 1 metro, per un tempo non superiore al 50% delle ore lavorative effettive. Cautelativamente viene considerato uno scenario espositivo uguale a quello descritto precedentemente (Allocazione in MPF).

8.4 Ulteriori attività

8.4.1 Riquilifica dell'area Palte Fosfatiche: non si prevedono rischi di tipo radiologico a seguito della bonifica dell'area.

8.4.2 Smobilizzo cantiere dall'area palte Fosfatiche: eventuali residui di matrice contaminata potrebbero rimanere sulle superfici delle componenti di cantiere; effettuando le operazioni di lavaggio e smobilizzo, indossando i DPI aventi caratteristiche minime riportate al paragrafo 13, si ritiene che sia il rischio di irraggiamento, che il rischio di contaminazione possano essere considerati trascurabili.

8.4.3 Monitoraggio ante operam: i monitoraggi ante operam sono stati eseguiti in date precedenti al presente documento; allo stato attuale non si prevede di effettuarne di ulteriori.

8.4.4 Monitoraggio in corso d'opera: i monitoraggi previsti allo stato attuale sono i seguenti

- rilievi strumentali di rateo di equivalente di dose ambientale effettuati presso i big bag in uscita dall'area palte Fosfatiche;
- monitoraggio della concentrazione di Radon nell'aria all'interno della tensostruttura.



9. VALUTAZIONE DI DOSE DA RADON

9.1 Valutazione Radon all'interno della tensostruttura

Per quanto concerne l'accumulo di radon nel deposito viene di seguito sviluppato il calcolo basato su condizioni cautelative a partire dalle formule (Eq 10 e Eq 11) della pubblicazione Radiation Protection 122 Part II considerando:

$\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$ densità dei materiali contenuti nei big bag

$R = 138 \text{ Bq/kg}$ attività del Ra-226

$E = 0,2$ coefficiente di emanazione

$\lambda = 0,0000021$ decay constant

$D = 0,000002$ coefficiente di diffusione

$H = 2 \text{ m}$ altezza dell'elemento emittente

Sulla base di quanto sopra risulta che l'esalazione di radon, J , è pari a **275 Bq/(m²/h)**.

Supponendo che:

$A = 225 \text{ m}^2$ superficie di emanazione (Nella valutazione viene considerato che il capping verrà rimosso, contestualmente alle attività di bonifica, secondo celle aventi dimensioni pari a 15 x 15 metri)

$V = 15000 \text{ m}^3$ volume deposito

$\lambda = 4$ numero di ricambi orari d'aria

Ne consegue che la **concentrazione di Rn-222** nel deposito è **1 Bq/m³**.

Come indicato dal D.Lgs. 101 /2021, ai fini della valutazione della dose efficace annua si applica il fattore convenzionale di conversione pari a $6,7 \times 10^{-9} \text{ Sv}/(\text{Bq h m}^3)$ riportato nel documento ICRP 137.

Moltiplicando la concentrazione di Rn-222 per il fattore di conversione di cui sopra si ottiene una dose da radon, per gli operatori che movimenteranno i big bag nel deposito D15, pari a **0,0069 micro Sv/h**.

9.2 Valutazione Radon nel Modulo Palte Fosfatice

Considerando che il MPF è un'area esterna e che le matrici saranno confezionate all'interno dei big bag, pur ammettendo una certa permeabilità della plastica, si ritiene che l'esposizione al Radon per i lavoratori che opereranno presso il MPF, o in prossimità di esso, sia trascurabile.

10. VALUTAZIONI DI DOSE AI LAVORATORI

10.1 Attività di scavo e trattamento Palte Fosfatice

Mansione	ore/anno	Dose da Irraggiamento	Dose da Inalazione	Dose da Ingestione	Dose da contaminazione cutanea	Dose da Radon	Dose complessiva per attività	Dose complessiva per addetto
		micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv
Addetti realizzazione accantieramento	120	2,4					2,4	6,4
	200	4					4	
Addetti montaggio capannone: opere civili	160	3,2					3,2	60,82
	160	33,6	20,7	1,4	0,816	1,104	57,62	
Addetti montaggio capannoni: opere impiantistiche	200	4					4	47,24
	120	25,2	15,5	1,1	0,612	0,828	43,24	

Mansione	ore/anno	Dose da Irraggiamento	Dose da Inalazione	Dose da Ingestione	Dose da contaminazione cutanea	Dose da Radon	Dose complessiva per attività	Dose complessiva per addetto
		micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv	micro Sv
Addetto scavi palte fosfatiche	40	2,8	5,2	0,4			8,4	241,73
	100	7	12,9	0,9			20,8	
	510	107,1	66	4,5	2,601	3,519	183,72	
	80	16,8	10,4	0,8	0,4	0,6	28,8	
Addetti alla gestione dei materiali di scavo insaccati	163	60,31	21,1	1,4	0,83	1,12	84,76	89,86
Addetti alla gestione dei materiali trattati insaccati	10	3,7	1,3	0,1			5,1	
Addetti alla movimentazione dei big- bag matrici trattate	163	11,41					11,41	25,41
	200	14					14	
Addetti alla verifica di fondo scavo	41	0,82					0,82	0,82
Addetti alla gestione dell'impianto	200	14	25,9	1,8			41,7	41,7

10.3 Attività TPF

Mansione	Dose complessiva stimata per addetto	
	micro Sv	
Addetti realizzazione accantieramento	0,6	
Addetti montaggio capannone: opere civili	5,8	
Addetti montaggio capannoni: opere impiantistiche	4,3	
Addetto scavi palte fosfatiche - rimane in cabina ad una distanza di circa 3 metri da matrici aspirate. Il tubo è collegato ad una tramoggia che riempie i Big Bag - il telone di copertura viene rimosso progressivamente. Materiali di scavo inseriti in big bag.	11,4	
Addetti alla gestione dei materiali di scavo insaccati	4,5	
Addetti alla gestione dei materiali trattati insaccati		
Addetti alla movimentazione dei big- bag matrici trattate	1,3	
Addetti alla verifica di fondo scavo	0,0	
Addetti alla gestione dell'impianto	2,1	

10.3 Attività MPF

MATRICE MEDIA ARITMETICA (tutti i campioni compresi i sacchi)																									
Attività	Durata attività		Ore lavorate anno (per calcolo contaminazione)	Ore considerate per il calcolo dell'esposizione esterna		N° Lavoratori impiegati per attività	Rapporto di equivalenze di dose ambientale	Dose efficace da irraggiamento [microSv]	Dose da inalazione (senza mascherina FFP3)		Dose da inalazione (con mascherina FFP3)		Dose da ingestione (senza mascherina FFP3)		Dose da ingestione (con mascherina FFP3)		Dose da contaminazione cutanea		Dose da Radon (tensostruttura chiusa)		Dose da Radon (tensostruttura aperta)		Dose totale (senza mascherina FFP3)	Dose totale (con mascherina FFP3)	
	Giorni	Ore		Ore	Ore				[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]	[microSv]	[microSv/h]
TRASPORTO	380	3040	0	750	1	0,042	31,5	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,00000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	31,5	31,5
ALLOCAZIONE IN MPF	380	3040	0	325	1	0,712	231,4	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,00000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	231,4	231,4
COBERTURA MPF	60	480	480	240	1	0,712	170,9	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,00000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	170,9	170,9

Tabella 7 – Valutazione di dose ai lavoratori

11. VALUTAZIONI DI DOSE ALL'INDIVIDUO RAPPRESENTATIVO E ALLA POPOLAZIONE

Per l'individuo rappresentativo (ditte esterne non interessate direttamente alle attività) si effettua la valutazione di dose considerando:

- un tempo di permanenza nelle aree esterne all'area Palte Fosfatice pari a $\frac{1}{4}$ delle ore lavorative annuali;
- che la dose efficace da irraggiamento esterno sia trascurabile;
- che la dose impegnata per inalazione e ingestione sia pari al 25% di quella riportata in tabella 7 senza utilizzo della maschera FFP3.

