



Studio Monte Carlo della radiazione residua del Front-End di SPES

(Selective Production of Exotic Species)

Laboratori Nazionali di Legnaro LNL, Padova (IT) - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

unibs.it



**Antonietta Donzella⁽¹⁾⁽²⁾, Lisa Centofante⁽¹⁾⁽³⁾, Michele Ballan⁽³⁾, Ileana Bodini⁽¹⁾, Matteo Ferrari⁽¹⁾⁽⁴⁾, Alberto Monetti⁽³⁾,
Diego Paderno⁽¹⁾, Carlo Petrovich⁽⁵⁾, Valerio Villa⁽¹⁾, Lisa Zangrando⁽⁶⁾, Aldo Zenoni⁽¹⁾⁽²⁾, Alberto Andrichetto⁽³⁾**

⁽¹⁾ Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale, Università degli Studi di Brescia, via Branze 38, 25123 Brescia, Italy

⁽²⁾ INFN Sezione di Pavia, Via Bassi, 6, 27100 Pavia, Italy

⁽³⁾ INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro, Viale dell'Università 2, 35020 Legnaro, PD, Italy

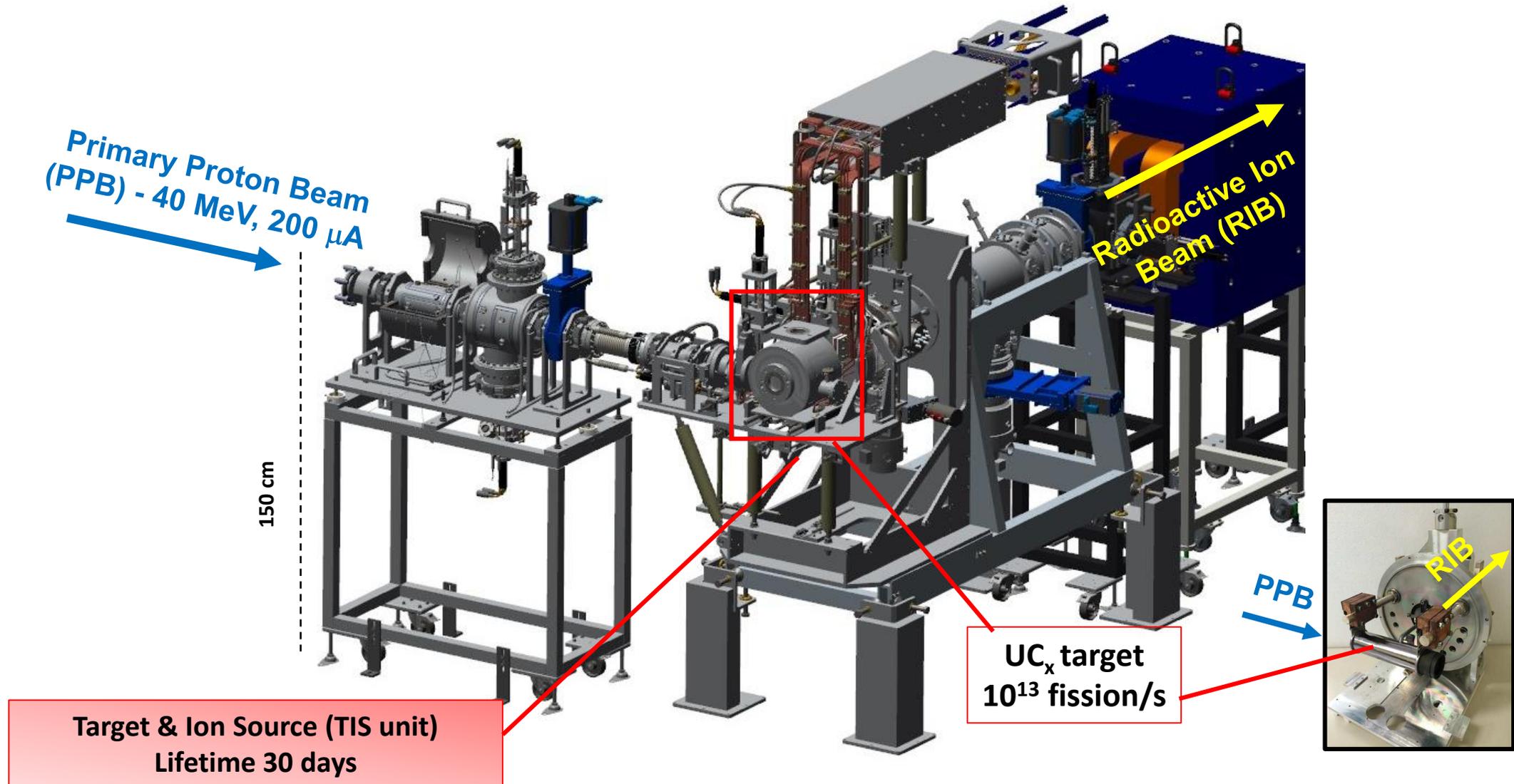
⁽⁴⁾ EN Department, CERN, 1211, Geneva 23, Switzerland

