

XIII JORNADAS DE CALIDAD EN EL CONTROL
DE LA RADIATIVIDAD AMBIENTAL

Radón en agua

Comparativa LSC frente a espectrometría gamma



FOCO

Radón en aguas
subterráneas
y termales



MÉTODOS

LSC (Centelleo Líquido)
HPGe (Espectrometría Gamma)



AUTORES

Adrián Calderón Posadas
Laura de la Mora Calzada
Beatriz García Mira

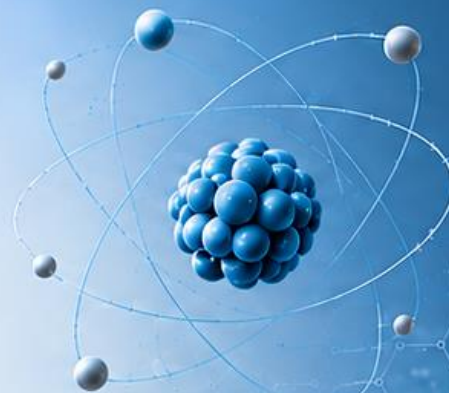
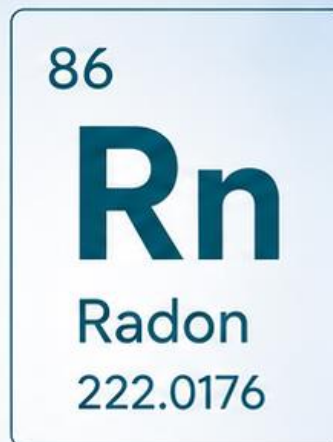


TUTOR

Santiago Celaya González



Jueves,
4 de junio de 2026



¿Qué es el radón?

²²²Rn
Radón

Gas radiactivo.



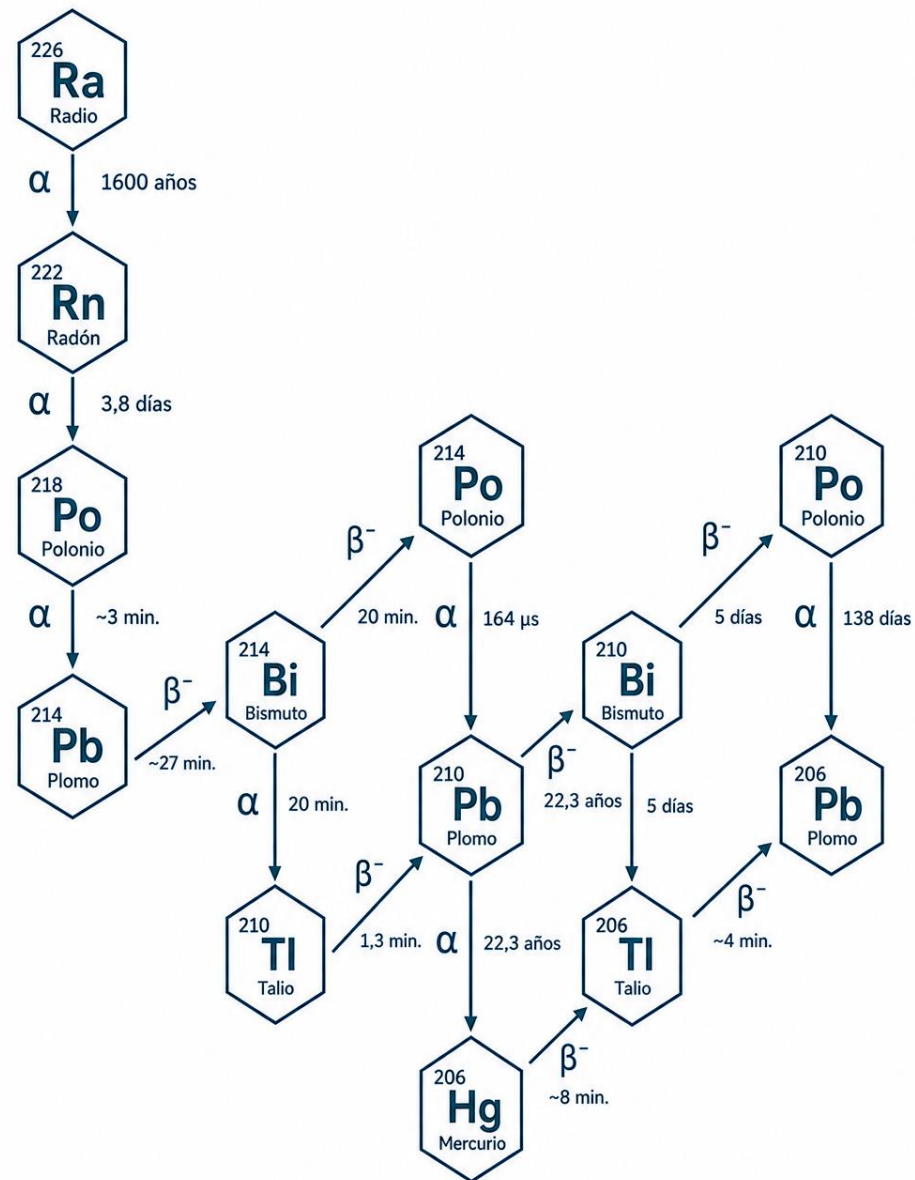
Procede del ²²⁶Ra, miembro de la cadena natural de desintegración del uranio.