Nella seguente tabella viene riportata la dose risultante dalla somma dei contributi.

Ore considerate	500
Dose efficace per irraggiamento [microSv]	0
Dose impegnata per inalazione [microSv]	16,37
Dose impegnata per ingestione [microSv]	1,25
DOSE EFFICACE COMPLESSIVA [microSv]	17,57

Per la popolazione, considerando che l'area urbana più vicina alla zona oggetto delle attività dista approssimativamente 2,5 km, si effettua la valutazione di dose considerando che:

- il tempo è l'anno nella sua interezza (365 giorni);
- la dose efficace da irraggiamento esterno sia trascurabile;
- la dose impegnata per inalazione e ingestione (anche senza l'utilizzo della maschera FFP3) sia trascurabile.

La dose valutata viene riportata nella seguente tabella.

Giorni considerati	365
Dose efficace per irraggiamento [microSv]	0
Dose impegnata per inalazione [microSv]	0
Dose impegnata per ingestione [microSv]	0
DOSE EFFICACE COMPLESSIVA [microSv]	< 10

12. VALUTAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI

Viene valutato il caso di uno spargimento accidentale delle matrici contaminate durante il trasporto al di fuori dell'area Palte Fosfatice.

Al paragrafo 18.2 vengono riportate le prescrizioni da adottare nell'eventualità presa in esame.

Di seguito viene valutata la dose potenzialmente assorbita e impegnata dai lavoratori in seguito all'evento incidentale, utilizzando i seguenti parametri.

Come rateo di equivalente di dose ambientale si assume un valore pari a quello calcolato con il software MicroShield per un big-bag alla distanza di 2 metri (tabella 7), pari a 0,143 microSv/h.

Come tempo per la risoluzione dell'evento si assume siano necessarie non più di 8 ore.

Nonostante la matrice contenuta nel big bag sia stata sottoposta a stabilizzazione tramite miscelazione con cemento e acqua prima del confezionamento, alla concentrazione di polveri nell'aria viene cautelativamente assegnato un valore pari a 1 mg/m³.

Tempo di intervento considerato [ore]	8
Dose efficace per irraggiamento [microSv]	0,376
Dose impegnata per inalazione senza maschera [microSv]	1,048
Dose impegnata per ingestione senza maschera [microSv]	0,72
DOSE EFFICACE COMPLESSIVA senza maschera [microSv]	1,424
Dose impegnata per inalazione CON maschera [microSv]	0,056
Dose impegnata per ingestione CON maschera [microSv]	0,0032
DOSE EFFICACE COMPLESSIVA CON maschera [microSv]	0,432

13. CARATTERISTICHE MINIME DPI

Tuta usa e getta in Tyvek	
Stivali in gomma	
Maschera facciale FFP3	
Guanti usa e getta in PVC o NITRILE	
Occhiali di protezione	

14. NORME INTERNE DI RADIOPROTEZIONE: ATTIVITA' IN PRESENZA DI TENORM

RADIONUCLIDI NATURALI CON CONCENTRAZIONI SUPERIORI AI VALORI AMBIENTALI	
TIPO DI EMISSIONE:	Gamma / alfa / beta
RISCHIO:	Irraggiamento Contaminazione



ATTIVITÀ IN PRESENZA DI RADIAZIONI IONIZZANTI	Prima di accedere o eseguire attività all'interno dell'area, il personale deve aver ricevuto informazione sui rischi specifici derivanti dall'esposizione a radiazioni ionizzanti.
DIVIETI	E' vietato manomettere la segnaletica di sicurezza.
	E' vietato mangiare, bere o fumare all'interno delle aree oggetto delle attività.
	Le donne in stato di gravidanza o in periodo di allattamento non possono essere adibite ad attività lavorative che comportino esposizione a radiazioni ionizzanti.
DPI	I lavoratori devono indossare la tuta usa e getta in tyvek o in alternativa una tuta di cotone nella stagione piu calda.
	I lavoratori devono utilizzare stivali in gomma.
	I lavoratori devono utilizzare la maschera facciale FFP3.
	I lavoratori devono utilizzare guanti usa e getta in PVC o nitrile.
	I lavoratori devono utilizzare occhiali di protezione.
SEGNALAZIONI / COMUNICAZIONI	I lavoratori devono segnalare immediatamente al Datore di Lavoro, al dirigente o al preposto le eventuali deficienze dei dispositivi di radioprotezione, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza.

E' fatto obbligo a tutti i lavoratori che si trovano all'interno delle aree operative, di utilizzare i DPI prescritti, pena l'immediato allontanamento dal cantiere e relativa interdizione per tutta la durata dei lavori. Qualora sussistesse la necessità di togliere uno qualsiasi dei DPI prescritti, il lavoratore deve preventivamente uscire dalle aree operative e portarsi in zona sicura.

15. CLASSIFICAZIONE DEI LAVORATORI AI FINI DEL RISCHIO RADIOLOGICO

Per i lavoratori coinvolti nelle attività contemplate nel presente documento, nel rispetto delle tempistiche, modalità e prescrizioni riportate, si ritiene sufficiente la classificazione come "Lavoratore non Esposto".

16. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE AI FINI DEL RISCHIO RADIOLOGICO

Per le aree contemplate nel presente documento, nel rispetto delle tempistiche, modalità e prescrizioni riportate, non si ritiene necessaria la classificazione ai fini radiologici.

17. MONITORAGGIO RADIOMETRICO

Le operazioni previste per il monitoraggio ambientale durante le attività di bonifica saranno svolte con modalità preventivamente concordate con le autorità competenti.

18. PRESCRIZIONI DI RADIOPROTEZIONE E PROVVEDIMENTI DA ATTUARE

Al fine di assicurare la sorveglianza fisica della protezione, con l'obiettivo di contenere le dosi potenzialmente assorbibili al livello più basso ragionevolmente ottenibile, in accordo con il principio di limitazione delle dosi, dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate nel presente capitolo.