⁽⁵⁾ ENEA, Via Martiri di Monte Sole 4, 40129 Bologna, Italy

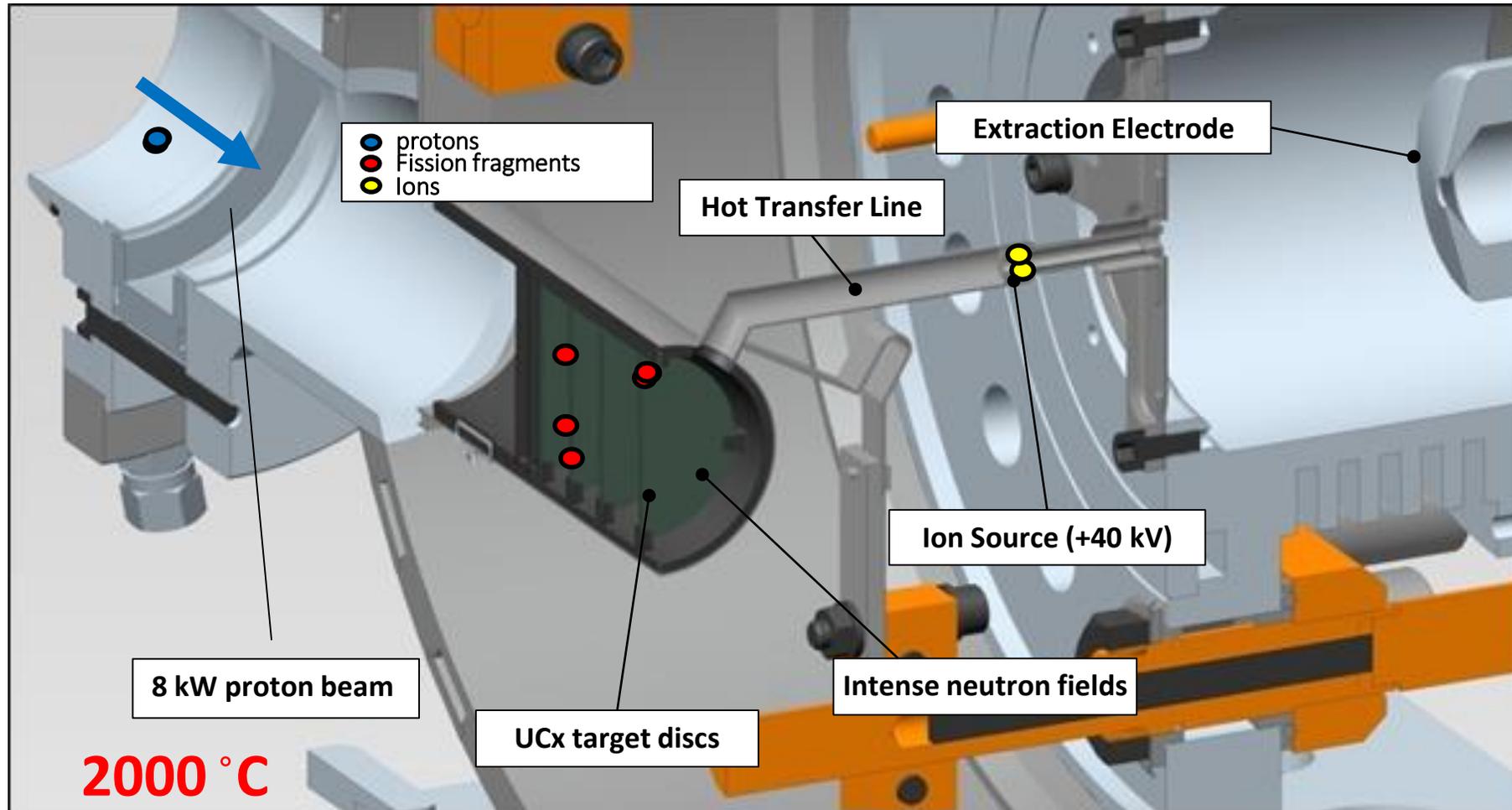
⁽⁶⁾ INFN Sezione di Padova, Via Marzolo 8, 35131 Padova, Italy

L'obiettivo della ricerca è quello di effettuare una stima dell'esposizione esterna per i lavoratori durante le operazioni di manutenzione nel bunker di produzione di SPES, tramite il calcolo dell'equivalente di dose ambientale $H^*(10)$. Queste valutazioni preliminari sono fondamentali per identificare possibili strategie per la protezione dei lavoratori dalle radiazioni durante il funzionamento dell'apparato.

