

## INTRODUCCIÓN

En estudios de contaminación, datación de sedimentos, formación y erosión de suelos, emanación de radón, etc., es importante determinar la concentración en una muestra con contenido radiactivo, particularmente en el caso de los elementos pertenecientes a las “Series del Uranio”.

Este análisis no destructivo se aborda mediante la medida de la radiactividad en un detector de rayos gamma de alta resolución y es necesario conocer la eficiencia de detección.

En el presente trabajo se modelaron las eficiencias de detección para matrices de suelo y sedimentos para una geometría cilíndrica en un detector de Ge extrapuro (HPGe-XtRa); asimismo, se diseñó y manufacturó un recipiente que asegura la hermeticidad del contenido durante las mediciones.

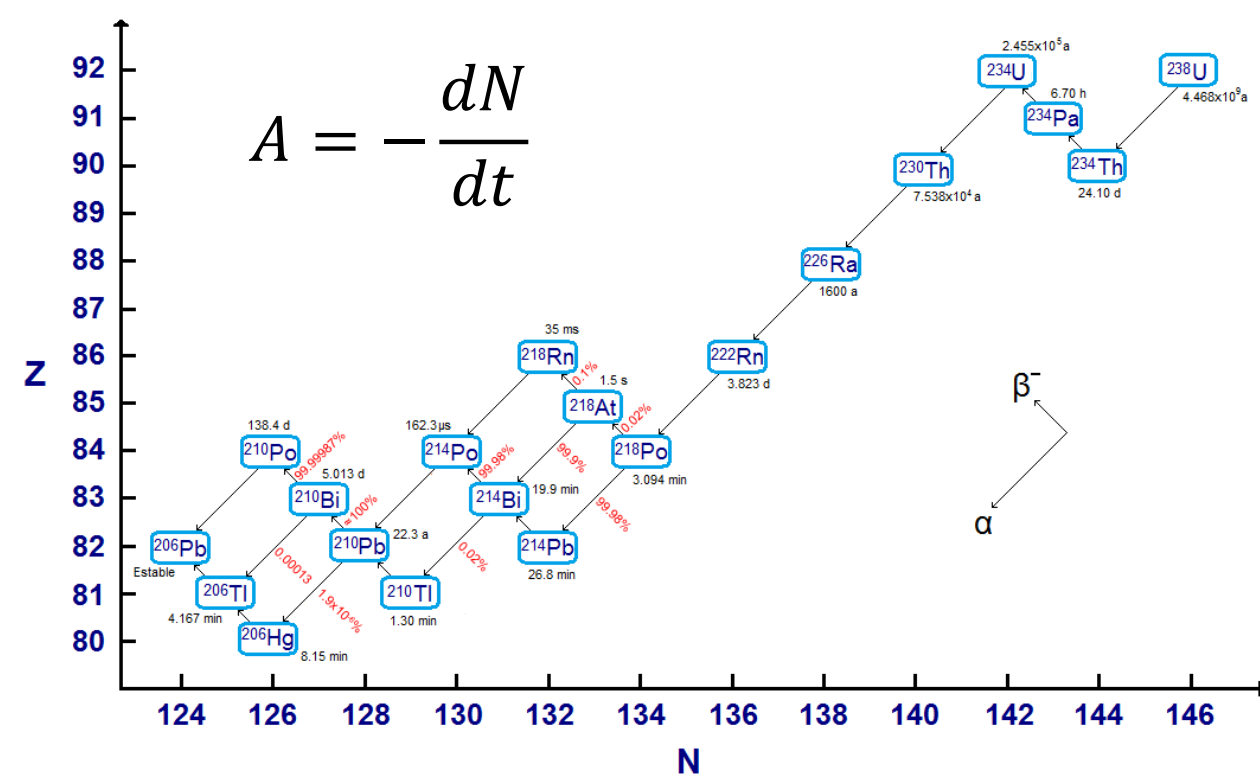


Figura 1. Serie de desintegración natural del <sup>238</sup>U.

## OBJETIVO

Optimizar la medición de radiactividad de origen natural mediante la técnica de espectrometría gamma de alta resolución en un detector de HPGe.