18.1 Prescrizioni di radioprotezione

- Gli Esperti di Radioprotezione delle ditte operanti per lo svolgimento delle operazioni del POB Fase 2, dovranno predisporre un Documento di Valutazione dei Rischi Radiologici che prenda in considerazione le valutazioni e le prescrizioni riportate nel presente documento, nonché le eventuali ulteriori prescrizioni contenute nel benestare emesso dagli organi competenti a valle dell'istruttoria da parte della Commissione Tecnica nominata dal Prefetto.
- Durante le attività da effettuarsi all'interno delle aree considerate nel presente documento, dovranno essere utilizzati i DPI aventi come minimo le caratteristiche descritte nella tabella riportata al paragrafo 13;
- dovranno essere rispettate le "Norme Interne di Sicurezza e Radioprotezione: attività in presenza di TENORM" (paragrafo 14).
- Il Datore di Lavoro, prima di dare inizio alle attività lavorative presso le aree considerate nel presente documento, dovrà rendere edotti i lavoratori coinvolti, dei rischi radiologici specifici presenti a cui saranno soggetti.
- Presso tutti gli accessi alle aree operative dovrà essere apposta opportuna segnaletica indicante il rischio da radiazioni ionizzanti. Tale segnaletica dovrà avere caratteristiche tali da garantire una chiara leggibilità anche in condizioni di prolungata esposizione ad agenti atmosferici.
- Presso tutti gli accessi alle aree operative dovranno essere apposti cartelli riportanti le Norme Interne di Radioprotezione indicate dall'Esperto di Radioprotezione incaricato ed emesse dal Datore di Lavoro; tali cartelli dovranno avere caratteristiche tali da garantire una chiara leggibilità anche in condizioni di prolungata esposizione ad agenti atmosferici.
- È fatto obbligo a tutti i lavoratori di rispettare le Norme Interne di radioprotezione.
- Qualora si rendessero necessarie attività non contemplate nel presente documento, le stesse dovranno essere oggetto di una nuova valutazione del rischio radiologico da parte dell'Esperto di Radioprotezione incaricato.
- Qualora le attività contemplate nel presente documento dovessero subire variazioni nelle modalità di esecuzione, nelle tempistiche o quant'altro, le stesse dovranno essere oggetto di una nuova valutazione del rischio radiologico da parte dell'Esperto di Radioprotezione incaricato.
- È fatto obbligo ai lavoratori coinvolti in attività con rischio di contaminazione di utilizzare il locale decontaminazione appositamente allestito all'interno della tensostruttura.

18.2 Prescrizioni in caso di evento incidentale

Se durante il trasporto si dovesse verificare un incidente con spargimento delle matrici confezionate nel big-bag, sarà necessario rispettare le prescrizioni riportate di seguito.

- Tutti i lavoratori non coinvolti nelle attività di recupero delle matrici contaminate dovranno prontamente portarsi in una posizione sopravento, ad una adeguata distanza, rispetto al punto di spargimento;
- segnalare immediatamente l'incidente ai responsabili dell'attività e alla Committente;



- segnalare prontamente l'incidente all'Esperto di Radioprotezione incaricato;
- tutto il personale coinvolto nelle attività di recupero delle matrici contaminate dovrà indossare i DPI riportati al paragrafo 13;
- tutti i lavoratori coinvolti nelle attività di recupero, per quanto consentito dalle operazioni, dovranno operare da una posizione sopravento rispetto al punto di spargimento, mantenendo la maggior distanza possibile dalle matrici;
- recintare immediatamente l'area con opportuni paletti e nastri;
- provvedere ad inviare immediatamente un automezzo per la raccolta dei materiali dispersi;
- confezionare la matrice nel big-big, asportando anche una quota di terreno pulito sottostante la matrice prelevata;
- riportare il big bag nell'area di lavaggio con aria compressa ed effettuare le operazioni di pulizia;
- completare l'operazione iniziata prima dell'evento incidentale.

18.3 Ulteriori prescrizioni di carattere operativo

- Dipendentemente dalle caratteristiche costruttive della tensostruttura, la parte di capping da rimuovere per lo scavo, dovrà essere richiusa al termine dei lavori giornalieri, in modo da evitare possibili trafile di acqua piovana e contestualmente impedire la fuoriuscita accidentale delle matrici.
- All'interno della tensostruttura dovrà essere garantito un numero di ricambi ora pari almeno a 4.
- La concentrazione di Radon in aria all'interno della tensostruttura dovrà essere monitorata con misuratori attivi, secondo modalità da concertare con le autorità competenti.
- Qualora si rendessero necessarie attività di sfalcio in area Palte Fosfatice (o prossime ad essa), queste saranno subordinate alla caratterizzazione radiometrica di campioni di vegetazione.
- Dopo ogni operazione con lo scavatore, prima dell'uscita del conducente, il mezzo dovrà essere lavato per minimizzare la possibilità di contaminazione.
- In caso di malfunzionamento del sistema di abbattimento delle polveri aerodisperse, le attività dovranno essere interrotte.
- Deve essere previsto un sistema ridondante per l'abbattimento delle polveri aerodisperse che entri in funzione nel caso di malfunzionamento del sistema di abbattimento principale, per la durata necessaria ad abbattere le polveri residue rimaste in sospensione dopo l'interruzione delle attività.
- Il sistema di lavaggio ad aria compressa, qualora installato in area chiusa, dovrà essere integrato con un sistema di aspirazione e filtrazione dell'aria allo scopo di minimizzare la dispersione aerea delle matrici.

19. GESTIONE DEI RIFIUTI

La scelta delle vie di smaltimento dei rifiuti prodotti durante le attività contemplate nel presente documento, dovrà essere subordinata a caratterizzazione radiometrica degli stessi.

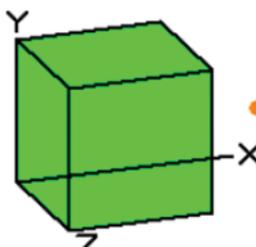
20. BENESTARE PREVENTIVO

Alle condizioni descritte nel presente documento, si rilascia il benestare preventivo, dal punto di vista della sorveglianza fisica, allo svolgimento delle attività considerate.

ALLEGATO 1 Calcoli MicroShield

Geometria: 1 Big-bag
Distanza: 0,5 m

MicroShield 11.21			
Date	Preparer		Reviewer
File Name	Run Date	Run Time	Duration
C:\DOC OFFICE\Società eni\Eni Rewind\Porto Torres\Palte fosfatiche 2023\Palte fosfatiche 23.msld	aprile 12, 2023	10:41:06	00:00:00
Project Info			
Case Title	Palte Fosfatiche		
Description	Porto Torres		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	100,0 cm (3 ft 3,4 in)		
Width	100,0 cm (3 ft 3,4 in)		
Height	100,0 cm (3 ft 3,4 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	150,0 cm (4 ft 11,1 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	1,00e+06 cm ³	Soil	1,4
Air Gap		Air	0,00122