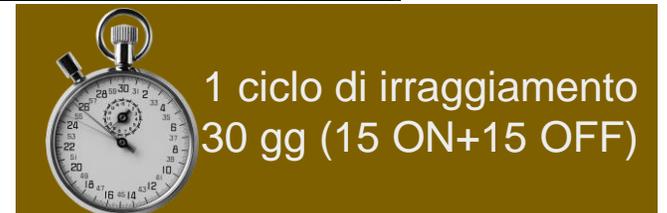
DISEGNO MECCANICO DELL'APPARATO DI PRODUZIONE DI SPES (FRONT-END)



IL "CUORE" DEL PROGETTO: IL "TARGET & ION SOURCE"



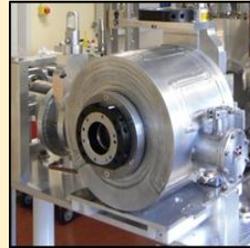
ISOL



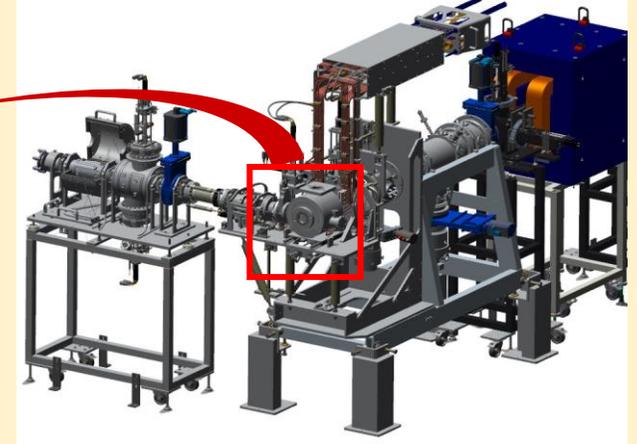
RADIOATTIVITA' DEL FRONT-END

Attivazione residua dei materiali del FRONT-END da protoni e neutroni

FLUKA & MCNPX+CINDER'90

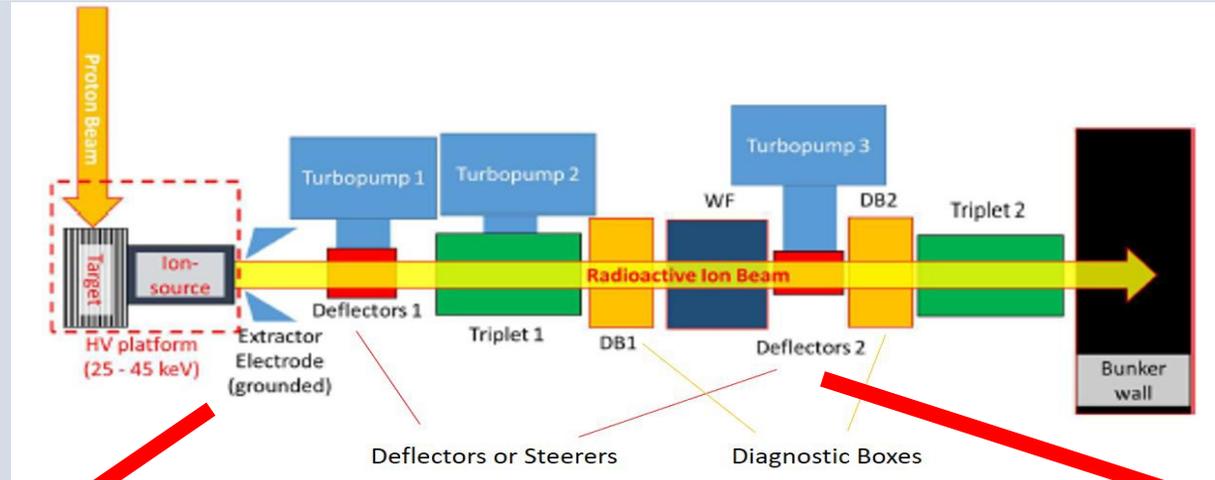
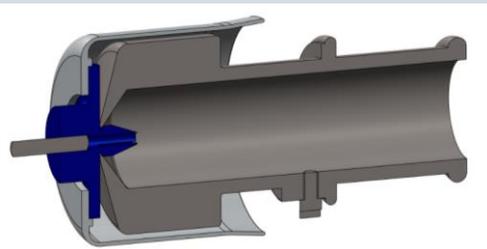


