

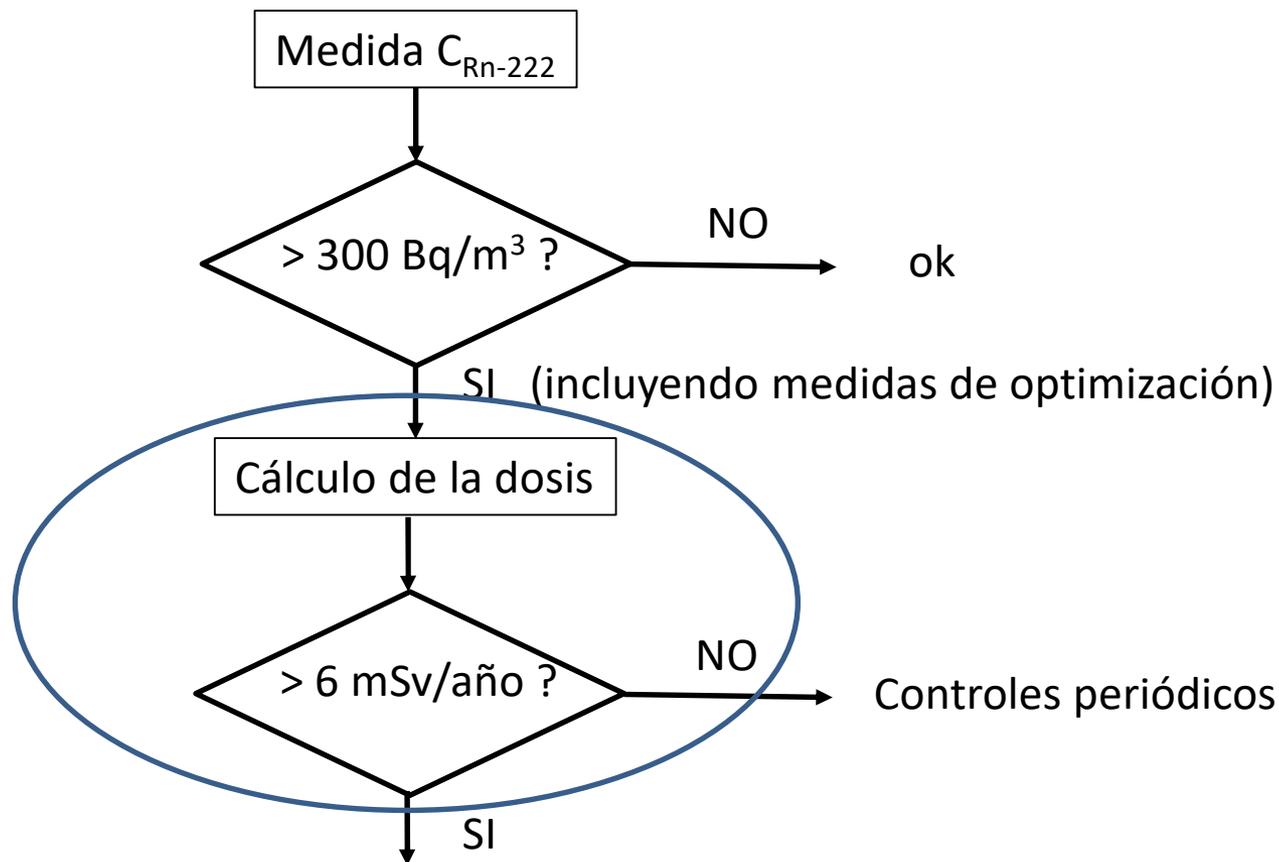
“Aplicación de la ICRP 137 Parte 3 a la evaluación de dosis por radón en lugares de trabajo con condiciones extremas (RADosis)”

Arturo Vargas

Instituto de Técnicas Energéticas (INTE), Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

- Introducción. Objetivos RADosis
- Dosimetría del radón (ICRP 137)
- Actividades RADosis
- Resultados preliminares

De forma esquemática, en relación con la **protección frente al radón**, se establece en el **Real decreto 1029/2022**:



RADosis:

- Metodología para el cálculo de dosis en cualquier lugar de trabajo.
- Implementación sistema metrológico de los descendientes del radón para el cálculo dosimétrico

