

Monitoreo de radiación ionizante ambiental en espacios exteriores de las Facultades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

E. G. Villarreyes P.^{1,2}, C. Marin R.¹, C. Sinche Limay¹, E. Acosta C.¹, J. Ibazeta¹, G. Patiño C.¹, O. Baltuano E.¹

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos. ² Instrumentación Física y Aplicaciones (INFISA).

Resumen

En el presente estudio evaluó la radiación ionizante en espacios exteriores de alto tránsito estudiantil en 16 facultades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, entre enero y marzo, utilizando un detector Geiger-Müller. Las mediciones mostraron una tasa de conteo promedio de 57 ± 15 cpm y una tasa de dosis promedio de $0.182 \pm 0.048 \mu\text{Sv}/\text{h}$.

Aunque no se consideraron factores como el clima o la altitud, los resultados aportan datos preliminares para futuras investigaciones. Los niveles de radiación en el campus son estables y cumplen con los límites de seguridad internacionales, estando por debajo del valor de referencia de $1 \text{ mSv}/\text{año}$, lo que indica que no representan un riesgo significativo para la comunidad académica.

Palabras clave: Radiación de fondo, Tasa de dosis, Radionúclidos naturales, Detector Geiger-Müller.

Introducción

En nuestra vida cotidiana, estamos en presencia de radiación ionizante ya sea, por ejemplo, la radiación solar o la radiación cósmica. La radiación ionizante ingresa al tejido animal el cual, dependiendo de dosis absorbida, puede dañar la materia orgánica. Debido al peligro que puede presentar la radiación ionizante, existen organismos internacionales con finalidad de proporcionar información sobre la protección radiológica [1]. En esta investigación se realizaron mediciones de la radiación ionizante ambiental en 16 facultades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) para obtener el número de cuentas y la tasa de dosis utilizando un detector Geiger-Müller con la finalidad de comprobar de que estén dentro de los estándares internacionales.

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un diseño transversal con muestreo intencional por criterios, adecuado para los objetivos planteados y el contexto geográfico y logístico definido. Se aplicó un enfoque metodológico mixto que combinó estadística descriptiva, para caracterizar las condiciones de medición en cada facultad, y estadística inferencial, para evaluar la normalidad de los datos obtenidos. Las mediciones se realizaron en espacios exteriores de 16 facultades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) durante los meses de febrero a marzo de 2025, periodo correspondiente a la temporada de verano. Para la recolección de datos se utilizó un detector Geiger-Müller, seleccionado por su simplicidad operativa y bajo costo, registrándose cuentas por minuto (cpm) y tasa de dosis en $\mu\text{Sv}/\text{h}$. El detector se colocó a un metro sobre el nivel del suelo, conforme a la norma ISO 18589-3:2024. Asimismo, se midieron temperatura y humedad antes y después de cada registro. Los datos recopilados fueron organizados y procesados para su posterior análisis estadístico, proporcionando una base sólida para evaluar la radiación ambiental en los espacios universitarios estudiados.

Nº	Facultad	Latitud	Longitud	Temperatura (°C)	Humedad (%)
1	FIS	12° 03' 33" S	77° 04' 52" W	32.0	47.0%
2	FCM	12° 03' 37" S	77° 04' 56" W	25.0	72.2%
3	QIQ	12° 03' 37" S	77° 05' 00" W	26.5	67.8%
4	GEO	12° 03' 39" S	77° 05' 03" W	65.5	26.9%
5	IMG	12° 03' 39" S	77° 05' 05" W	28.2	64.5%
6	IMF	12° 03' 21" S	77° 05' 13" W	24.8	53.2%
7	FII	12° 03' 35" S	77° 04' 48" W	26.0	46.5%
8	FCB	12° 03' 36" S	77° 04' 48" W	29.1	36.0%
9	DCP	12° 03' 21" S	77° 05' 09" W	20.3	75.5%
10	CIV	12° 03' 22" S	77° 05' 15" W	19.3	73.0%
11	PSI	12° 03' 14" S	77° 05' 14" W	21.7	56.25%
12	FIEE	12° 03' 19" S	77° 05' 13" W	26.5	53.2%
13	FISI	12° 03' 14" S	77° 05' 07" W	17.3	67.3%
14	ODO	12° 03' 15" S	77° 05' 08" W	15.9	75.0%
15	SOC	12° 03' 37" S	77° 05' 00" W	24.8	53.2%
16	ECO	12° 03' 29" S	77° 04' 50" W	26.1	73.4%