Progetto meccanico del Front-End - 3D CAD



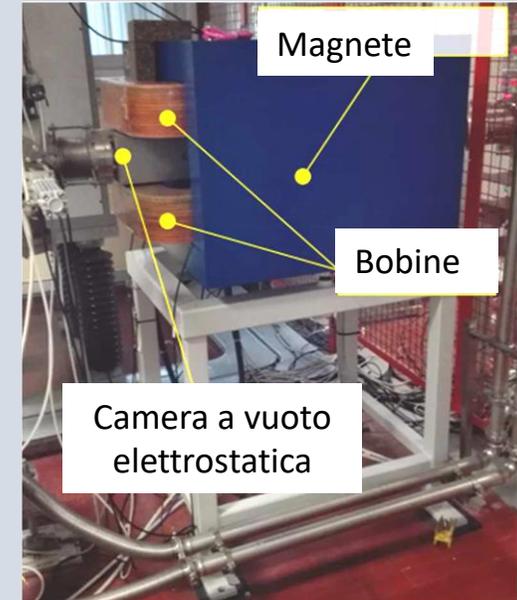
FLUKA

Elettrodo estrattore



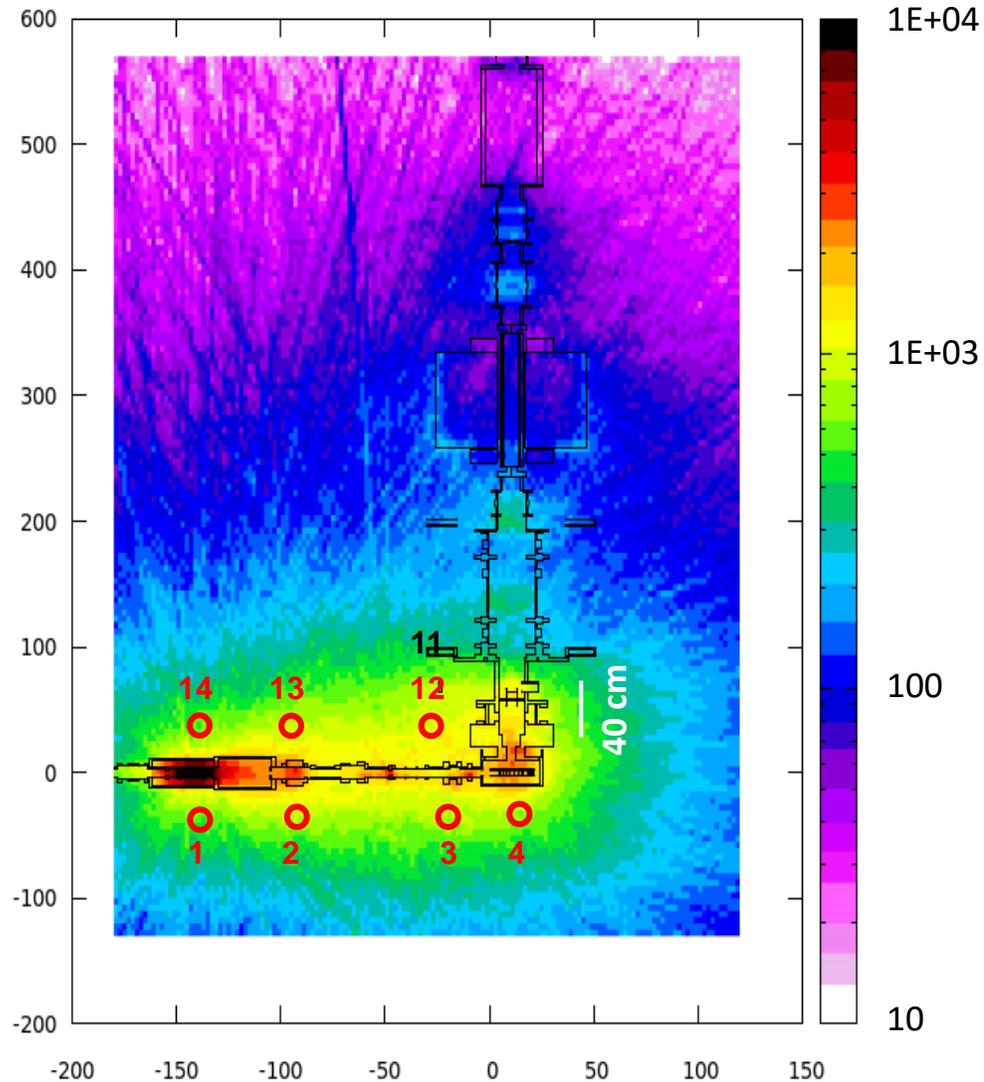
Deposizione di radionuclidi sui dispositivi elettrici e magnetici della linea radioattiva

Wien Filter



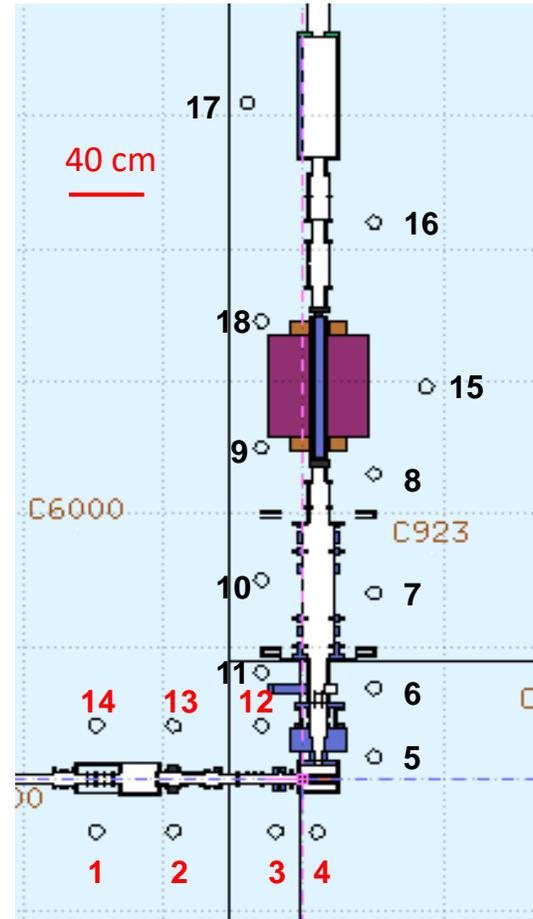
ATTIVAZIONE RESIDUA DEL FRONT-END DOPO UN ANNO DI ATTIVITA'