## METODOLOGÍA

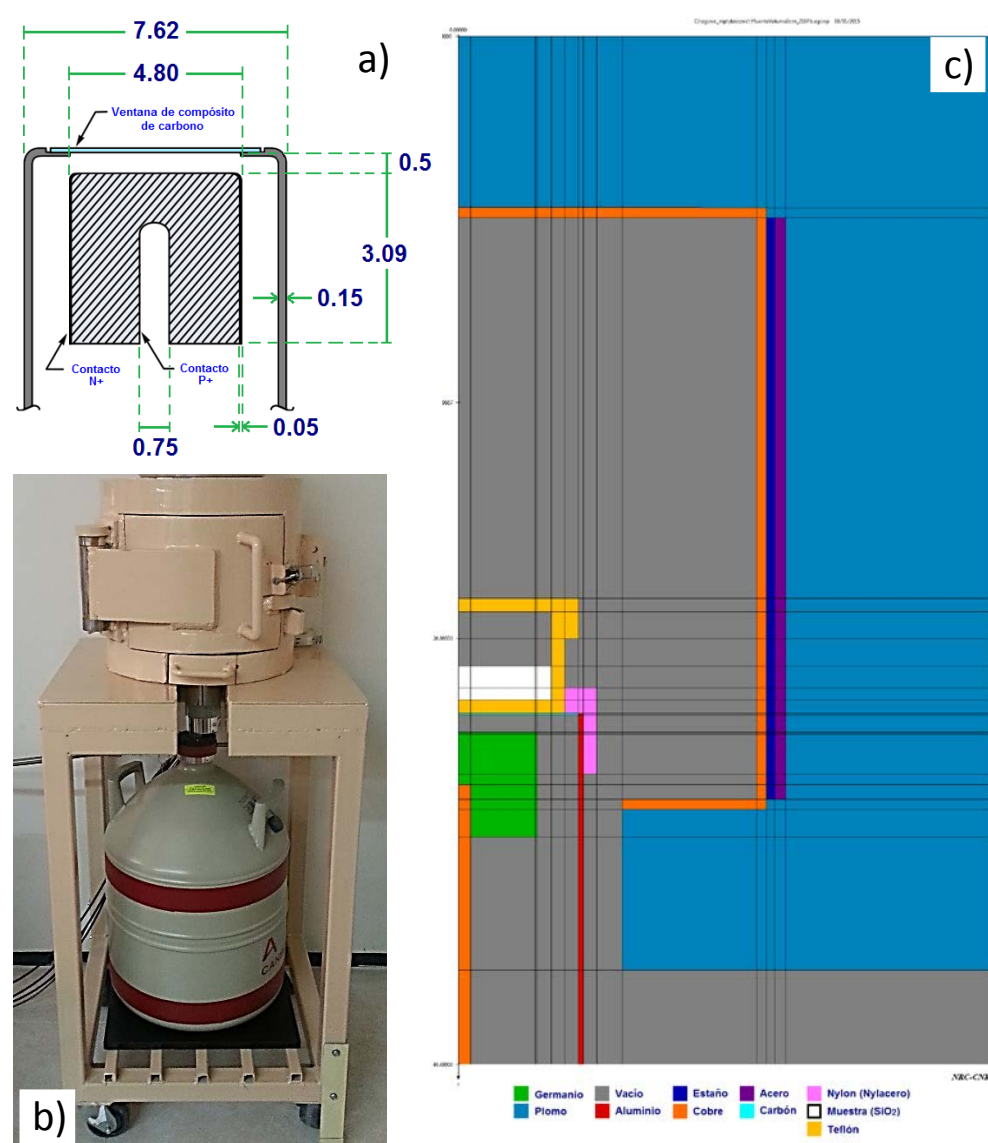


Figura 2. a) Muestra volumétrica. b) Detector HPGe XtRa. c) Geometría modelada en EGSnrc con 266 regiones.