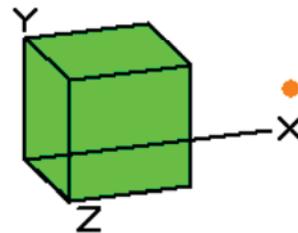


Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
4,000e-02	1,006e+04	6,335e-05	1,148e-04	2,802e-07	5,077e-07	2,446e-07	4,432e-07	2,446e-09	4,432e-09
5,000e-02	2,419e+04	3,386e-04	7,331e-04	9,021e-07	1,953e-06	7,876e-07	1,705e-06	7,876e-09	1,705e-08
6,000e-02	5,634e+05	1,297e-02	3,166e-02	2,577e-05	6,288e-05	2,250e-05	5,489e-05	2,250e-07	5,489e-07
8,000e-02	1,044e+05	4,500e-03	1,312e-02	7,121e-06	2,076e-05	6,216e-06	1,812e-05	6,216e-08	1,812e-07
1,000e-01	4,817e+06	3,081e-01	9,692e-01	4,714e-04	1,483e-03	4,115e-04	1,294e-03	4,115e-06	1,294e-05
1,500e-01	2,371e+06	2,786e-01	8,878e-01	4,588e-04	1,462e-03	4,005e-04	1,276e-03	4,005e-06	1,276e-05
2,000e-01	1,647e+06	2,876e-01	8,712e-01	5,076e-04	1,538e-03	4,431e-04	1,342e-03	4,431e-06	1,342e-05
3,000e-01	6,097e+05	1,842e-01	5,015e-01	3,493e-04	9,513e-04	3,050e-04	8,305e-04	3,050e-06	8,305e-06
4,000e-01	5,366e+05	2,397e-01	5,998e-01	4,670e-04	1,169e-03	4,077e-04	1,020e-03	4,077e-06	1,020e-05
5,000e-01	7,111e+05	4,312e-01	1,010e+00	8,463e-04	1,982e-03	7,388e-04	1,730e-03	7,388e-06	1,730e-05
6,000e-01	2,963e+06	2,311e+00	5,116e+00	4,511e-03	9,986e-03	3,938e-03	8,718e-03	3,938e-05	8,718e-05
8,000e-01	5,948e+06	6,928e+00	1,415e+01	1,318e-02	2,691e-02	1,150e-02	2,349e-02	1,150e-04	2,349e-04
1,000e+00	4,795e+06	7,649e+00	1,469e+01	1,410e-02	2,708e-02	1,231e-02	2,364e-02	1,231e-04	2,364e-04
1,500e+00	1,145e+06	3,250e+00	5,648e+00	5,469e-03	9,502e-03	4,774e-03	8,296e-03	4,774e-05	8,296e-05
2,000e+00	1,874e+05	7,986e-01	1,306e+00	1,235e-03	2,020e-03	1,078e-03	1,764e-03	1,078e-05	1,764e-05
3,000e+00	8,483e+04	6,342e-01	9,578e-01	8,604e-04	1,300e-03	7,512e-04	1,134e-03	7,512e-06	1,134e-05
Total	2,652e+07	2,332e+01	4,675e+01	4,248e-02	8,547e-02	3,709e-02	7,461e-02	3,709e-04	7,461e-04

Geometria: Big-bag

Distanza: 1 m

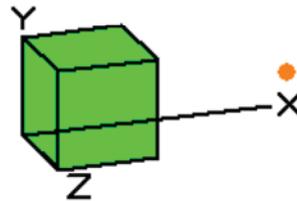
MicroShield 11.21			
Date	Preparer		Reviewer
File Name	Run Date	Run Time	Duration
C:\DOC OFFICE\Società eni\Eni Rewind\Porto Torres\Palte fosfatiche 2023\Palte fosfatiche 23.msd	aprile 12, 2023	10:37:15	00:00:00
Project Info			
Case Title	Palte Fosfatiche		
Description	Porto Torres		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	100,0 cm (3 ft 3,4 in)		
Width	100,0 cm (3 ft 3,4 in)		
Height	100,0 cm (3 ft 3,4 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	200,0 cm (6 ft 6,7 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	1,00e+06 cm ³	Soil	1,4
Air Gap		Air	0,00122



Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
4,000e-02	1,006e+04	2,547e-05	4,487e-05	1,126e-07	1,984e-07	9,832e-08	1,732e-07	9,832e-10	1,732e-09
5,000e-02	2,419e+04	1,307e-04	2,766e-04	3,482e-07	7,369e-07	3,040e-07	6,433e-07	3,040e-09	6,433e-09
6,000e-02	5,634e+05	4,967e-03	1,207e-02	9,867e-06	2,397e-05	8,614e-06	2,093e-05	8,614e-08	2,093e-07
8,000e-02	1,044e+05	1,722e-03	5,040e-03	2,725e-06	7,976e-06	2,379e-06	6,963e-06	2,379e-08	6,963e-08
1,000e-01	4,817e+06	1,181e-01	3,757e-01	1,806e-04	5,749e-04	1,577e-04	5,018e-04	1,577e-06	5,018e-06
1,500e-01	2,371e+06	1,070e-01	3,466e-01	1,763e-04	5,708e-04	1,539e-04	4,983e-04	1,539e-06	4,983e-06
2,000e-01	1,647e+06	1,107e-01	3,410e-01	1,954e-04	6,019e-04	1,706e-04	5,255e-04	1,706e-06	5,255e-06
3,000e-01	6,097e+05	7,108e-02	1,971e-01	1,348e-04	3,738e-04	1,177e-04	3,263e-04	1,177e-06	3,263e-06
4,000e-01	5,366e+05	9,272e-02	2,364e-01	1,807e-04	4,606e-04	1,577e-04	4,021e-04	1,577e-06	4,021e-06
5,000e-01	7,111e+05	1,671e-01	3,990e-01	3,281e-04	7,832e-04	2,864e-04	6,837e-04	2,864e-06	6,837e-06
6,000e-01	2,963e+06	8,974e-01	2,026e+00	1,752e-03	3,955e-03	1,529e-03	3,452e-03	1,529e-05	3,452e-05
8,000e-01	5,948e+06	2,699e+00	5,625e+00	5,134e-03	1,070e-02	4,482e-03	9,340e-03	4,482e-05	9,340e-05
1,000e+00	4,795e+06	2,989e+00	5,859e+00	5,510e-03	1,080e-02	4,810e-03	9,429e-03	4,810e-05	9,429e-05
1,500e+00	1,145e+06	1,278e+00	2,268e+00	2,151e-03	3,816e-03	1,878e-03	3,332e-03	1,878e-05	3,332e-05
2,000e+00	1,874e+05	3,158e-01	5,272e-01	4,883e-04	8,152e-04	4,263e-04	7,117e-04	4,263e-06	7,117e-06
3,000e+00	8,483e+04	2,528e-01	3,893e-01	3,430e-04	5,281e-04	2,995e-04	4,611e-04	2,995e-06	4,611e-06
Total	2,652e+07	9,106e+00	1,861e+01	1,659e-02	3,401e-02	1,448e-02	2,969e-02	1,448e-04	2,969e-04

Geometria: 1 Big-bag
Distanza: 1,5 m

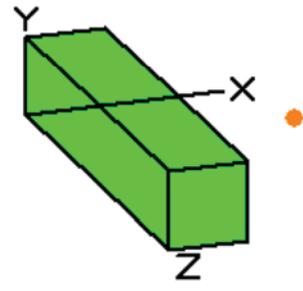
Date				Preparer		Reviewer	
File Name				Run Date	Run Time	Duration	
C:\DOC OFFICE\Società eni\Eni Rewind\Porto Torres\Palte fosfatiche 2023\Palte fosfatiche 23.ms				aprile 12, 2023	10:43:42	00:00:00	
Project Info							
Case Title				Palte Fosfatiche			
Description				Porto Torres			
Geometry				13 - Rectangular Volume			
Source Dimensions							
Length		100,0 cm (3 ft 3,4 in)					
Width		100,0 cm (3 ft 3,4 in)					
Height		100,0 cm (3 ft 3,4 in)					
Dose Points							
A	X	Y	Z				
#1	250,0 cm (8 ft 2,4 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)				
Shields							
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)				
Source	1,00e+06 cm ³	Soil	1,4				
Air Gap		Air	0,00122				



Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
4,000e-02	1,006e+04	1,270e-05	2,226e-05	5,617e-08	9,844e-08	4,903e-08	8,594e-08	4,903e-10	8,594e-10
5,000e-02	2,419e+04	6,475e-05	1,370e-04	1,725e-07	3,650e-07	1,506e-07	3,187e-07	1,506e-09	3,187e-09
6,000e-02	5,634e+05	2,463e-03	6,025e-03	4,892e-06	1,197e-05	4,271e-06	1,045e-05	4,271e-08	1,045e-07
8,000e-02	1,044e+05	8,568e-04	2,539e-03	1,356e-06	4,018e-06	1,184e-06	3,508e-06	1,184e-08	3,508e-08
1,000e-01	4,817e+06	5,889e-02	1,905e-01	9,009e-05	2,914e-04	7,865e-05	2,544e-04	7,865e-07	2,544e-06
1,500e-01	2,371e+06	5,357e-02	1,768e-01	8,822e-05	2,911e-04	7,702e-05	2,542e-04	7,702e-07	2,542e-06
2,000e-01	1,647e+06	5,553e-02	1,745e-01	9,801e-05	3,080e-04	8,556e-05	2,689e-04	8,556e-07	2,689e-06
3,000e-01	6,097e+05	3,578e-02	1,012e-01	6,787e-05	1,920e-04	5,925e-05	1,676e-04	5,925e-07	1,676e-06
4,000e-01	5,366e+05	4,680e-02	1,218e-01	9,118e-05	2,373e-04	7,960e-05	2,072e-04	7,960e-07	2,072e-06
5,000e-01	7,111e+05	8,455e-02	2,060e-01	1,660e-04	4,044e-04	1,449e-04	3,530e-04	1,449e-06	3,530e-06
6,000e-01	2,963e+06	4,549e-01	1,048e+00	8,880e-04	2,046e-03	7,752e-04	1,786e-03	7,752e-06	1,786e-05
8,000e-01	5,948e+06	1,373e+00	2,919e+00	2,612e-03	5,552e-03	2,280e-03	4,847e-03	2,280e-05	4,847e-05
1,000e+00	4,795e+06	1,525e+00	3,049e+00	2,811e-03	5,620e-03	2,454e-03	4,906e-03	2,454e-05	4,906e-05
1,500e+00	1,145e+06	6,565e-01	1,187e+00	1,104e-03	1,997e-03	9,642e-04	1,743e-03	9,642e-06	1,743e-05
2,000e+00	1,874e+05	1,630e-01	2,770e-01	2,520e-04	4,283e-04	2,200e-04	3,739e-04	2,200e-06	3,739e-06
3,000e+00	8,483e+04	1,314e-01	2,057e-01	1,783e-04	2,791e-04	1,557e-04	2,437e-04	1,557e-06	2,437e-06
Total	2,652e+07	4,643e+00	9,665e+00	8,454e-03	1,766e-02	7,380e-03	1,542e-02	7,380e-05	1,542e-04

Geometria: Fronte Palte
Distanza: 3 m

MicroShield 11.21			
Date	Preparer		Reviewer
File Name	Run Date	Run Time	Duration
C:\DOC OFFICE\Società eni\Eni Rewind\Porto Torres\Palte fosfatiche 2023\Palte fosfatiche 23.ms	aprile 12, 2023	10:52:19	00:00:00
Project Info			
Case Title	Palte Fosfatiche		
Description	Porto Torres		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	200,0 cm (6 ft 6,7 in)		
Width	1,0e+3 cm (32 ft 9,7 in)		
Height	200,0 cm (6 ft 6,7 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	500,0 cm (16 ft 4,9 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	500,0 cm (16 ft 4,9 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	40,0 m ³	Soil	1,4
Air Gap		Air	0,00122



Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
4,000e-02	4,023e+05	1,572e-05	3,497e-05	6,953e-08	1,547e-07	6,070e-08	1,350e-07	6,070e-10	1,350e-09
5,000e-02	9,678e+05	1,320e-04	3,591e-04	3,516e-07	9,567e-07	3,070e-07	8,352e-07	3,070e-09	8,352e-09
6,000e-02	2,254e+07	5,941e-03	1,802e-02	1,180e-05	3,579e-05	1,030e-05	3,125e-05	1,030e-07	3,125e-07
8,000e-02	4,175e+06	2,258e-03	7,561e-03	3,573e-06	1,197e-05	3,120e-06	1,045e-05	3,120e-08	1,045e-07
1,000e-01	1,927e+08	1,587e-01	5,575e-01	2,429e-04	8,529e-04	2,120e-04	7,446e-04	2,120e-06	7,446e-06
1,500e-01	9,485e+07	1,472e-01	5,177e-01	2,424e-04	8,525e-04	2,116e-04	7,442e-04	2,116e-06	7,442e-06
2,000e-01	6,588e+07	1,540e-01	5,158e-01	2,718e-04	9,104e-04	2,373e-04	7,948e-04	2,373e-06	7,948e-06
3,000e-01	2,439e+07	1,004e-01	3,024e-01	1,905e-04	5,736e-04	1,663e-04	5,008e-04	1,663e-06	5,008e-06
4,000e-01	2,147e+07	1,326e-01	3,676e-01	2,583e-04	7,163e-04	2,255e-04	6,253e-04	2,255e-06	6,253e-06
5,000e-01	2,844e+07	2,413e-01	6,252e-01	4,736e-04	1,227e-03	4,134e-04	1,071e-03	4,134e-06	1,071e-05
6,000e-01	1,185e+08	1,306e+00	3,199e+00	2,550e-03	6,245e-03	2,226e-03	5,452e-03	2,226e-05	5,452e-05
8,000e-01	2,379e+08	3,986e+00	8,993e+00	7,582e-03	1,710e-02	6,620e-03	1,493e-02	6,620e-05	1,493e-04
1,000e+00	1,918e+08	4,470e+00	9,473e+00	8,239e-03	1,746e-02	7,193e-03	1,524e-02	7,193e-05	1,524e-04
1,500e+00	4,582e+07	1,962e+00	3,753e+00	3,301e-03	6,314e-03	2,882e-03	5,512e-03	2,882e-05	5,512e-05
2,000e+00	7,497e+06	4,948e-01	8,903e-01	7,652e-04	1,377e-03	6,680e-04	1,202e-03	6,680e-06	1,202e-05
3,000e+00	3,393e+06	4,091e-01	6,791e-01	5,550e-04	9,214e-04	4,845e-04	8,043e-04	4,845e-06	8,043e-06
Total	1,061e+09	1,357e+01	2,990e+01	2,469e-02	5,460e-02	2,155e-02	4,767e-02	2,155e-04	4,767e-04



Geometria: MPF - Parallelepipedo 12 m x 8 m x h 4,5 m - lato lungo
 Distanza: 1 m

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-11_57_11.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

MicroShield 11.21
eni

Date	Preparer	Reviewer	
File Name	Run Date	Run Time	Duration
Case1	gennaio 18, 2021	11:57:10	00:00:00
Project Info			
Case Title	Case 1		
Description	Case 1		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	800,0 cm (26 ft 3,0 in)		
Width	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)		
Height	450,0 cm (14 ft 9,2 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	900,0 cm (29 ft 6,3 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	432,0 m ³	Palte	1,4
Air Gap		Air	0,00122

Source Input: Gaussian Method - Standard Indices

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-11_57_11.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Results