10 cicli di irraggiamento e 15 giorni di "cool down"



Rateo di equivalente di dose ambientale $dH^*(10)/dt$ ($\mu\text{Sv/h}$)

60 giorni di "cool down"



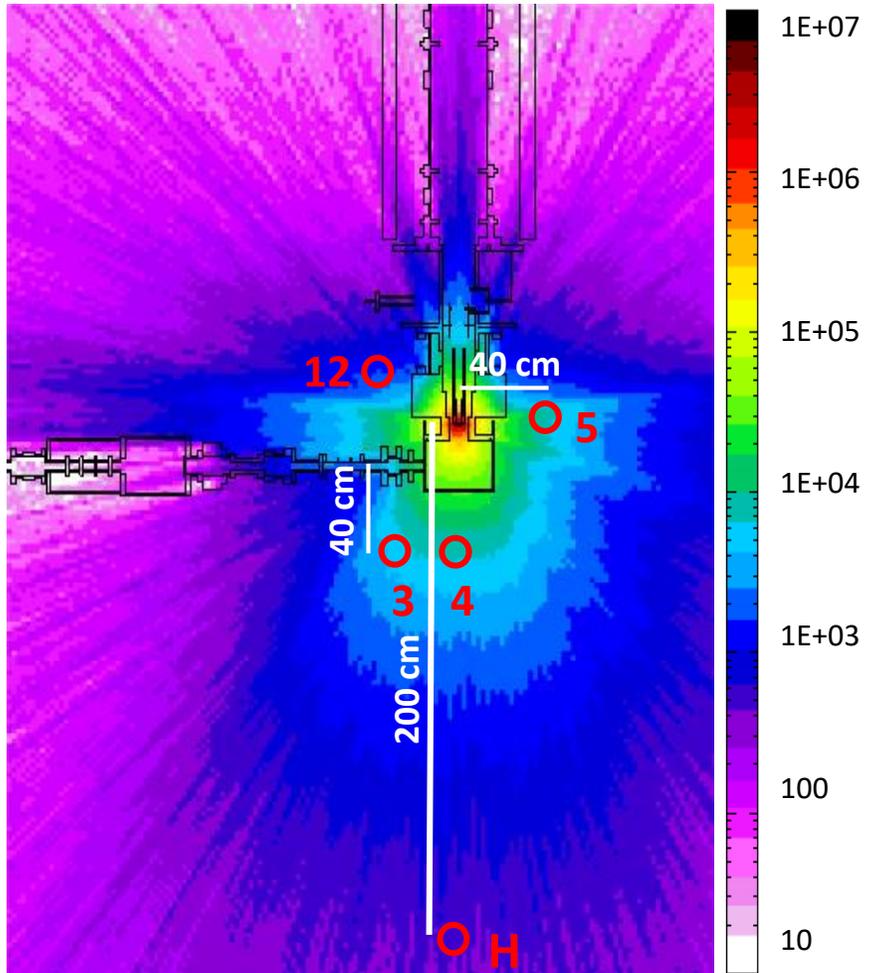
point N. $dH^*(10)/dt$
($\mu\text{Sv/h}$)

1	610 ± 6%
2	620 ± 5%
3	640 ± 4%
4	610 ± 4%
5	500 ± 3%
6	300 ± 3%
7	69 ± 6%
8	94 ± 5%
9	97 ± 5%
10	130 ± 9%
11	540 ± 4%
12	1300 ± 3%
13	1000 ± 4%
14	670 ± 6%
15	55 ± 7%
16	55 ± 7%
17	34 ± 10%
18	62 ± 6%



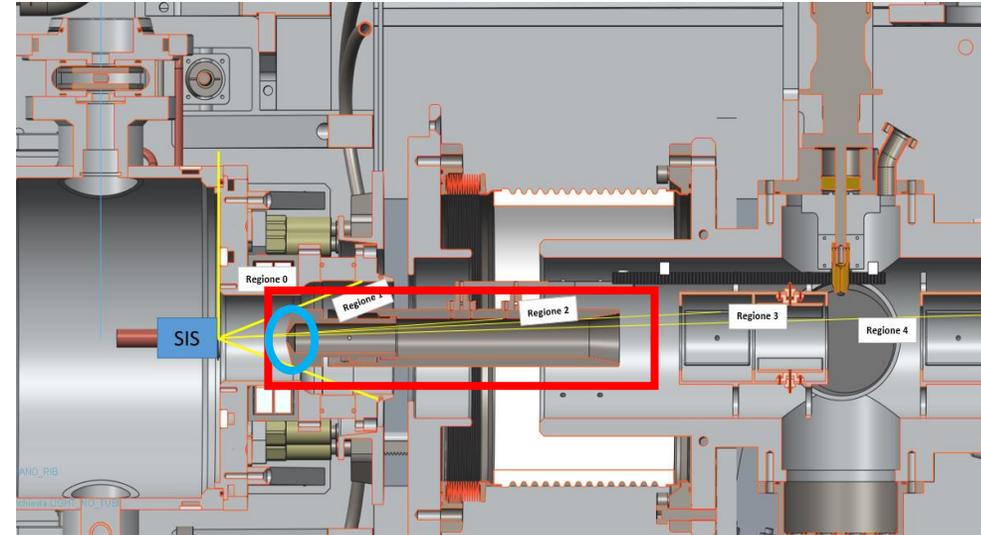
DEPOSIZIONE DI IONI SULL'ELETTRODO ESTRATTORE