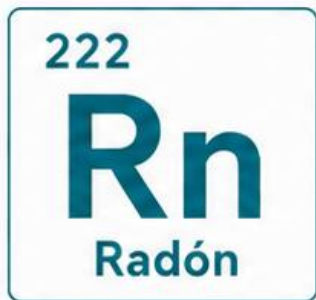
Soluble en agua.



Vida media: 3,82 días.



¿Qué es el radón?



Gas radiactivo.



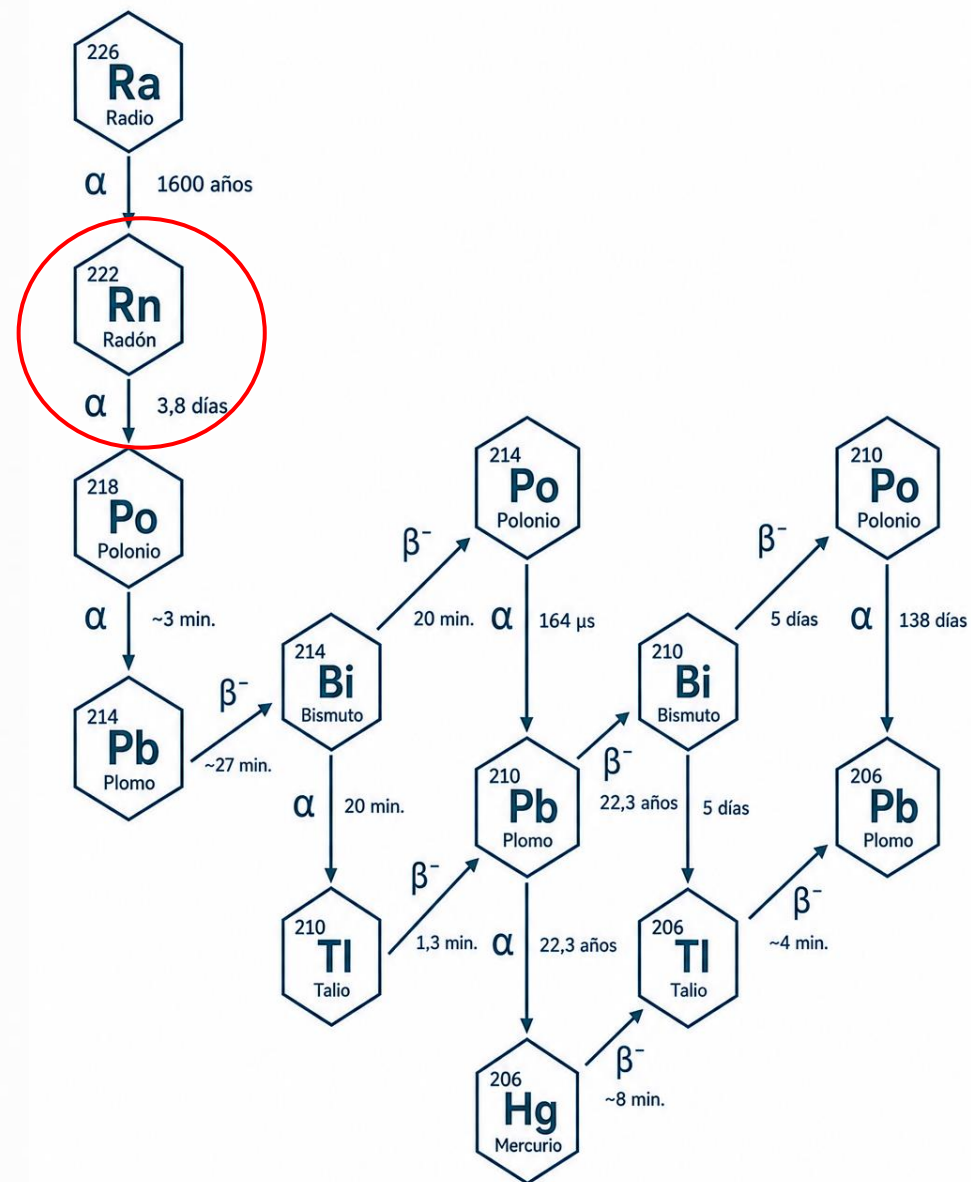
Procede del ²²⁶Ra, miembro de la cadena natural de desintegración del uranio.