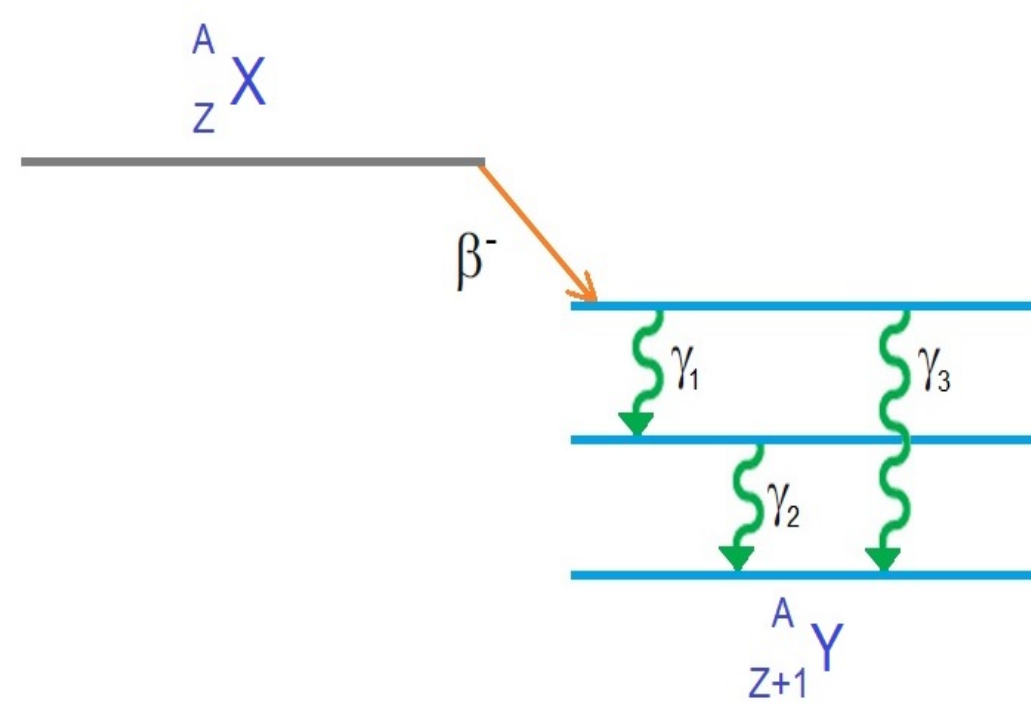


Figura 3. Esquema de desintegración de un elemento X. Los fotones 1 y 2 están en coincidencia.