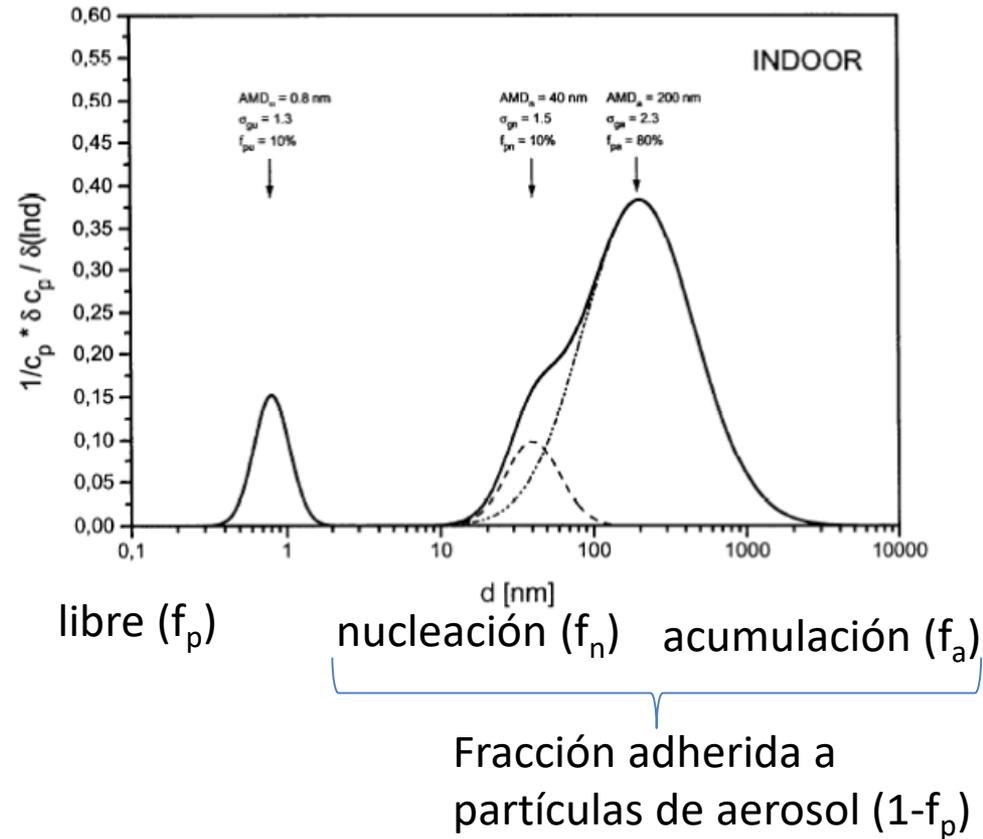
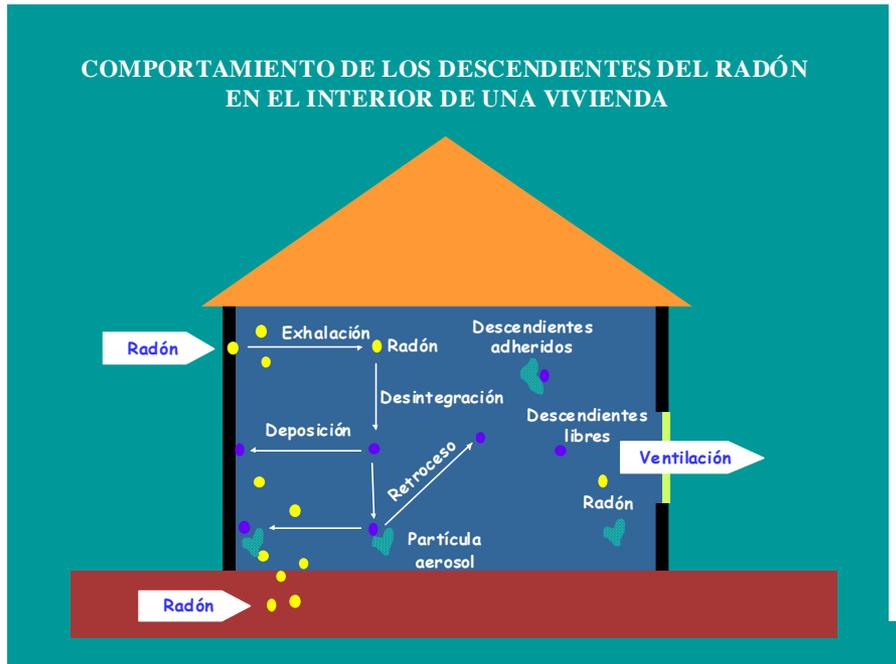
Medidas de PR como:

- Clasificación trabajadores expuestos
- Señalización como zonas de radón

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) recomienda utilizar el ‘enfoque dosimétrico’ en lugar del anterior ‘enfoque epidemiológico’.

En la publicación 137 de la **ICRP (2017)** se establecen las nuevas **recomendaciones para la obtención de los coeficientes de conversión a dosis**, que son de 2 a 4 veces mayores al enfoque anterior, en función del tipo de lugar de trabajo.

Así mismo, plantea **la necesidad de explorar la variabilidad de dichos coeficientes en distintas atmósferas**, incluyendo condiciones ambientales extremas que pueden darse en algunos lugares de trabajo como minas, cuevas turísticas, balnearios, etc



Dosis efectiva por unidad de exposición:

$$E = f_p \cdot DC_p + f_n \cdot DC_n + f_a \cdot DC_a = f_p \cdot DC_p + (1 - f_p) \cdot DC_{adh}$$

DC_i coeficiente de conversión a dosis por unidad de exposición para el tamaño de la moda i

f_i fracción de descendientes de tamaño en la moda i en términos de energía alfa potencial

Lugar de trabajo	Fracción libre, f_p	F	Dosis efectiva por unidad de exposición			
			mSv por WLM	mSv por WLM	mSv por mJ h m^{-3}	mSv por Bq h m^{-3}
Estándar	0.08	0.4	$[86 f_p + (1 - f_p) 14]$	20	5.6	1.2×10^{-5}
				$(14)^a$	$(3.9)^a$	$(8.6 \times 10^{-6})^a$
Mina	0.01	0.2	$[86 f_p + (1 - f_p) 10]$	11	3.1	3.6×10^{-6}
Cueva turística	0.15	0.4	$[86 f_p + (1 - f_p) 12]$	23	6.6	1.5×10^{-5}
Vivienda ^b	0.08	0.4	$[86 f_p + (1 - f_p) 14]$	$(13)^b$	$(3.7)^b$	$(8.2 \times 10^{-6})^b$

ICRP tasa de respiración de referencia es $1.2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
($\frac{1}{3}$ sentado, $\frac{2}{3}$ ejercicio ligero)



Unattached mode		Nucleation and accumulation modes				Coarse mode	
$\sigma_g = 1.3$		$\sigma_g = 2.0$				$\sigma_g = 2.5$	
AMTD (nm)	mSv per WLM ⁻¹	AMTD (nm)	mSv per WLM ⁻¹	AMTD (nm)	mSv per WLM ⁻¹	AMAD (nm)	mSv per WLM ⁻¹
0.5	45	10	86	300	10	1000	18
0.6	55	20	58	350	9.9	2000	22
0.7	64	30	45	400	9.9	3000	24
0.8	73	40	37	450	10	4000	23
0.9	80	50	32	500	10	5000	23
1	86	60	28	550	11	6000	21
1.5	111	70	25	600	11	7000	20
2	124	80	23	650	12	8000	19
2.5	131	90	21	700	12	9000	18
3	132	100	20	750	13	10,000	17
3.5	130	150	15	800	14		
4	127	200	12	850	14		
4.5	123	250	11	900	15		