10 cicli di irraggiamento e 15 giorni di "cool down"



Rateo di equivalente di dose ambientale $dH^*(10)/dt$ ($\mu\text{Sv/h}$)

FLUKA 2020-0 INFN



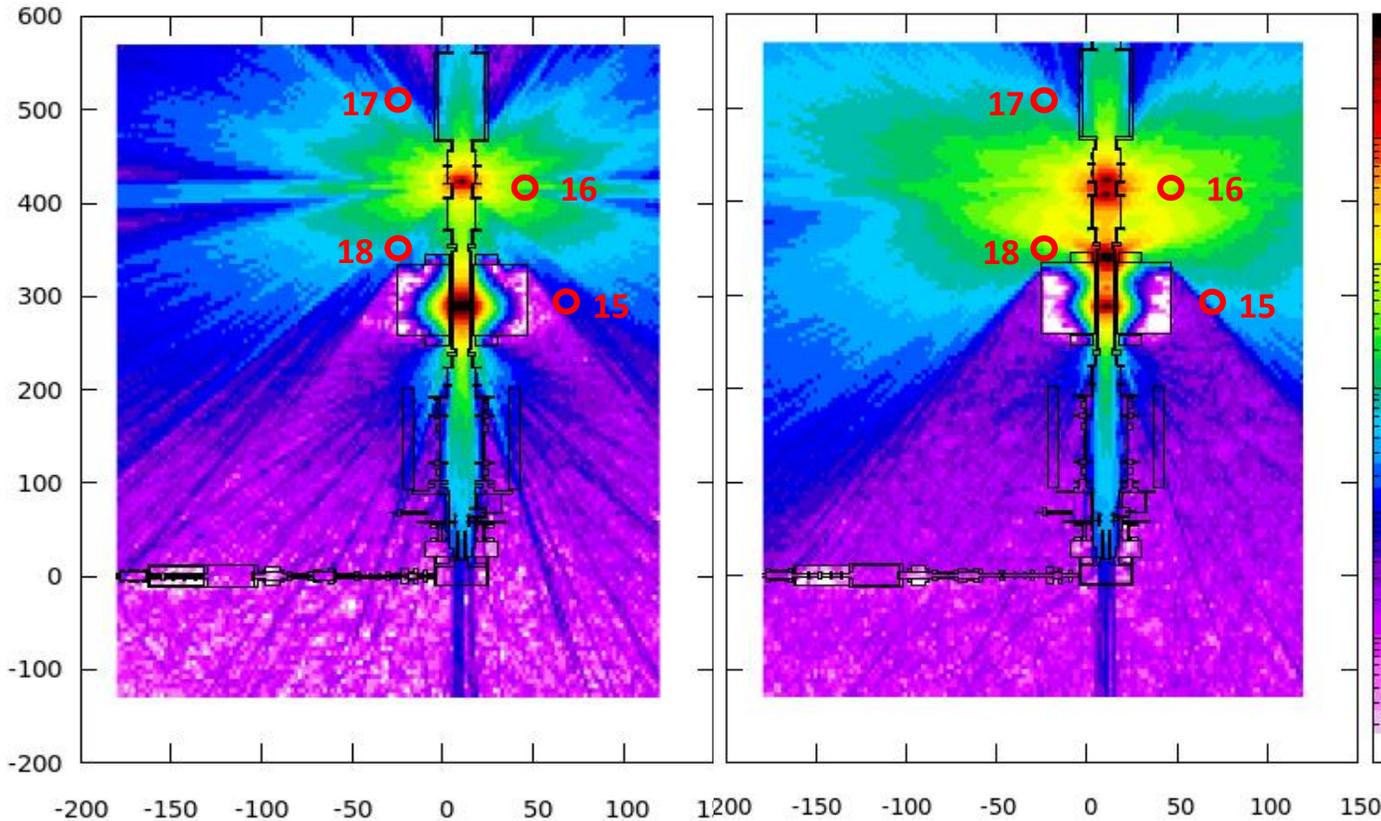
N.	$t_c = 15 d$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$t_c = 30 d$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$t_c = 45 d$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$t_c = 60 d$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$t_c = 180 d$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$t_c = 1 y$ ($\mu\text{Sv/h}$)
3	$8.8 \cdot 10^3$	$5.2 \cdot 10^3$	$3.5 \cdot 10^3$	$2.6 \cdot 10^3$	$7.6 \cdot 10^2$	$2.3 \cdot 10^2$
4	$1.3 \cdot 10^4$	$8.1 \cdot 10^3$	$5.5 \cdot 10^3$	$4.1 \cdot 10^3$	$1.3 \cdot 10^3$	$4.0 \cdot 10^2$
5	$1.7 \cdot 10^4$	$9.9 \cdot 10^3$	$6.5 \cdot 10^3$	$4.8 \cdot 10^3$	$1.4 \cdot 10^3$	$4.5 \cdot 10^2$
12	$3.4 \cdot 10^3$	$2.0 \cdot 10^3$	$1.3 \cdot 10^3$	$9.0 \cdot 10^2$	$2.5 \cdot 10^2$	78
H	$1.2 \cdot 10^3$	$7.1 \cdot 10^2$	$5.0 \cdot 10^2$	$3.7 \cdot 10^2$	98	34