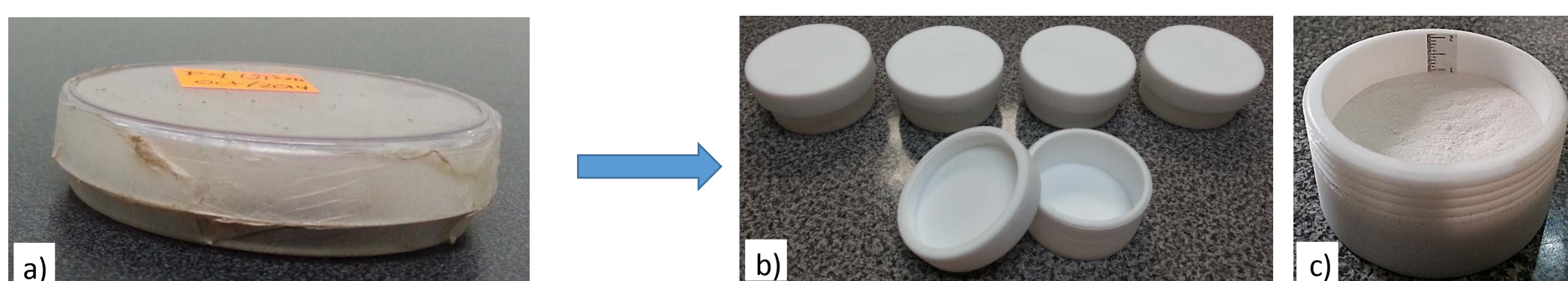
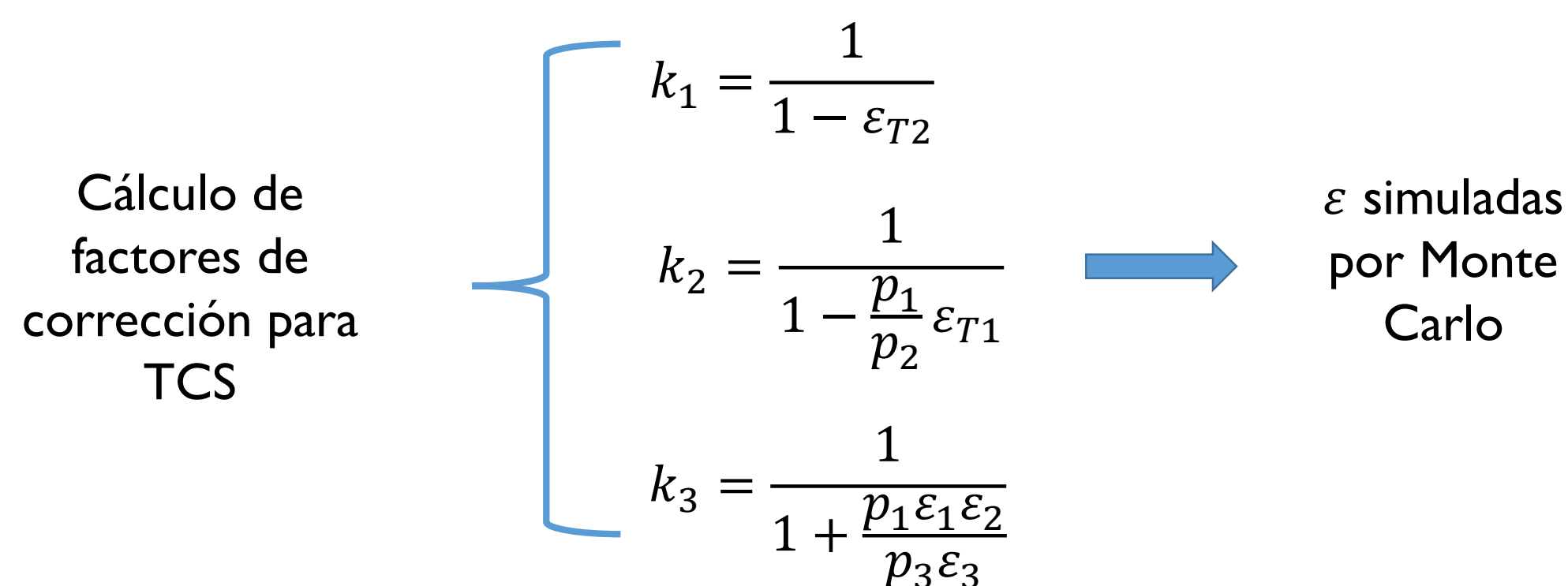
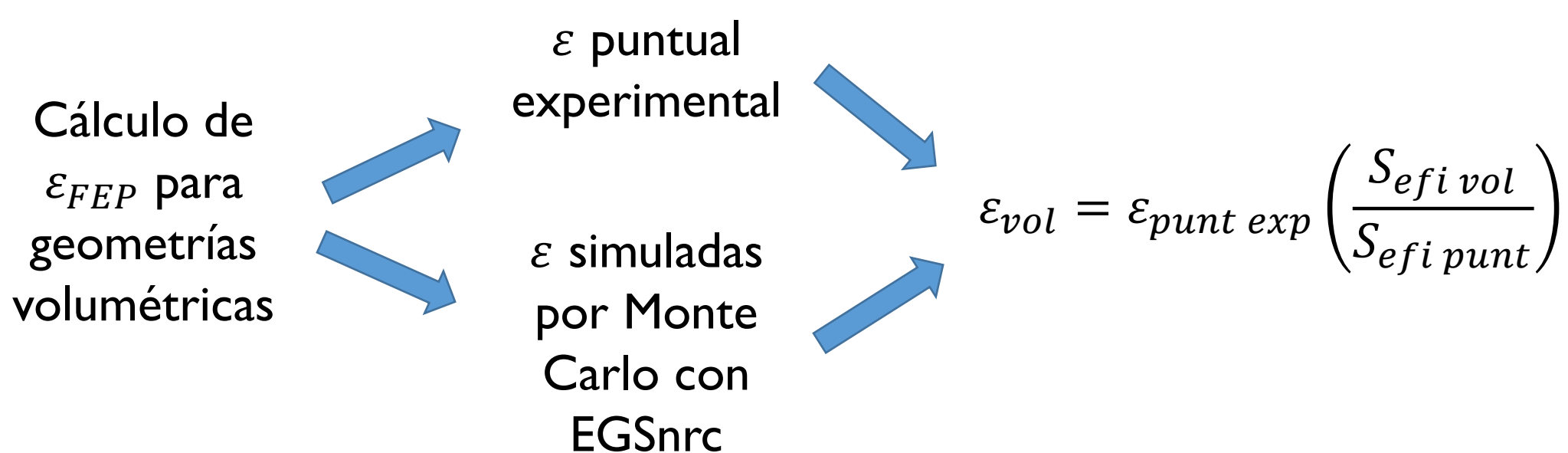


Figura 4. a) Caja Petri con matriz de sedimentos. b) Recipientes de teflón. c) Recipiente de teflón con matriz de SiO<sub>2</sub>.