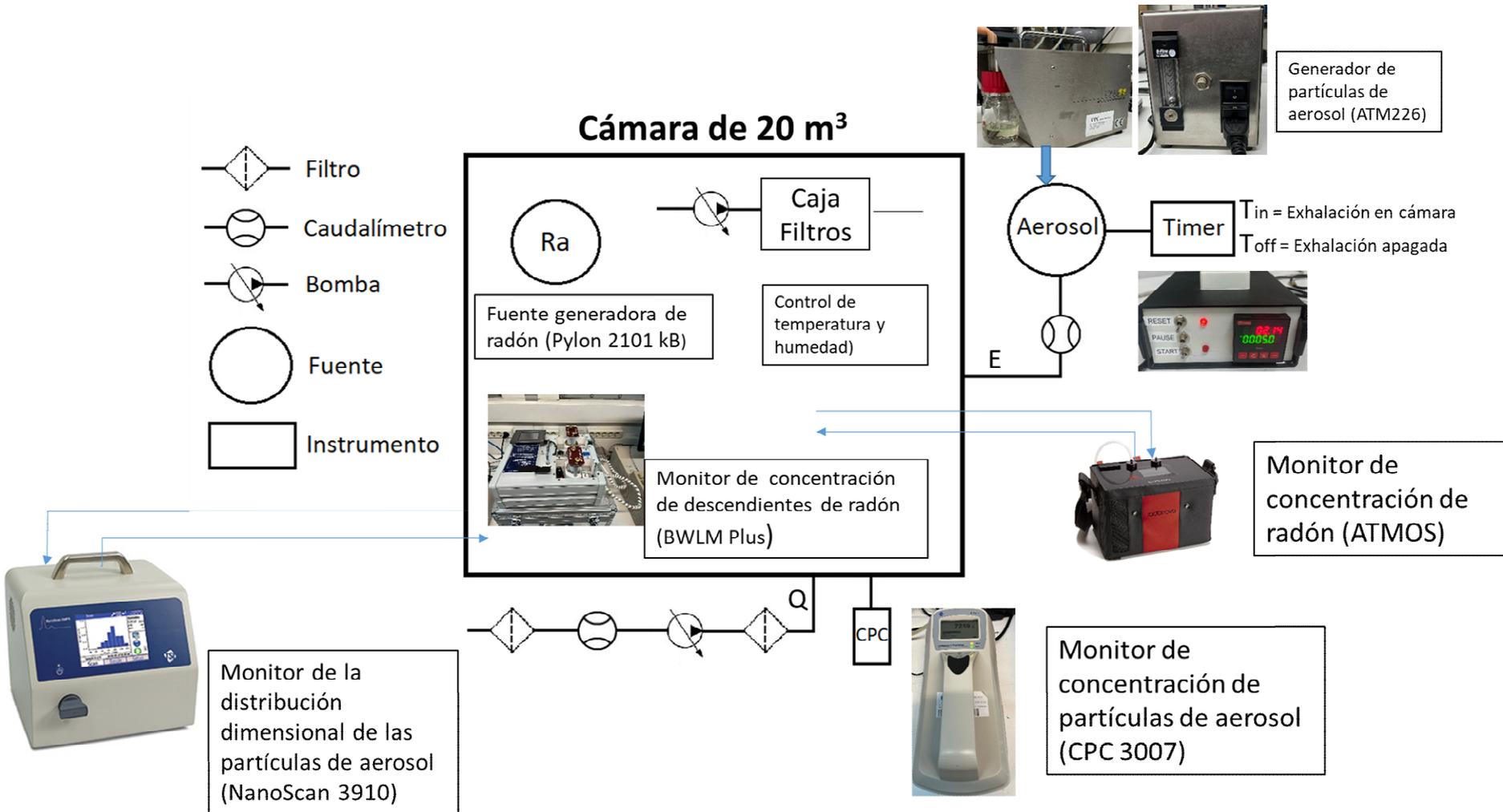
(a) Baja tasa de respiración de $0.86 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
($\frac{2}{3}$ sentado, $\frac{1}{3}$ light ejercicio ligero)

(b) tasa de respiración en viviendas $0.78 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.
Calculado en Marsh and Bailey (2013)