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
1,500e-02	4,820e+09	0,000e+00	2,019e-25	0,000e+00	1,732e-26	0,000e+00	1,512e-26	0,000e+00	1,512e-28
4,000e-02	4,347e+06	1,155e-56	1,446e-27	5,107e-59	6,397e-30	4,458e-59	5,584e-30	4,458e-61	5,584e-32
5,000e-02	1,046e+07	6,007e-32	3,097e-27	1,600e-34	8,249e-30	1,397e-34	7,202e-30	1,397e-36	7,202e-32
6,000e-02	2,433e+08	2,770e-19	5,579e-19	5,501e-22	1,108e-21	4,802e-22	9,674e-22	4,802e-24	9,674e-24
8,000e-02	4,904e+07	1,725e-10	3,174e-10	2,730e-13	5,024e-13	2,383e-13	4,386e-13	2,383e-15	4,386e-15
1,000e-01	2,092e+09	3,139e-05	5,236e-05	4,802e-08	8,010e-08	4,192e-08	6,993e-08	4,192e-10	6,993e-10
1,500e-01	1,047e+09	1,634e-02	3,262e-02	2,690e-05	5,372e-05	2,349e-05	4,689e-05	2,349e-07	4,689e-07
2,000e-01	8,041e+08	1,062e-01	2,504e-01	1,874e-04	4,420e-04	1,636e-04	3,859e-04	1,636e-06	3,859e-06
3,000e-01	2,592e+08	1,688e-01	4,200e-01	3,201e-04	7,967e-04	2,795e-04	6,956e-04	2,795e-06	6,956e-06
4,000e-01	2,314e+08	3,117e-01	7,995e-01	6,073e-04	1,558e-03	5,301e-04	1,360e-03	5,301e-06	1,360e-05
5,000e-01	3,060e+08	6,588e-01	1,668e+00	1,293e-03	3,275e-03	1,129e-03	2,859e-03	1,129e-05	2,859e-05
6,000e-01	1,280e+09	3,916e+00	9,631e+00	7,643e-03	1,880e-02	6,673e-03	1,641e-02	6,673e-05	1,641e-04
8,000e-01	2,567e+09	1,324e+01	3,058e+01	2,518e-02	5,816e-02	2,199e-02	5,077e-02	2,199e-04	5,077e-04
1,000e+00	2,059e+09	1,569e+01	3,419e+01	2,892e-02	6,302e-02	2,525e-02	5,501e-02	2,525e-04	5,501e-04
1,500e+00	4,927e+08	7,394e+00	1,397e+01	1,244e-02	2,351e-02	1,086e-02	2,052e-02	1,086e-04	2,052e-04
2,000e+00	8,097e+07	1,892e+00	3,404e+00	2,926e-03	5,264e-03	2,554e-03	4,595e-03	2,554e-05	4,595e-05
3,000e+00	3,682e+07	1,514e+00	2,560e+00	2,054e-03	3,473e-03	1,793e-03	3,032e-03	1,793e-05	3,032e-05
Total	1,638e+10	4,491e-01	9,750e-01	8,160e-02	1,783e-01	7,124e-02	1,557e-01	7,124e-04	1,557e-03



Geometria: MPF - Parallelepipedo 12 m x 8 m x h 4,5 m - lato lungo
 Distanza: 2 m

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-11_58_32.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Date	Preparer	Reviewer	
File Name	Run Date	Run Time	Duration
Case1	gennaio 18, 2021	11:58:31	00:00:00
Project Info			
Case Title	Case 1		
Description	Case 1		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	800,0 cm (26 ft 3,0 in)		
Width	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)		
Height	450,0 cm (14 ft 9,2 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	1,0e+3 cm (32 ft 9,7 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	432,0 m ³	Palte	1,4
Air Gap		Air	0,00122

Source Input: Geom: Method: Standard Indices

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-11_58_32.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
1,500e-02	4,820e+09	0,000e+00	1,403e-25	0,000e+00	1,204e-26	0,000e+00	1,051e-26	0,000e+00	1,051e-28
4,000e-02	4,347e+06	9,283e-57	1,005e-27	4,106e-59	4,446e-30	3,584e-59	3,881e-30	3,584e-61	3,881e-32
5,000e-02	1,046e+07	5,724e-32	2,152e-27	1,525e-34	5,733e-30	1,331e-34	5,005e-30	1,331e-36	5,005e-32
6,000e-02	2,433e+08	2,797e-19	5,634e-19	5,555e-22	1,119e-21	4,849e-22	9,769e-22	4,849e-24	9,769e-24
8,000e-02	4,904e+07	1,656e-10	3,046e-10	2,620e-13	4,819e-13	2,288e-13	4,207e-13	2,288e-15	4,207e-15
1,000e-01	2,092e+09	2,875e-05	4,792e-05	4,399e-08	7,331e-08	3,840e-08	6,400e-08	3,840e-10	6,400e-10
1,500e-01	1,047e+09	1,395e-02	2,776e-02	2,297e-05	4,572e-05	2,006e-05	3,991e-05	2,006e-07	3,991e-07
2,000e-01	8,041e+08	8,792e-02	2,060e-01	1,552e-04	3,637e-04	1,355e-04	3,175e-04	1,355e-06	3,175e-06
3,000e-01	2,592e+08	1,355e-01	3,317e-01	2,570e-04	6,292e-04	2,243e-04	5,493e-04	2,243e-06	5,493e-06
4,000e-01	2,314e+08	2,458e-01	6,139e-01	4,789e-04	1,196e-03	4,181e-04	1,044e-03	4,181e-06	1,044e-05
5,000e-01	3,060e+08	5,133e-01	1,257e+00	1,008e-03	2,467e-03	8,796e-04	2,153e-03	8,796e-06	2,153e-05
6,000e-01	1,280e+09	3,022e+00	7,156e+00	5,899e-03	1,397e-02	5,150e-03	1,219e-02	5,150e-05	1,219e-04
8,000e-01	2,567e+09	1,007e+01	2,229e+01	1,915e-02	4,239e-02	1,672e-02	3,701e-02	1,672e-04	3,701e-04
1,000e+00	2,059e+09	1,180e+01	2,462e+01	2,175e-02	4,539e-02	1,898e-02	3,962e-02	1,898e-04	3,962e-04
1,500e+00	4,927e+08	5,450e+00	9,910e+00	9,170e-03	1,667e-02	8,005e-03	1,456e-02	8,005e-05	1,456e-04
2,000e+00	8,097e+07	1,379e+00	2,400e+00	2,133e-03	3,711e-03	1,862e-03	3,239e-03	1,862e-05	3,239e-05
3,000e+00	3,682e+07	1,092e+00	1,798e+00	1,482e-03	2,440e-03	1,293e-03	2,130e-03	1,293e-05	2,130e-05
Total	1,638e+10	3,381e+01	7,061e+01	6,150e-02	1,293e-01	5,369e-02	1,129e-01	5,369e-04	1,129e-03



Geometria: MPF - Parallelepipedo 12 m x 8 m x h 4,5 m - lato lungo
 Distanza: 3 m

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-11_59_38.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

MicroShield 11.21
eni

Date	Preparer	Reviewer	
File Name	Run Date	Run Time	Duration
Case1	gennaio 18, 2021	11:59:37	00:00:00
Project Info			
Case Title	Case 1		
Description	Case 1		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	800,0 cm (26 ft 3,0 in)		
Width	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)		
Height	450,0 cm (14 ft 9,2 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	1,1e+3 cm (36 ft 1,1 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	600,0 cm (19 ft 8,2 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	432,0 m ³	Palte	1,4
Air Gap		Air	0,00122

Source Input: Geom: Method: Standard Indices

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-11_59_38.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Results