## RESULTADOS

Energía fuente <sup>210</sup> Pb	Eficiencia Simulada fuente volumétrica	Eficiencia experimental fuente puntual	Eficiencia simulada fuente puntual	Eficiencia volumétrica MC	Factores de corrección para TCS	Eficiencia volumétrica corregida TCS
46.53	2.23E-02	0.00399233	1.6287E-03	5.46E-02	1	5.46E-02
59.54	4.60E-02	0.00415861	2.7260E-03	7.02E-02	1	7.02E-02
88.03	7.28E-02	0.00428527	3.7220E-03	8.38E-02	1	8.38E-02
122.06	7.58E-02	0.00387098	3.7657E-03	7.80E-02	1	7.80E-02
158.97	6.80E-02	0.00316243	3.3607E-03	6.40E-02	1	6.40E-02
320.1	0.034234	0.00146138	1.6192E-03	3.09E-02	1	3.09E-02
391.7	2.73E-02	0.00119286	1.2674E-03	2.57E-02	1	2.57E-02
661.66	1.57E-02	0.00065237	6.9863E-04	1.47E-02	1	1.47E-02
898.04	1.17E-02	0.00047953	5.1098E-04	1.10E-02	1.00332703	1.11E-02
1173.2	9.16E-03	0.00036545	3.8997E-04	8.58E-03	1.00348309	8.61E-03
1332.5	8.14E-03	0.00031734	3.4436E-04	7.50E-03	1.00358954	7.53E-03
1836.06	5.97E-03	0.0002295	2.4744E-04	5.53E-03	1.00367606	5.55E-03

Tabla 1. Valores de eficiencia para las energías de la fuente de <sup>210</sup>Pb y matriz de SiO<sub>2</sub>.