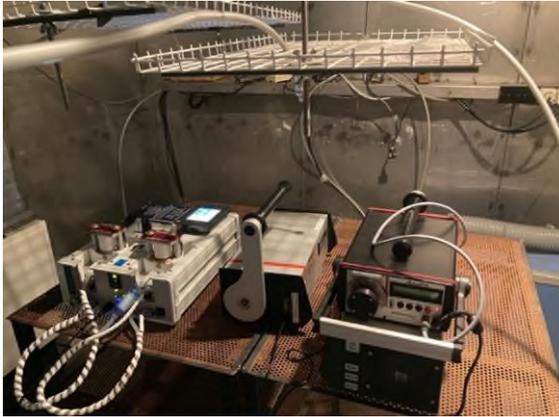
$$1 \text{ WLM} = 6.37 \cdot 10^5 \text{ Bq m}^{-3} \text{ h} \quad \text{EEC}$$

$$1 \text{ WLM} = 6.37 \cdot 10^5 / F \text{ Bq m}^{-3} \text{ h} \quad \text{radón}$$

Actividad	Semestre					
	1	2	3	4	5	6
A1.1 Seleccionar y adquirir los equipos necesarios para la adecuación de la cámara (UPC)						
A1.2. Puesta en marcha de los equipos y redactar los procedimientos de operación (UPC)						
A1.3. Redactar los procedimientos para establecer distintas condiciones de concentración de partículas de aerosol y de su tamaño en la cámara de radón y realizar las exposiciones de prueba (UPC).						
A1.4. Calibrar los equipos de medida de la concentración de radón y sus descendientes que se utilizarán en las campañas de media en lugares de trabajo (UPC, UAB)						
A2.1. Analizar la sistemática desarrollada en el informe ICRP 137 para el cálculo dosimétrico en los lugares de trabajo y estudio bibliográfico (UPC, UAB)						
A2.2. Desarrollar la metodología para las estimaciones de dosis en base a las variables medidas en lugar del trabajo (UPC, UAB)						
A2.3. Identificar lugares de trabajo para llevar a cabo estudios piloto de la estimación dosimétrica. (UAB, UPC)						
A2.4. Realizar medidas en los lugares de trabajo seleccionados. Determinación de los factores de conversión a dosis y comparación con los especificados en ICRP137 .(UAB, UPC)						
A3.1. Desarrollar una herramienta de cálculo que modelice la dinámica de las concentraciones de radón y descendientes en recintos cerrados (UAB, UPC)						
A3.2. Aplicar el modelo dinámico de las concentraciones de radón y descendientes en recintos interiores. (UAB, UPC)						
A3.3. Redactar un documento que recoja las recomendaciones para llevar a cabo los estudios del cálculo dosimétrico en lugares de trabajo debido a la inhalación del gas radón y su progenie, así como indicar sistemas que puedan ser útiles para su mitigación. (UPC, UAB)						



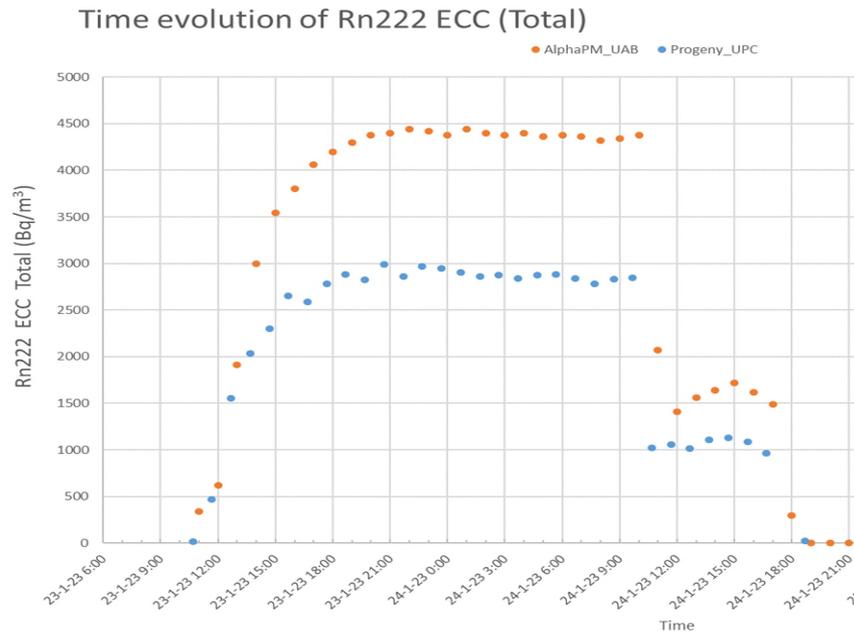
TracerLab
(UPC)