Figura 1: Mediciones por Facultades y Escuelas profesionales de latitud, Longitud, Temperatura y Humedad

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

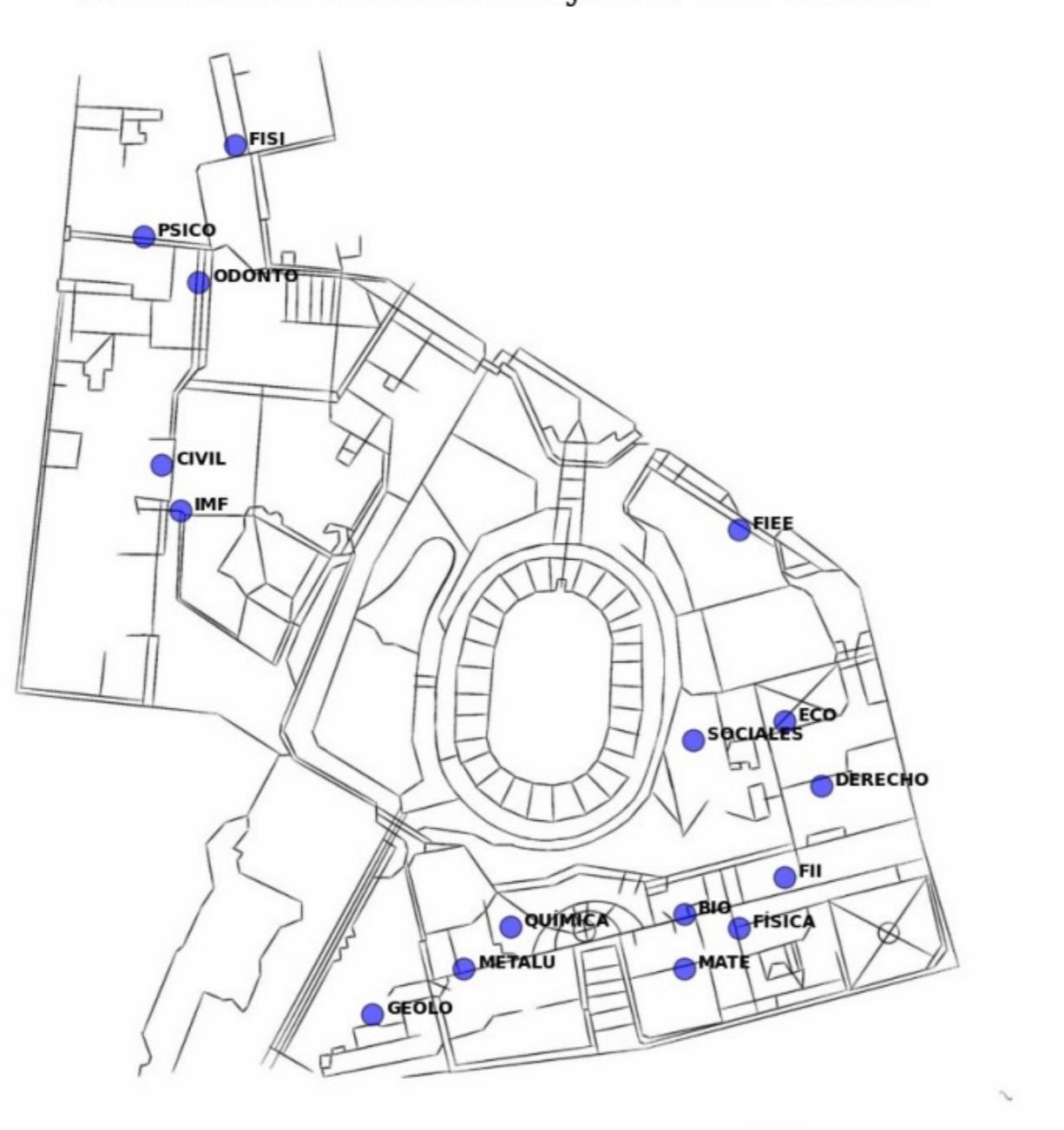


Figura 2: Mapa de ubicación de los puntos de medición en espacios exteriores de las Facultades y Escuelas Profesionales, Ciudad Universitaria de la UNMSM (Lima, Perú).