Due problematiche:

- Operazioni di manutenzione in presenza dell'elettrodo contaminato
- Rimozione annuale dell'elettrodo dal FRONT-END

DEPOSIZIONE DI IONI PER DEFLESSIONE NEL WIEN FILTER

10 cicli di irraggiamento e 15 giorni di "cool down"

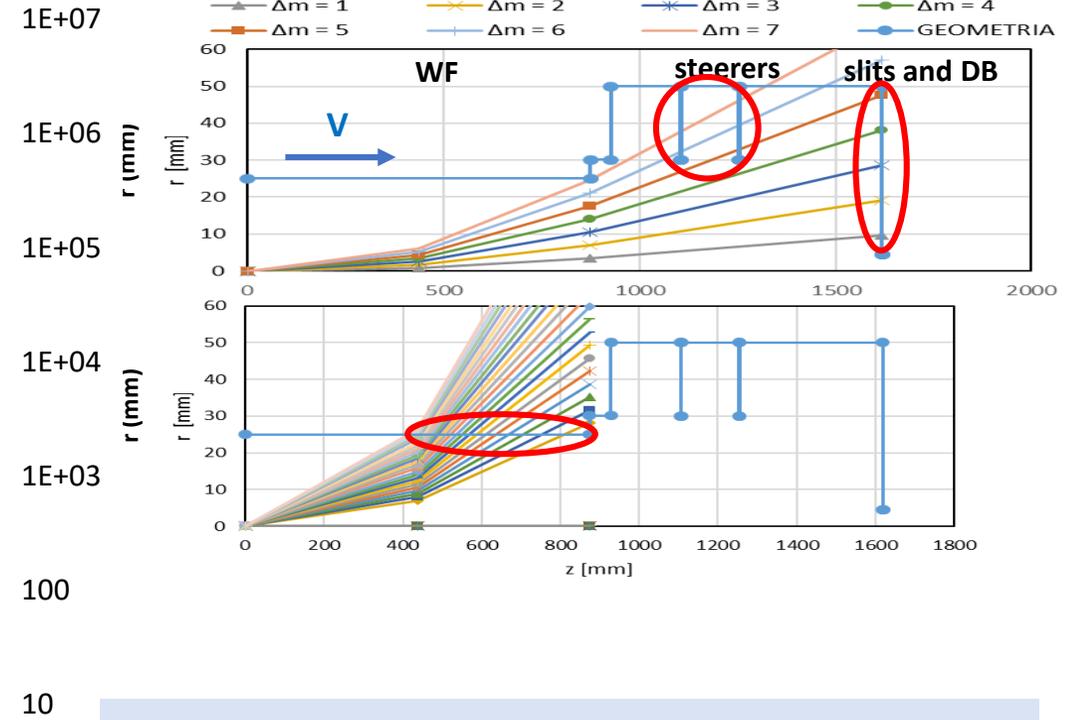


Ambient dose equivalent rate $dH^*(10)/dt$ ($\mu\text{Sv/h}$)