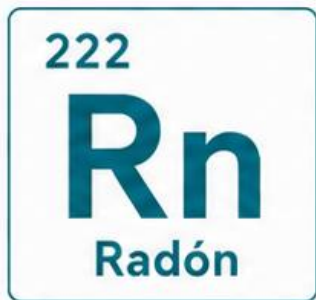
Soluble en agua.



Vida media: 3,82 días.



¿Qué es el radón?



Gas radiactivo.



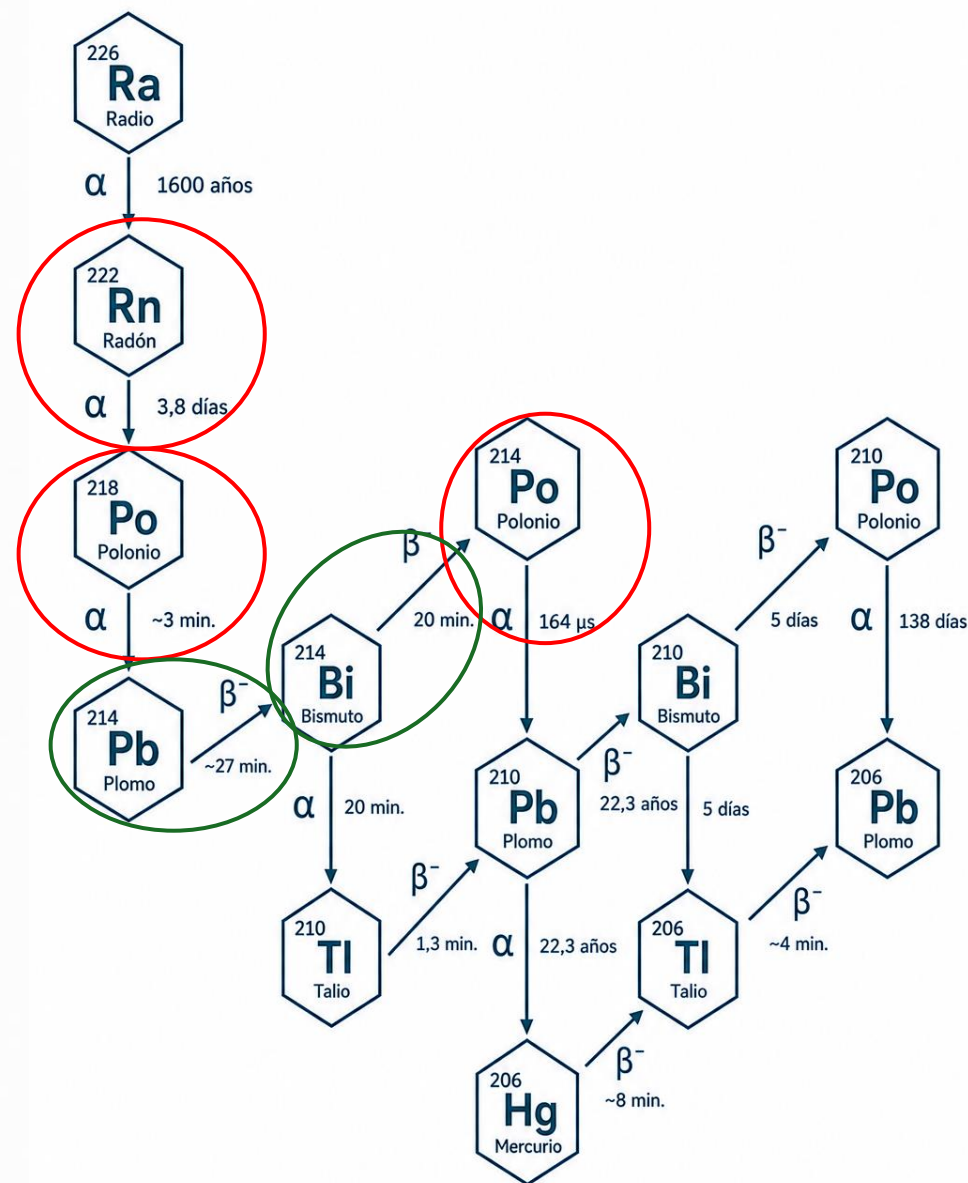
Procede del ²²⁶Ra, miembro de la cadena natural de desintegración del uranio.



Soluble en agua.



Vida media: **3,82 días.**



¿Por qué medir radón en agua?



RELEVANCIA NORMATIVA

- Unión Europea: **100–1000 Bq/L**
Directiva 2013/51/EURATOM
- España: **500 Bq/L**
Real Decreto 3/2023



APLICACIÓN COMO TRAZADOR NATURAL

- Indicador de procesos hidrogeológicos
- Asociado a circulación de aguas subterráneas y termales



IMPLICACIÓN RADIOLÓGICA EN BALNEARIOS

- Transferencia de radón desde el agua al aire
- Evaluación de espacios con concentraciones superiores a **300 Bq/m³**
(RD 1029/2022, de 20 de diciembre)



Comparación de métodos



LSC

Sistema monofásico

- Mezcla homogénea agua-centelleador
- Determinación conjunta de:
 - ^{222}Rn
 - descendientes en equilibrio secular
 - posible contribución de ^{226}Ra

①

②

Sistema bifásico

- El líquido centelleador tiene afinidad por ^{222}Rn y descendientes y deja al ^{226}Ra en la fase acuosa
- Minimización de interferencias asociadas a ^{226}Ra



Tiempo de medida

- Entre 10 y 15 minutos



Seguimiento temporal

- Monitorización diaria de la evolución de cuentas
- Evaluación indirecta de presencia de ^{226}Ra
- En presencia de radio:
 - espera de 28 días
 - establecimiento de equilibrio secular de descendientes