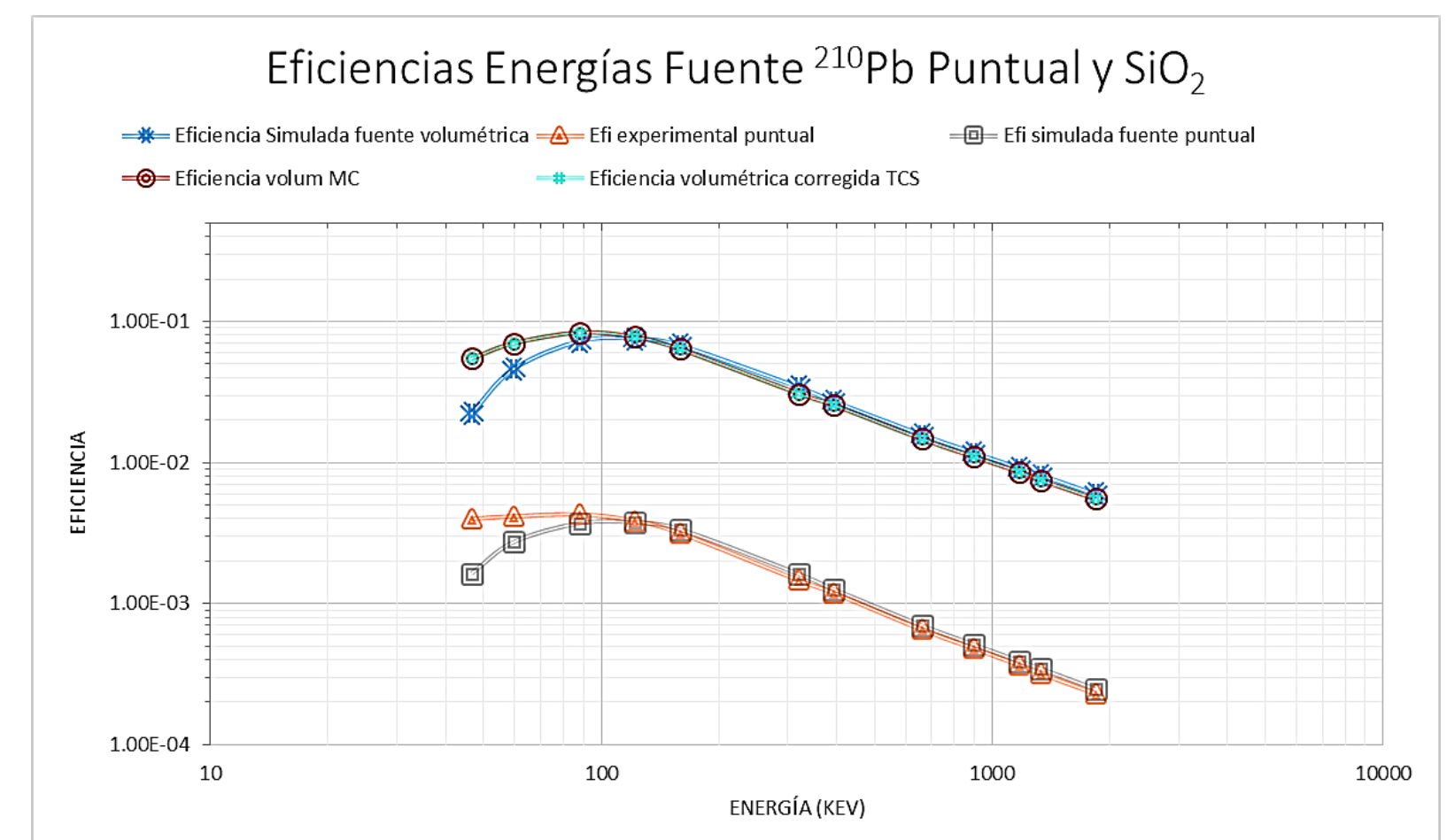


Figura 5. Curvas de eficiencia teóricas vs. experimentales.

Energía fuente Suelo cert	Eficiencia Simulada fuente volumétrica	Eficiencia exp (interp) fuente puntual	Eficiencia simulada fuente puntual	Eficiencia volumétrica MC	Factores de corrección para TCS	Eficiencia volumétrica corregida TCS
46.53	2.45E-02	0.00399233	1.6287E-03	6.01E-02	1	6.01E-02
59.54	4.88E-02	0.00415861	2.7260E-03	7.44E-02	1	7.44E-02
88.03	7.64E-02	0.00428527	3.7220E-03	8.79E-02	1	8.79E-02
563.2	1.89E-02	0.00085003	8.32E-04	1.93E-02	1.0085256	1.95E-02
569.3	1.87E-02	0.00083782	8.24E-04	1.90E-02	1.00832521	1.92E-02
604.7	1.76E-02	0.00076696	7.72E-04	1.75E-02	0.99646284	1.74E-02
661.66	1.61E-02	0.00065237	6.9863E-04	1.50E-02	1	1.50E-02
795.8	1.34E-02	0.00055453	5.75E-04	1.30E-02	1.00501042	1.30E-02
801.9	1.33E-02	0.00055007	5.74E-04	1.28E-02	1.00709885	1.29E-02
1173.2	9.32E-03	0.00036545	3.8997E-04	8.73E-03	1.00348309	8.76E-03
1332.5	8.26E-03	0.00031734	3.4436E-04	7.61E-03	1.00358954	7.64E-03

Tabla 2. Valores de eficiencia para las energías de la fuente de Suelo Certificado y matriz de sedimentos.