Massa passante: M=95

Massa passante: M=132

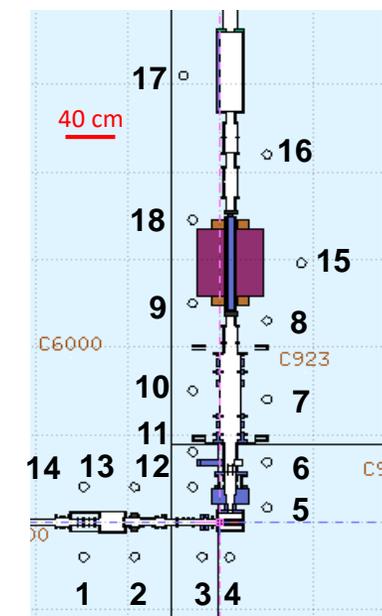
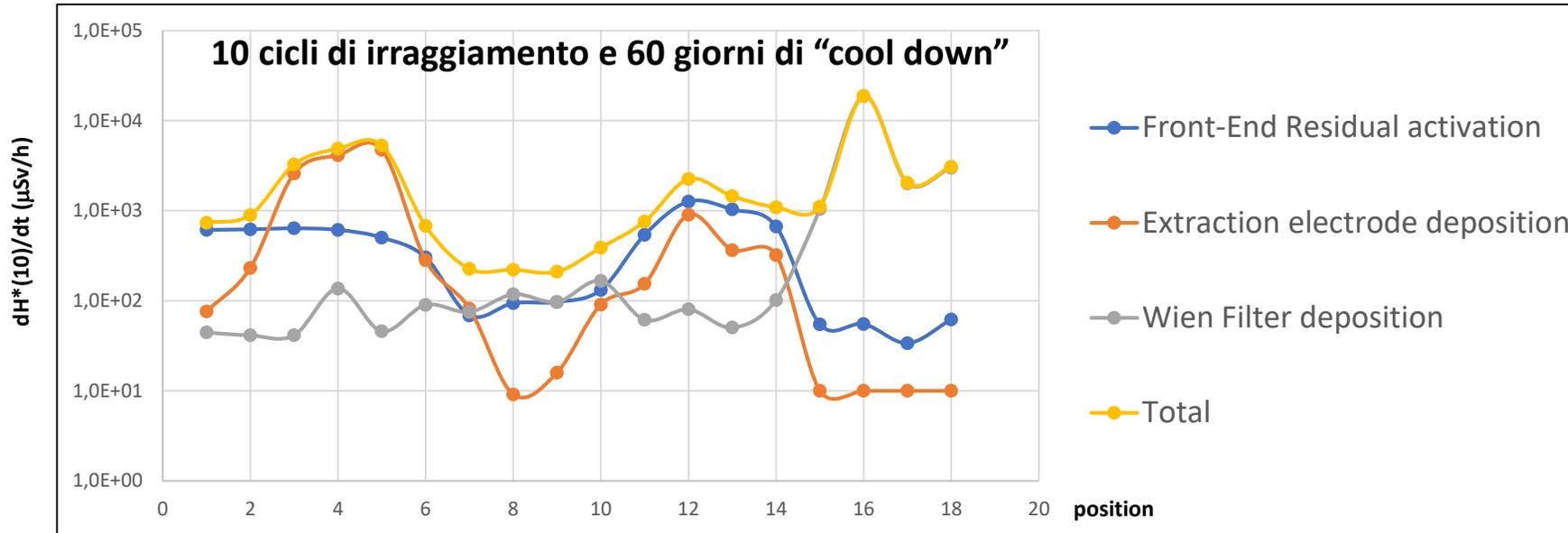
FLUKA 2020-0 INFN



Il rateo di dose dipende dalla massa prodotta

N.	M=95	M=95	M=95	M=132	M=132	M=132
	$t_c = 15 d$	$t_c = 60 d$	$t_c = 1 y$	$t_c = 15 d$	$t_c = 60 d$	$t_c = 1 y$
	($\mu\text{Sv/h}$)					
15	$1.6 \cdot 10^3$	$1.3 \cdot 10^3$	68	$4.6 \cdot 10^3$	$4.0 \cdot 10^2$	38
16	$3.4 \cdot 10^4$	$2.7 \cdot 10^4$	$1.4 \cdot 10^3$	$6.7 \cdot 10^4$	$5.9 \cdot 10^3$	$7.2 \cdot 10^2$
17	$3.9 \cdot 10^3$	$2.9 \cdot 10^3$	$1.5 \cdot 10^2$	$7.2 \cdot 10^3$	$6.5 \cdot 10^2$	72
18	$3.1 \cdot 10^3$	$2.4 \cdot 10^3$	$1.3 \cdot 10^2$	$1.8 \cdot 10^4$	$1.6 \cdot 10^3$	$1.2 \cdot 10^2$

STIMA DELLA DOSE GLOBALE PER ESPOSIZIONE ESTERNA



Safety Code F (2006) CERN

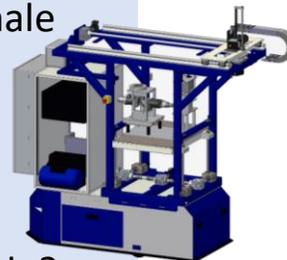
Strategie per le manutenzioni nel bunker: ottimizzazione della dose per l'operatore

Manutenzione programmata

- E' possibile attendere un tempo di cooling ottimale

Manutenzione straordinaria

- Riduzione dei tempi per gli interventi
- Sostituzione manuale o automatica per l'elettrodo?



Area	Dose limit [year]	Ambient dose equivalent rate		Sign
		Work place	Low occupancy	
Non-designated	1 mSv	0.5 µSv/h	2.5 µSv/h	
Supervised	6 mSv	3 µSv/h	15 µSv/h	
Simple	20 mSv	10 µSv/h	50 µSv/h	
Limited Stay	20 mSv		2 mSv/h	
High Radiation	20 mSv		100 mSv/h	
Prohibited	20 mSv		> 100 mSv/h	

Controlled Area