AlpahGuard + AlphaPM (UAB)



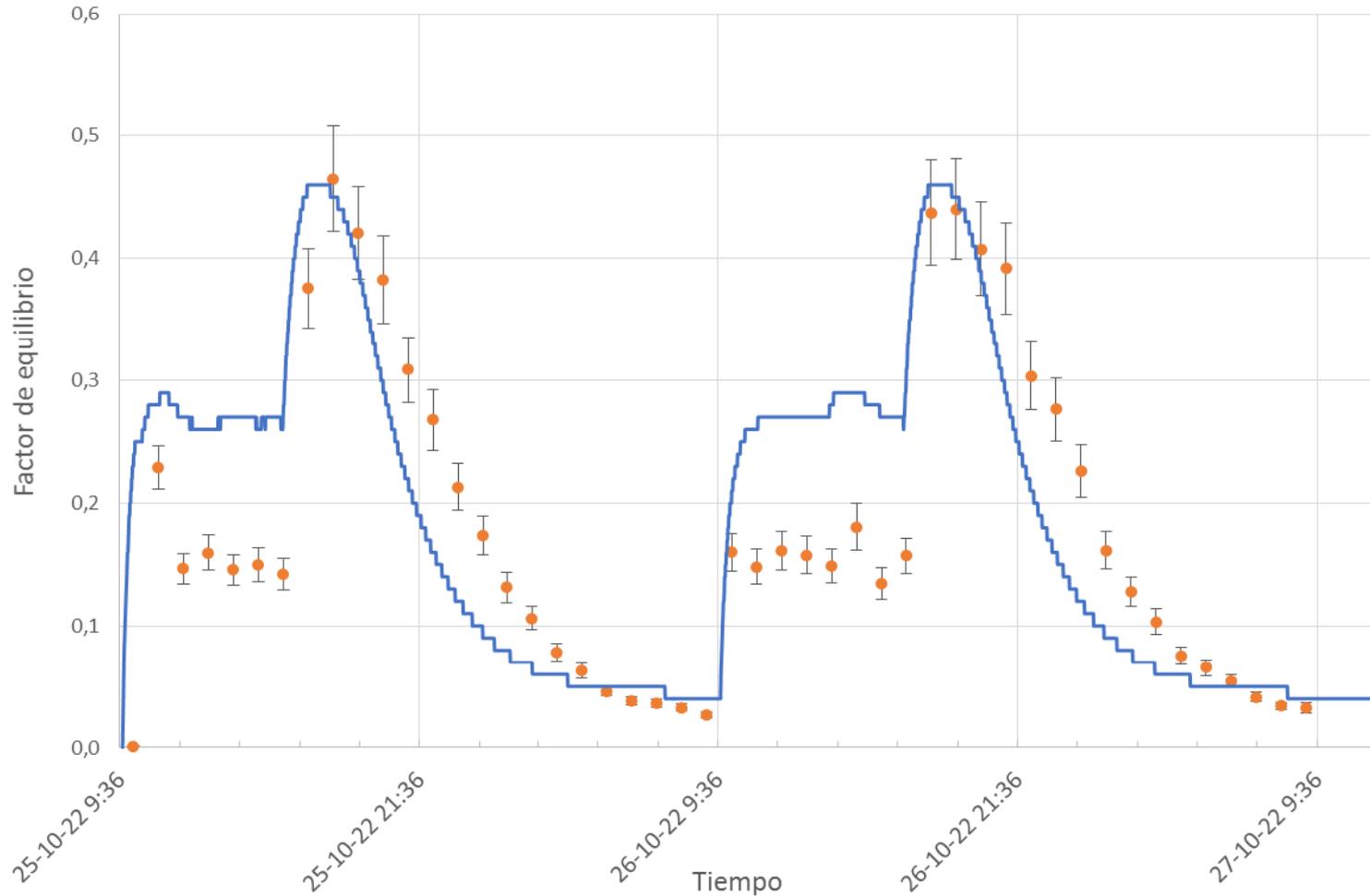
Resultados preliminares: equipos de la UPC y UAB