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
1,500e-02	4,820e+09	0,000e+00	1,040e-25	0,000e+00	8,917e-27	0,000e+00	7,785e-27	0,000e+00	7,785e-29
4,000e-02	4,347e+06	9,345e-57	7,448e-28	4,133e-59	3,294e-30	3,608e-59	2,876e-30	3,608e-61	2,876e-32
5,000e-02	1,046e+07	5,573e-32	1,595e-27	1,485e-34	4,248e-30	1,296e-34	3,708e-30	1,296e-36	3,708e-32
6,000e-02	2,433e+08	2,667e-19	5,372e-19	5,297e-22	1,067e-21	4,624e-22	9,315e-22	4,624e-24	9,315e-24
8,000e-02	4,904e+07	1,517e-10	2,790e-10	2,401e-13	4,414e-13	2,096e-13	3,854e-13	2,096e-15	3,854e-15
1,000e-01	2,092e+09	2,562e-05	4,269e-05	3,920e-08	6,531e-08	3,422e-08	5,701e-08	3,422e-10	5,701e-10
1,500e-01	1,047e+09	1,203e-02	2,390e-02	1,982e-05	3,936e-05	1,730e-05	3,437e-05	1,730e-07	3,437e-07
2,000e-01	8,041e+08	7,372e-02	1,715e-01	1,301e-04	3,027e-04	1,136e-04	2,642e-04	1,136e-06	2,642e-06
3,000e-01	2,592e+08	1,094e-01	2,626e-01	2,076e-04	4,981e-04	1,812e-04	4,348e-04	1,812e-06	4,348e-06
4,000e-01	2,314e+08	1,947e-01	4,723e-01	3,794e-04	9,203e-04	3,312e-04	8,034e-04	3,312e-06	8,034e-06
5,000e-01	3,060e+08	4,016e-01	9,510e-01	7,883e-04	1,867e-03	6,882e-04	1,630e-03	6,882e-06	1,630e-05
6,000e-01	1,280e+09	2,344e+00	5,360e+00	4,574e-03	1,046e-02	3,993e-03	9,133e-03	3,993e-05	9,133e-05
8,000e-01	2,567e+09	7,710e+00	1,650e+01	1,467e-02	3,137e-02	1,280e-02	2,739e-02	1,280e-04	2,739e-04
1,000e+00	2,059e+09	8,952e+00	1,811e+01	1,650e-02	3,339e-02	1,441e-02	2,915e-02	1,441e-04	2,915e-04
1,500e+00	4,927e+08	4,081e+00	7,254e+00	6,867e-03	1,221e-02	5,995e-03	1,066e-02	5,995e-05	1,066e-04
2,000e+00	8,097e+07	1,026e+00	1,755e+00	1,587e-03	2,713e-03	1,386e-03	2,369e-03	1,386e-05	2,369e-05
3,000e+00	3,682e+07	8,087e-01	1,315e+00	1,097e-03	1,784e-03	9,578e-04	1,557e-03	9,578e-06	1,557e-05
Total	1,638e+10	2,571e+01	5,217e+01	4,682e-02	9,555e-02	4,087e-02	8,342e-02	4,087e-04	8,342e-04



Geometria: MPF - Parallelepipedo 12 m x 8 m x h 4,5 m - lato corto
 Distanza: 1 m

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-12_00_42.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Date		Preparer		Reviewer	
File Name		Run Date		Run Time	
Case1		gennaio 18, 2021		12:00:41	
Duration		00:00:00			
Project Info					
Case Title		Case 1			
Description		Case 1			
Geometry		13 - Rectangular Volume			
Source Dimensions					
Length		1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)			
Width		800,0 cm (26 ft 3,0 in)			
Height		450,0 cm (14 ft 9,2 in)			
Dose Points					
A	X	Y	Z		
#1	1,3e+3 cm (42 ft 7,8 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	400,0 cm (13 ft 1,5 in)		
Shields					
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)		
Source	432,0 m ³	Palte	1,4		
Air Gap		Air	0,00122		

Source Input: Gaussian Method - Standard Indices

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\ag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-12_00_42.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
1,500e-02	4,820e+09	0,000e+00	1,803e-25	0,000e+00	1,546e-26	0,000e+00	1,350e-26	0,000e+00	1,350e-28
4,000e-02	4,347e+06	1,565e-02	1,291e-27	6,921e-05	5,711e-30	6,042e-05	4,986e-30	6,042e-07	4,986e-32
5,000e-02	1,046e+07	8,865e-06	2,765e-27	2,362e-08	7,366e-30	2,062e-08	6,430e-30	2,062e-10	6,430e-32
6,000e-02	2,433e+08	1,430e-27	7,245e-26	2,840e-30	1,439e-28	2,479e-30	1,256e-28	2,479e-32	1,256e-30
8,000e-02	4,904e+07	2,898e-14	5,579e-14	4,586e-17	8,829e-17	4,003e-17	7,708e-17	4,003e-19	7,708e-19
1,000e-01	2,092e+09	2,362e-07	4,210e-07	3,613e-10	6,441e-10	3,154e-10	5,623e-10	3,154e-12	5,623e-12
1,500e-01	1,047e+09	2,322e-03	5,203e-03	3,824e-06	8,569e-06	3,338e-06	7,481e-06	3,338e-08	7,481e-08
2,000e-01	8,041e+08	3,294e-02	9,041e-02	5,814e-05	1,596e-04	5,075e-05	1,393e-04	5,075e-07	1,393e-06
3,000e-01	2,592e+08	8,431e-02	2,530e-01	1,599e-04	4,800e-04	1,396e-04	4,190e-04	1,396e-06	4,190e-06
4,000e-01	2,314e+08	1,839e-01	5,769e-01	3,583e-04	1,124e-03	3,128e-04	9,813e-04	3,128e-06	9,813e-06
5,000e-01	3,060e+08	4,249e-01	1,314e+00	8,340e-04	2,579e-03	7,281e-04	2,251e-03	7,281e-06	2,251e-05
6,000e-01	1,280e+09	2,678e+00	7,985e+00	5,228e-03	1,559e-02	4,564e-03	1,361e-02	4,564e-05	1,361e-04
8,000e-01	2,567e+09	9,778e+00	2,685e+01	1,860e-02	5,108e-02	1,624e-02	4,459e-02	1,624e-04	4,459e-04
1,000e+00	2,059e+09	1,218e+01	3,094e+01	2,246e-02	5,703e-02	1,961e-02	4,979e-02	1,961e-04	4,979e-04
1,500e+00	4,927e+08	6,166e+00	1,301e+01	1,037e-02	2,190e-02	9,056e-03	1,912e-02	9,056e-05	1,912e-04
2,000e+00	8,097e+07	1,632e+00	3,202e+00	2,523e-03	4,951e-03	2,203e-03	4,322e-03	2,203e-05	4,322e-05
3,000e+00	3,682e+07	1,344e+00	2,421e+00	1,823e-03	3,285e-03	1,591e-03	2,867e-03	1,591e-05	2,867e-05
Total	1,638e+10	3,451e-01	8,665e-01	6,242e-02	1,582e-01	5,449e-02	1,381e-01	5,449e-04	1,381e-03

Geometria: MPF - Parallelepipedo 12 m x 8 m x h 4,5 m - lato corto
 Distanza: 2 m

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\lag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-12_01_34.html]

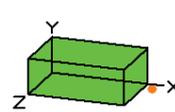
File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

MicroShield 11.21
eni

Date	Preparer	Reviewer	
File Name	Run Date	Run Time	Duration
Case1	gennaio 18, 2021	12:01:33	00:00:00
Project Info			
Case Title	Case 1		
Description	Case 1		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)		
Width	800,0 cm (26 ft 3,0 in)		
Height	450,0 cm (14 ft 9,2 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	1,4e+3 cm (45 ft 11,2 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	400,0 cm (13 ft 1,5 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	432,0 m ³	Palte	1,4
Air Gap		Air	0,00122



Source Input: Gaussian Method - Standard Indices

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\lag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-12_01_34.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Results