GAMMA



Detector HPGe

- Detector semiconductor
- Buena resolución de picos gamma



Análisis espectral de radioisotopos

^{222}Rn

Determinación indirecta de ^{222}Rn

- Actividad estimada a partir de descendientes en equilibrio secular



Tiempo de medida

- Entre media hora y 2 horas

Resultados



Experimento

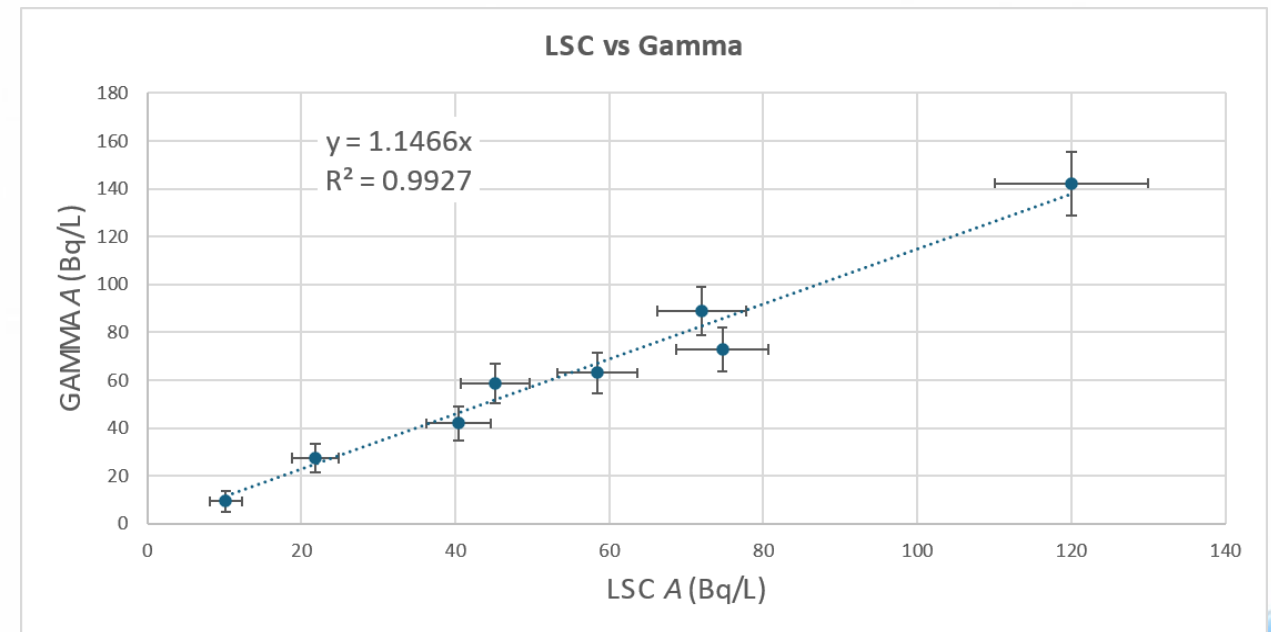
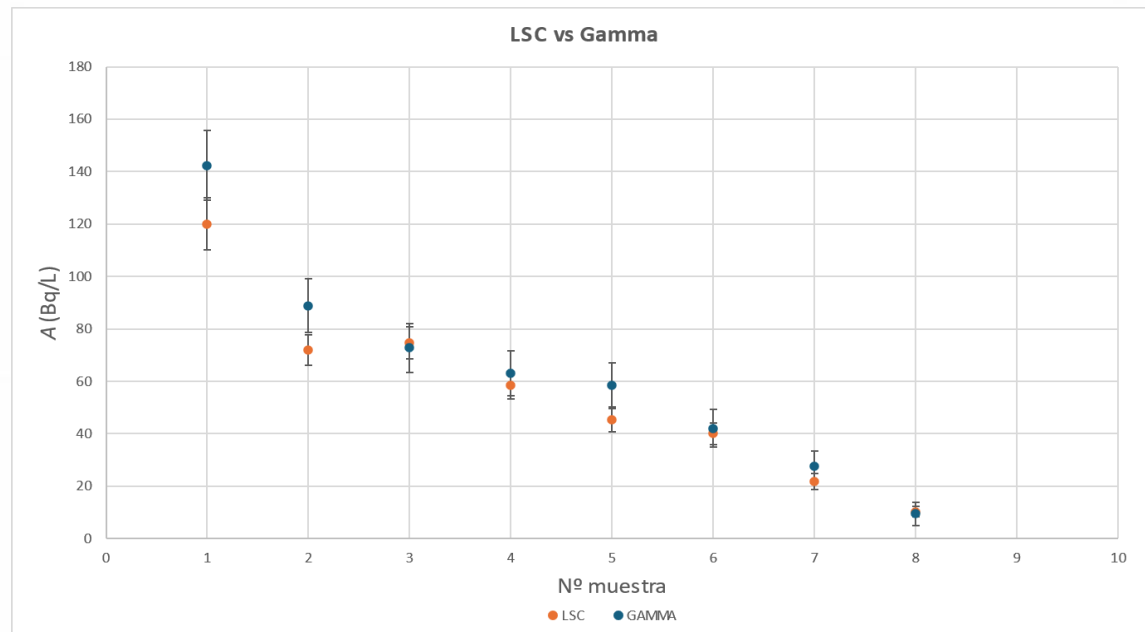
Muestra	LSC		GAMMA	
	A (Bq/L)	u (Bq/L)	A (Bq/L)	u (Bq/L)
1º	120	10	142	13
2º	72	6	89	10
3º	75	6	73	9
4º	58	5	63	9
5º	45	5	59	8
6º	40	4	42	7
7º	22	3	28	6
8º	10	2	9	4