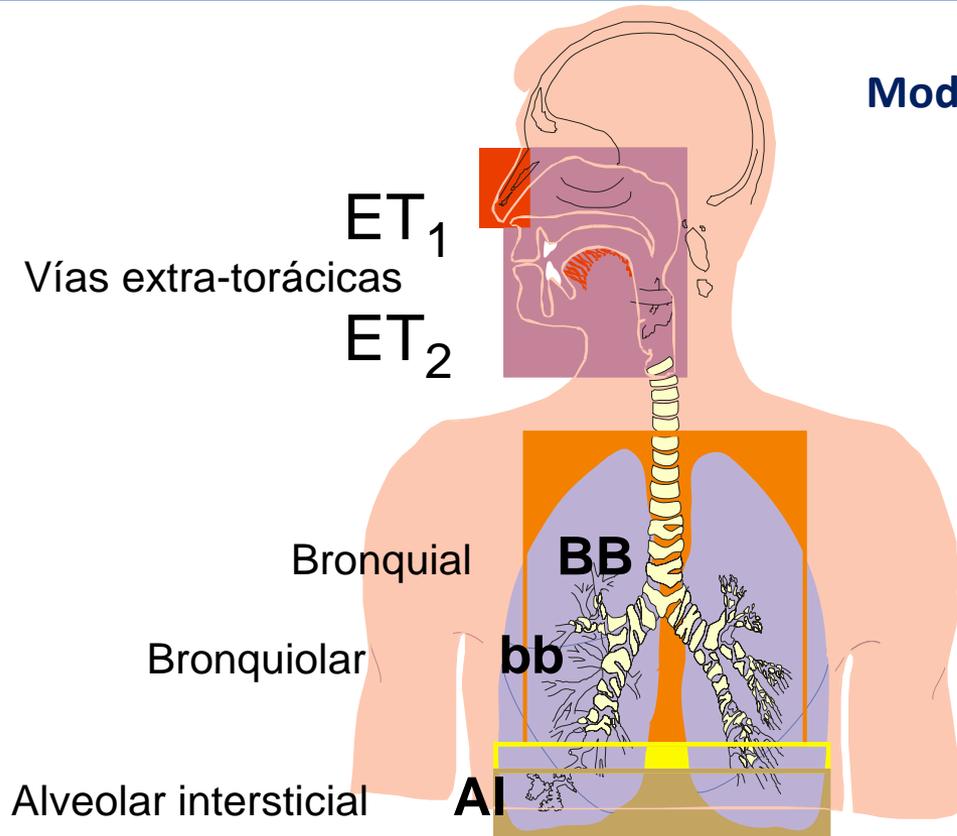


Resultados preliminares en la cámara de radón

Línea azul simulación con el modelos compartimental dinámico (STELLA)

Puntos naranjas medida con el tracerlab y ATMOS





Modelo del tracto respiratorio (ICRP Publication 66)

No existe un programa comercial para el cálculo de las dosis. Se está comparando con ICRP 137, el programa desarrollado en Nikezic and Yu (2001)

Resultados preliminares

Lugar de trabajo	Dosis efectiva por unidad de exposición (mSv/WLM)	
	Nikezic and Yu (2001)	ICRP137
Estándar	18	20
Mina	11	11
Cueva turística	23	23

**Ejemplos de posibles lugares de trabajo para la realización de las campañas.
Los emplazamientos definitivos se acordarán en breve con el CSN.**

Galerías de agua de las islas canarias



Cuevas de Altamira (Santillana del Mar, Cantabria)



Museo de la mina de carbón de Cercs (Berguedà, Cataluña)



Balnearios,

UPC:

Dr. Arturo Vargas (Director de Investigación)

Dra. Claudia Grossi (Responsable cámara radón)

Dra. Victoria Moreno (Investigadora contratada)

June Alberdi (Estudiante de Máster)

UAB:

Dr. Lluís Font (Profesor titular de Universidad)

Pol Lara (Estudiante)

CSN:

Dra. Marta García-Talavera (Jefa del Área de Radiación Natural)

Gonzalo Valles (Técnico del Área de Radiación Natural)



**MUCHAS GRACIAS POR
SU ATENCIÓN**