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
1,500e-02	4,820e+09	0,000e+00	1,221e-25	0,000e+00	1,047e-26	0,000e+00	9,143e-27	0,000e+00	9,143e-29
4,000e-02	4,347e+06	1,436e-82	8,748e-28	6,352e-85	3,869e-30	5,545e-85	3,377e-30	5,545e-87	3,377e-32
5,000e-02	1,046e+07	8,982e-46	1,873e-27	2,393e-48	4,989e-30	2,089e-48	4,356e-30	2,089e-50	4,356e-32
6,000e-02	2,433e+08	1,420e-27	4,976e-26	2,820e-30	9,884e-29	2,462e-30	8,629e-29	2,462e-32	8,629e-31
8,000e-02	4,904e+07	2,804e-14	5,399e-14	4,438e-17	8,544e-17	3,874e-17	7,459e-17	3,874e-19	7,459e-19
1,000e-01	2,092e+09	2,230e-07	3,973e-07	3,412e-10	6,079e-10	2,978e-10	5,307e-10	2,978e-12	5,307e-12
1,500e-01	1,047e+09	2,042e-03	4,563e-03	3,363e-06	7,514e-06	2,936e-06	6,560e-06	2,936e-08	6,560e-08
2,000e-01	8,041e+08	2,799e-02	7,639e-02	4,941e-05	1,348e-04	4,313e-05	1,177e-04	4,313e-07	1,177e-06
3,000e-01	2,592e+08	6,927e-02	2,048e-01	1,314e-04	3,885e-04	1,147e-04	3,392e-04	1,147e-06	3,392e-06
4,000e-01	2,314e+08	1,482e-01	4,527e-01	2,887e-04	8,821e-04	2,520e-04	7,701e-04	2,520e-06	7,701e-06
5,000e-01	3,060e+08	3,375e-01	1,007e+00	6,624e-04	1,978e-03	5,783e-04	1,726e-03	5,783e-06	1,726e-05
6,000e-01	1,280e+09	2,103e+00	6,016e+00	4,105e-03	1,174e-02	3,583e-03	1,025e-02	3,583e-05	1,025e-04
8,000e-01	2,567e+09	7,536e+00	1,970e+01	1,433e-02	3,746e-02	1,251e-02	3,270e-02	1,251e-04	3,270e-04
1,000e+00	2,059e+09	9,246e+00	2,226e+01	1,704e-02	4,103e-02	1,488e-02	3,582e-02	1,488e-04	3,582e-04
1,500e+00	4,927e+08	4,549e+00	9,094e+00	7,654e-03	1,530e-02	6,682e-03	1,336e-02	6,682e-05	1,336e-04
2,000e+00	8,097e+07	1,184e+00	2,208e+00	1,830e-03	3,415e-03	1,598e-03	2,981e-03	1,598e-05	2,981e-05
3,000e+00	3,682e+07	9,578e-01	1,654e+00	1,299e-03	2,244e-03	1,134e-03	1,959e-03	1,134e-05	1,959e-05
Total	1,638e+10	2,616e+01	6,267e+01	4,740e-02	1,146e-01	4,138e-02	1,000e-01	4,138e-04	1,000e-03

Geometria: MPF - Parallelepipedo 12 m x 8 m x h 4,5 m - lato corto
 Distanza: 3 m

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\lag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-12_02_21.html]

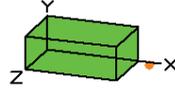
File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

MicroShield 11.21
eni

Date	Preparer	Reviewer	
File Name	Run Date	Run Time	Duration
Case1	gennaio 18, 2021	12:02:20	00:00:00
Project Info			
Case Title	Case 1		
Description	Case 1		
Geometry	13 - Rectangular Volume		
Source Dimensions			
Length	1,2e+3 cm (39 ft 4,4 in)		
Width	800,0 cm (26 ft 3,0 in)		
Height	450,0 cm (14 ft 9,2 in)		
Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	1,5e+3 cm (49 ft 2,6 in)	100,0 cm (3 ft 3,4 in)	400,0 cm (13 ft 1,5 in)
Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density (g/cm ³)
Source	432,0 m ³	Palte	1,4
Air Gap		Air	0,00122



Source Input: Gaussian Method - Standard Indices

MicroShield 11.21 - [Report: C:\Users\lag70575\Documents\MicroShield 11\HTML\Case1-18_01_2021-12_02_21.html]

File Edit Display Preferences Tools View Window Help

New Open Save Print Source Materials Infer Exp Rate Sensitivity Heat Data

Preview Print Save

Results

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mrad/hr With Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr No Buildup	Absorbed Dose Rate mGy/hr With Buildup
1,500e-02	4,820e+09	0,000e+00	8,898e-26	0,000e+00	7,632e-27	0,000e+00	6,663e-27	0,000e+00	6,663e-29
4,000e-02	4,347e+06	1,412e-82	6,374e-28	6,244e-85	2,819e-30	5,451e-85	2,461e-30	5,451e-87	2,461e-32
5,000e-02	1,046e+07	8,724e-46	1,365e-27	2,324e-48	3,636e-30	2,029e-48	3,174e-30	2,029e-50	3,174e-32
6,000e-02	2,433e+08	1,377e-27	3,682e-26	2,736e-30	7,313e-29	2,388e-30	6,384e-29	2,388e-32	6,384e-31
8,000e-02	4,904e+07	2,629e-14	5,061e-14	4,160e-17	8,009e-17	3,632e-17	6,992e-17	3,632e-19	6,992e-19
1,000e-01	2,092e+09	2,025e-07	3,606e-07	3,097e-10	5,517e-10	2,704e-10	4,816e-10	2,704e-12	4,816e-12
1,500e-01	1,047e+09	1,787e-03	3,986e-03	2,942e-06	6,565e-06	2,569e-06	5,731e-06	2,569e-08	5,731e-08
2,000e-01	8,041e+08	2,376e-02	6,436e-02	4,193e-05	1,136e-04	3,660e-05	9,917e-05	3,660e-07	9,917e-07
3,000e-01	2,592e+08	5,619e-02	1,627e-01	1,066e-04	3,087e-04	9,305e-05	2,695e-04	9,305e-07	2,695e-06
4,000e-01	2,314e+08	1,172e-01	3,467e-01	2,283e-04	6,754e-04	1,993e-04	5,897e-04	1,993e-06	5,897e-06
5,000e-01	3,060e+08	2,626e-01	7,540e-01	5,155e-04	1,480e-03	4,500e-04	1,292e-03	4,500e-06	1,292e-05
6,000e-01	1,280e+09	1,617e+00	4,434e+00	3,156e-03	8,655e-03	2,755e-03	7,556e-03	2,755e-05	7,556e-05
8,000e-01	2,567e+09	5,693e+00	1,424e+01	1,083e-02	2,708e-02	9,452e-03	2,364e-02	9,452e-05	2,364e-04
1,000e+00	2,059e+09	6,894e+00	1,590e+01	1,271e-02	2,931e-02	1,109e-02	2,559e-02	1,109e-04	2,559e-04
1,500e+00	4,927e+08	3,322e+00	6,400e+00	5,588e-03	1,077e-02	4,879e-03	9,401e-03	4,879e-05	9,401e-05
2,000e+00	8,097e+07	8,546e-01	1,545e+00	1,322e-03	2,390e-03	1,154e-03	2,086e-03	1,154e-05	2,086e-05
3,000e+00	3,682e+07	6,847e-01	1,154e+00	9,289e-04	1,566e-03	8,109e-04	1,367e-03	8,109e-06	1,367e-05
Total	1,638e+10	1,953e+01	4,500e+01	3,543e-02	8,235e-02	3,093e-02	7,189e-02	3,093e-04	7,189e-04