Intercomparaciones

Año	Muestra	Método	Actividad (Bq/L)		n
			A (Bq/L)	u (Bq/L)	
2016	1	LSC	110	20	15
		GAMMA	120	14	3
2019	A	LSC	310	50	20
		GAMMA	320	80	8
	B	LSC	100	20	20
		GAMMA	100	40	8
2021	2	LSC	410	60	23
		GAMMA	370	120	14
2024	3	LSC	250	40	27
		GAMMA	230	60	11

Resultados experimento



Intercomparaciones

NORMATIVA



ISO/IEC 17043:2010

Requisitos para gestionar y evaluar ensayos de aptitud entre laboratorios.

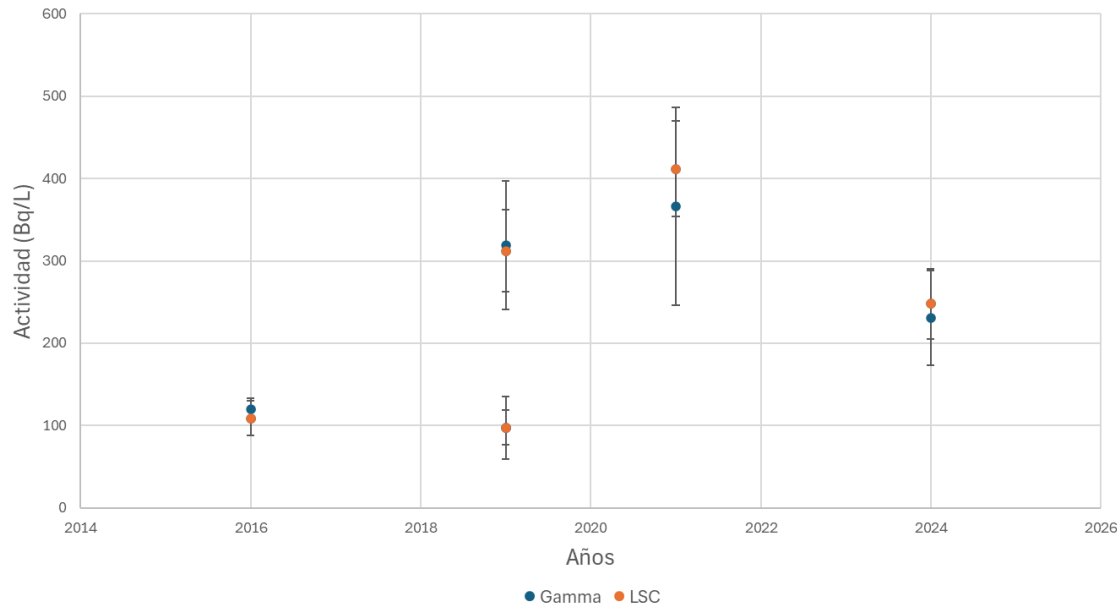


ISO 13528:2015

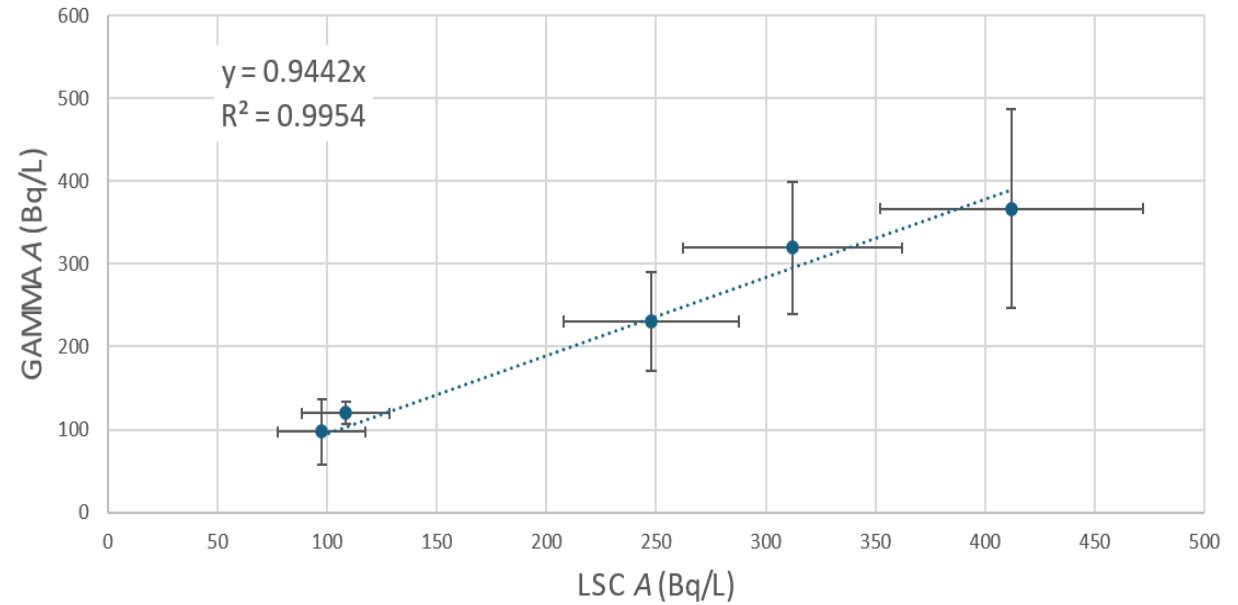
Métodos estadísticos para diseñar y analizar ensayos de aptitud, interpretar resultados y demostrar el cumplimiento de criterios de desempeño.

Resultados intercomparaciones

Intercomparación de medidas de radón en agua mediante LSC y Gamma (2016, 2019, 2021 y 2024)



LSC vs Gamma



Resultados intercomparaciones

LSC

70%

GAMMA

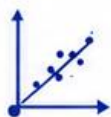
30%



Conclusiones



Los resultados obtenidos por LSC y HPGe son **significativamente parecidos**, dentro de sus incertidumbres.



El ajuste lineal muestra **correlación entre técnicas**.



Sin sesgo sistemático entre métodos.



Resultados **metrológicamente compatibles**, ambos métodos son **válidos** para la **medida** de radón en agua.



Gracias

por vuestra atención