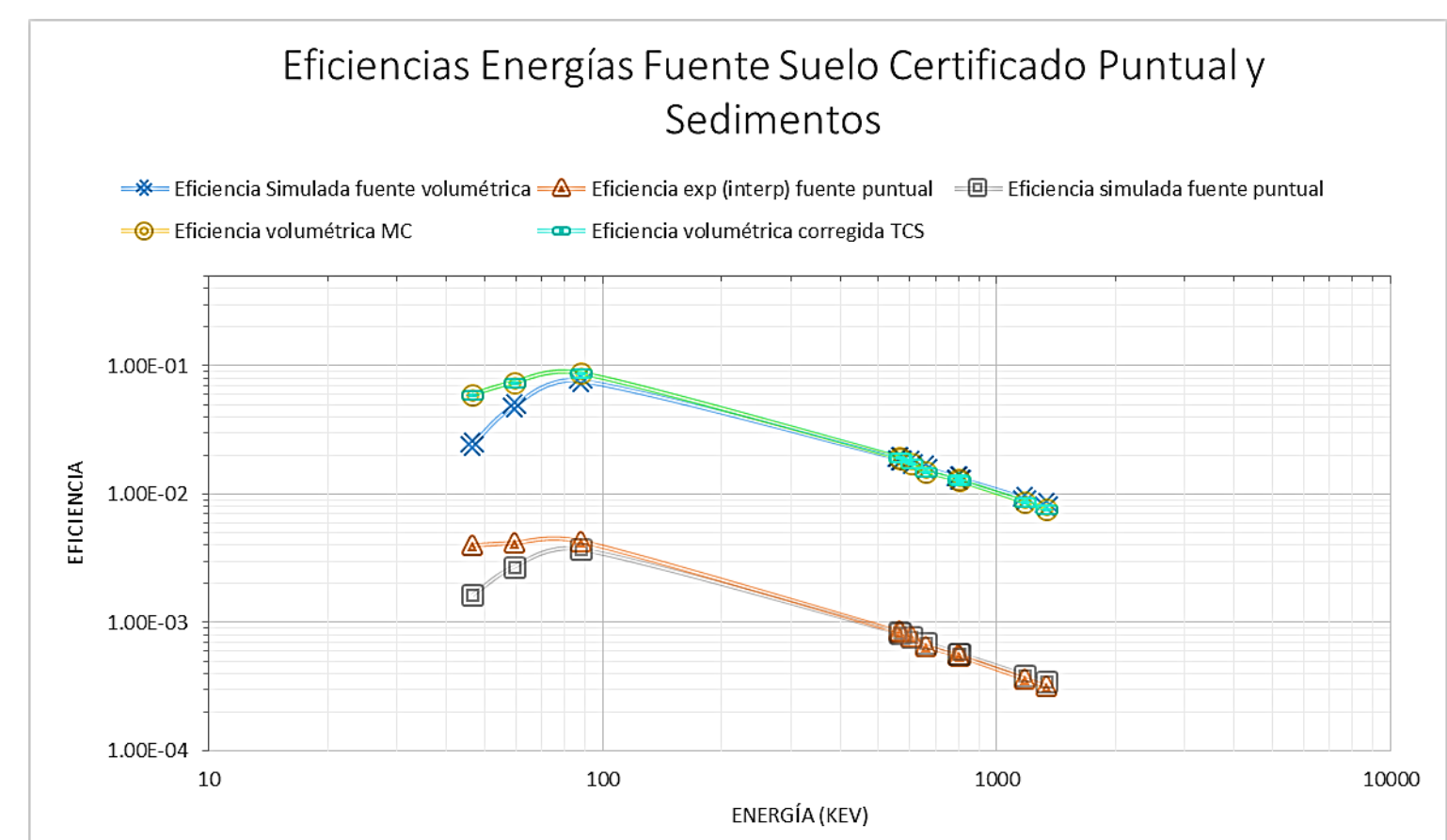


Figura 6. Curvas de eficiencia teóricas vs. experimentales.

## CONCLUSIONES

Mediante la utilización del código de simulación EGSnrc se modelaron las eficiencias de detección de la actividad en matrices de sedimentos y suelo. La optimización de la hermeticidad permitió garantizar el equilibrio radiactivo en las muestras antes de medirlas.

## REFERENCIAS

- Gilmore, G. R. (2008). *Practical Gamma-ray Spectrometry* (2nda Ed.). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Lépy, M. C., Altitzoglou, T., Arnold, D., Bronson, F., Noy, R. C., Décombaz, M., ... Vidmar, T. (2001). Intercomparison of efficiency transfer software for gamma-ray spectrometry. *Applied Radiation and Isotopes*, 55(4), 493–503.
- Tomarchio, E., & Rizzo, S. (2011). Coincidence-summing correction equations in gamma-ray spectrometry with p-type HPGe detectors. *Radiation Physics and Chemistry*, 80(3), 318–323.
- ENSDF Database. (2000). 226Ra Gamma Spectra. Consultado el 13 de Septiembre de 2015, de la página web [http://www.radiochemistry.org/periodictable/gamma\\_spectra/pdf/ra226.pdf](http://www.radiochemistry.org/periodictable/gamma_spectra/pdf/ra226.pdf)