Análisis y Resultados

Se documentaron los parámetros ambientales y radiológicos en 16 facultades y escuelas profesionales de la Ciudad Universitaria de la UNMSM, registrando coordenadas geográficas, temperatura, humedad relativa, cuentas por minuto (cpm) y tasa de dosis ambiental. La prueba de Shapiro-Wilk confirmó la normalidad

de los datos ($p > 0.05$), con valores entre 44–74 cpm y $0.141\text{--}0.238 \mu\text{Sv}/\text{h}$, y promedios de 57 ± 15 cpm y $0.182 \pm 0.048 \mu\text{Sv}/\text{h}$. Los niveles medidos son compatibles con el fondo natural típico de zonas urbanas costeras y presentan baja variabilidad ($CV = 14\%$). El mapa de calor de la tasa de dosis evidenció una distribución espacial homogénea, con valores coherentes con niveles naturales, sin indicios de anomalías radiológicas. Las variaciones observadas se asocian principalmente a características ambientales y materiales de construcción, constituyendo una referencia útil para futuras campañas de vigilancia radiológica.

Exteriores Facultades UNMSM	cpm	($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
Escuela de Física (FIS)	50 ± 14	0.161 ± 0.045
Facultad de Ciencias Matemáticas (FCM)	74 ± 17	0.238 ± 0.055
Facultad de Química e Ingeniería Química (QIQ)	57 ± 15	0.183 ± 0.048
Escuela de Geología (GEO)	55 ± 15	0.177 ± 0.048
Escuela de Ingeniería Metalúrgica (IMG)	62 ± 16	0.199 ± 0.051
Escuela de Ingeniería Mecánica de Fluidos (IMF)	56 ± 15	0.180 ± 0.048
Facultad de Ingeniería Industrial (FII)	47 ± 14	0.151 ± 0.045
Facultad de Ciencias Biológicas (FCB)	50 ± 14	0.161 ± 0.045
Facultad de Derecho y Ciencia Política (DCP)	55 ± 15	0.177 ± 0.048
Facultad de Odontología (ODO)	56 ± 15	0.177 ± 0.048
Facultad de Ingeniería de Sistemas (FISI)	52 ± 14	0.167 ± 0.045
Facultad de Ingeniería Civil (CIV)	61 ± 16	0.196 ± 0.051
Facultad de Psicología (PSI)	58 ± 15	0.186 ± 0.048
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)	58 ± 15	0.186 ± 0.048
Facultad de Ciencias Sociales (SOC)	44 ± 13	0.141 ± 0.042
Facultad de Economía (ECO)	72 ± 17	0.231 ± 0.055
PROMEDIO	57 ± 15	0.182 ± 0.048

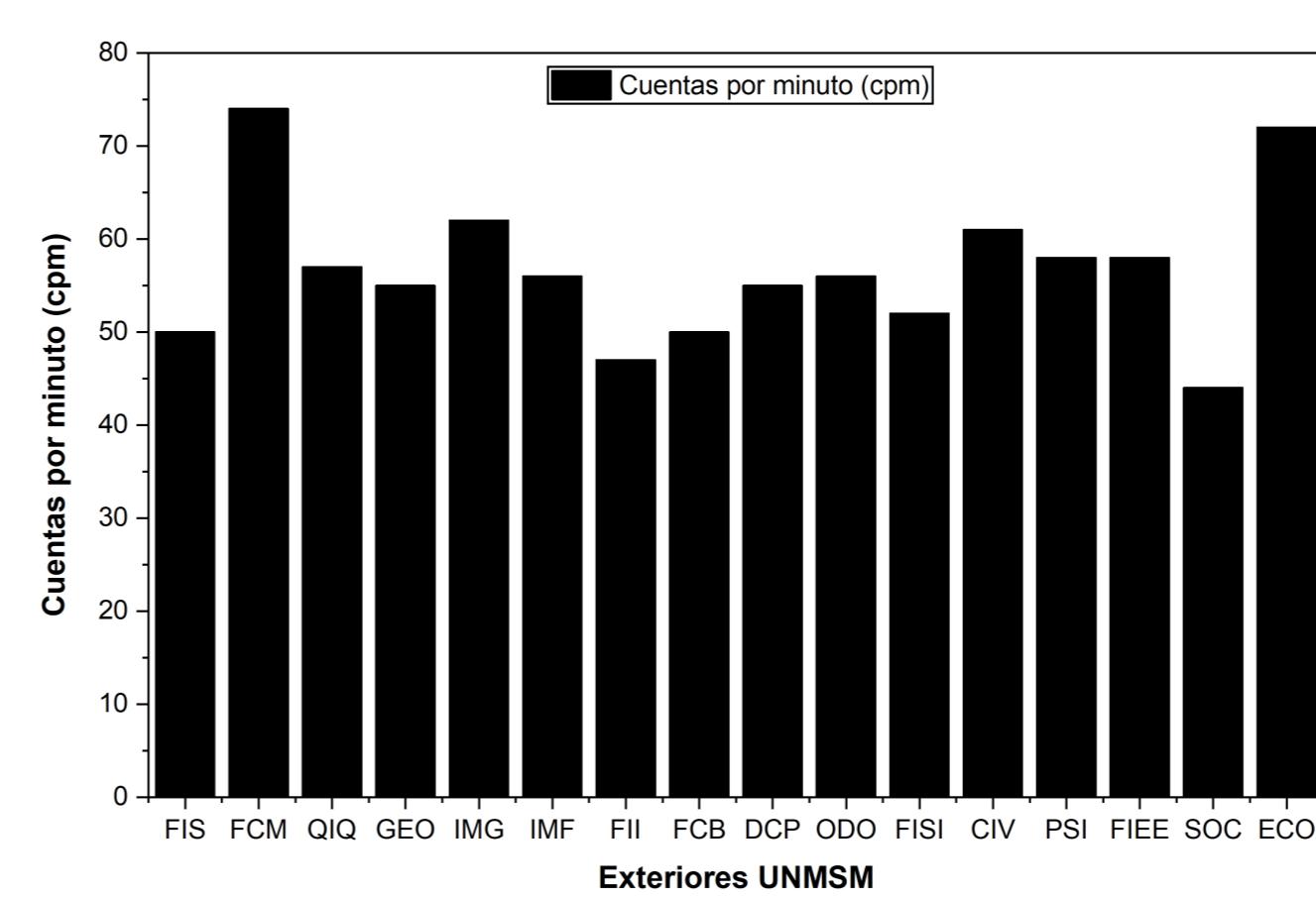


Figura 3: Distribución de las cuentas por minuto por facultades

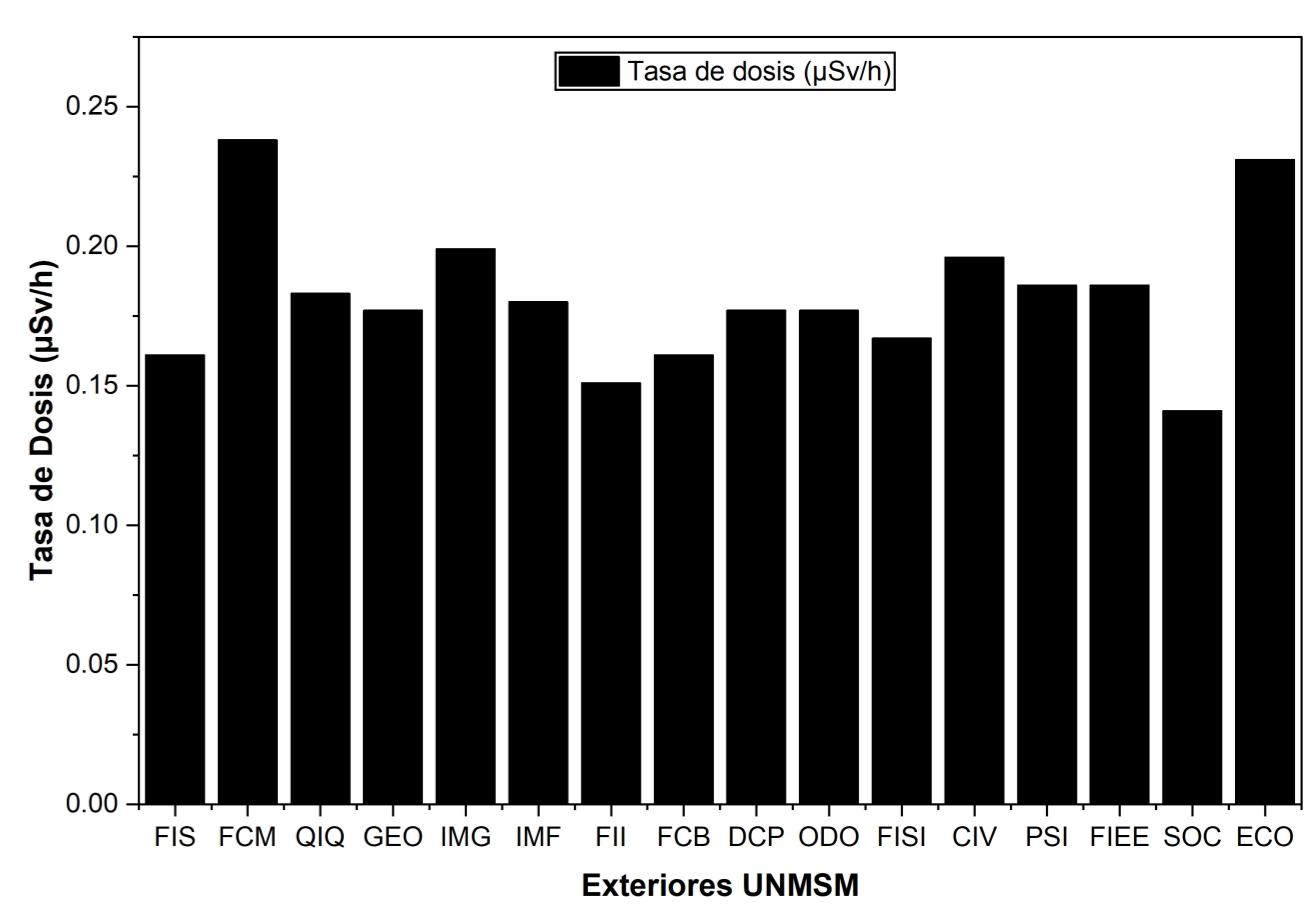


Figura 4: Medida de la tasa de dosis por facultades



Figura 5: Mapa de calor de la tasa de dosis en los exteriores de las facultades

Conclusiones

- Los datos obtenidos en las 16 facultades de la UNMSM muestran un promedio de 57 ± 15 cpm y $0.182 \pm 0.048 \mu\text{Sv}/\text{h}$, sin indicar riesgo radiológico inmediato para la comunidad universitaria, estableciendo una línea base confiable del fondo ambiental del campus.
- Se recomienda complementar las mediciones actuales con espectrometría gamma in situ (NaI(Tl) o HPGe portátil) para identificar isotópicos como ^{40}K , ^{238}U y ^{232}Th , y así diferenciar mejor las contribuciones de la radiación provenientes del suelo y materiales constructivos.
- Es esencial implementar un programa de vigilancia ambiental que incluya campañas estacionales con más puntos de muestreo, el uso de espectrometría gamma para identificación isotópica, dosímetros integradores para estimar dosis acumuladas y estaciones de monitoreo continuo para fortalecer la gestión radiológica y mejorar la comunicación con la comunidad universitaria.

Referencias

- [1] International Commission on Radiological Protection (ICRP). *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103, 2007.
- [2] International Medcom, Inc. *Radalert-100X User's Manual*, 2018. <https://medcom.com/wp-content/uploads/Radalert-100X-Manual.pdf>
- [3] International Commission on Radiological Protection (ICRP). *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Number 103 in ICRP.