

Radiación ambiental en la ruta Cusco-Machu Picchu

ENVIRONMENTAL RADIATION IN CUSCO ROUTE MACHU PICCHU

Julio Manosalva B.¹

RECIBIDO: 25/06/2013– APROBADO: 04/07/2013

RESUMEN

La dosis del fondo mundial media de radiación ionizante para un ser humano es aproximadamente 2.4 milisievert (mSv) por año. Esta exposición es producida principalmente por la radiación cósmica y los materiales radiactivos que de manera natural se encuentran en el ambiente y constituyen la razón por la cual el nivel de radiación natural del fondo varía de una zona a otra y que en algunas áreas éste nivel es significativamente más alto que el promedio [3]. Tales áreas incluyen Ramsar en Irán, Guarapari en Brasil, Kerala en India, el Flinders Ranges norteño en Australia y Yangjiang en China.

Con el fin de conocer la radiación de fondo en nuestro país, y sus posibles impactos sobre los seres vivos continuamos con presente estudio donde se han realizado mediciones de radiación ionizante ambiental a lo largo de las rutas que unen Cuzco con Machupichu. En estas localidades se efectuaron 10 mediciones en lugares aleatorios alejados por lo menos 6 metros de edificaciones a un metro del suelo con un detector portátil Geiger-Müller marca Gama-Scout, calibrado (Fachhochschuler Mannheim) en dosis equivalentes (nSv/h). La zona de Calca constituye la medición más alta con 478 nSv/h, le sigue Ollantaytambo 470, Pisac alto 440, Poroy 396, Calca 388, Machupichu 343, Pisac 342, Aguas Calientes 298, y otros haciendo un total de 29 localidades.

Palabras clave: Radiactividad natural, Cusco.

ABSTRACT

The global average background dose for a human being is about 2.4 millisievert (mSv) per year. This exposure is produced mainly by cosmic radiation and radioactive materials that are naturally in the environment and are the reason why the level of natural radiation of the background varies from one zone to another in some areas and that this level is significantly higher than the average [3]. Such areas include Ramsar in Iran, Guarapari in Brazil, Kerala in India, the northern Flinders Ranges in Australia and Yangjiang in China.

In order to know the background radiation in our country, and their possible impacts on living things continue along these lines, the present study was conducted environmental ionizing radiation measurements along routes linking Cuzco to Machu Picchu. In these locations 10 measurements were made at random locations away at least 6 meters of buildings to a meter from the ground with a Geiger-Müller detector Portable Gamma- Scout brand, calibrated (Fachhochschuler Mannheim) at equivalent doses (nSv / h). Calca area is the highest reading with 478 nano Sv / h, 470 followed by Ollantaytambo, Pisac high 440, 396 Poroy, Calca 388 Machupichu 343, 342 Pisac, Aguas Calientes 298 and others totaling from 29 localities.

Key words: Natural radioactivity, Cuzco.

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Laboratorio de Radiobiología de la Facultad de Ciencias Biológicas
Correo electrónico: jmanosalvab@unmsm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

La radiación natural constituye la fracción más importante de dosis recibida de manera colectiva por los organismos vivientes incluyendo al hombre. Esta tiene un promedio de 2.4 mSv/año, de los cuales 0,38 a 2,0 corresponden a los rayos cósmicos, 0,43 a 4,3 a la corteza terrestre y 1.2 a 10 mSv de exposición de Radón al año (Gonzales, 1994).

La radiación cósmica varía con la altitud y en menor medida a la latitud, en lugares de gran altura puede llegar a alcanzar mediciones importantes, adicionalmente debemos tener en cuenta la radiación gamma terrestre que depende de las características geológicas de la zona (Sohravi, 1990).

En general, las poblaciones humanas que viven en alturas de más de 2000 msnm reciben dosis mayores que las que se ubican nivel del mar.

¿Pero las radiaciones naturales son suficientes para causar efectos en seres vivos en especial en el hombre?

Los investigadores reconocen las limitaciones existentes para dar una respuesta definitiva a esta pregunta.

Estudios epidemiológicos y citogenéticos realizados en zonas de alta radiación natural sugerirían una respuesta adaptativa a la radiación (Mohammadi *et al.*, 2006), inclusive algunos investigadores sostienen que la radiación en bajas dosis tendría posibles efectos benéficos (Mortazavi *et al.*, 1999). Sin embargo hay datos referidos a que el porcentaje de mujeres con infertilidad primaria es mayor en zonas de alta radiación natural (Tabarraie *et al.*, 2008), así mismo existen estudios que concluyen que la radiación en bajas dosis producirían efectos imperceptibles (Zhang *et al.*, 2003)

Debemos destacar que las organizaciones internacionales relacionadas con la energía nuclear (ICRP, OIEA, NFA, UNSCEAR) continúan utilizando, precavidamente, el modelo lineal sin umbral (MLSU o LNT por sus siglas en inglés), que asume que la probabilidad de daños estocásticos comienza a partir de la dosis cero y se comportan de manera lineal al alcanzar resultados detectables.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado en ciudades y algunas comunidades a lo largo de las carreteras que unen Cusco y Machu Picchu. En cada una de estas localidades se efectuaron 10 mediciones en lugares aleatorios alejados por lo menos 6 metros de edificaciones, a un metro del suelo con un detector portátil Geiger-Müller marca Gamma-Scout, calibrado (Fachhochschuler Mannheim) en dosis equivalentes (nSv/h), (Manosalva, 2006).

La ruta principal se inicia en el ciudad del Cusco, Pisac, Calca, Yucay, Urubamba, Ollantaytambo y Machupicchu (ruta 28) que recorre el llamado valle Sagrado de los Incas, la ruta alterna es Cuzco, Chinchero y Urubamba. En Ambas rutas encontramos los sitios arqueológicos más importantes de nuestro país y son recorridos por una importante cantidad de turistas nacionales y extranjeros (Figura N.º 1)

III. RESULTADOS

Los resultados se presentan en la Tabla N.º 1. En ella se señala la localidad, la distancia a la ciudad del Cuzco, latitud, longitud, población, altura y las dosis equivalentes en promedio expresado en nSv/h. Se pone en evidencia que el factor altura determina un mayor conteo de fondo, sin embargo encontramos lugares donde la radiación es más alta que lo esperado.

IV. DISCUSIÓN

El promedio de dosis efectiva que recibe el hombre a nivel mundial es de 2.4 milisievert por año (mSv/y). Esta exposición es originada principalmente por la radiación cósmica y el material radioactivo que de manera natural se encuentran en el ambiente, por lo cual el nivel de radiación de fondo varía de un lugar a otro. Asimismo que en algunas áreas éste sea significativamente más alta que el promedio.

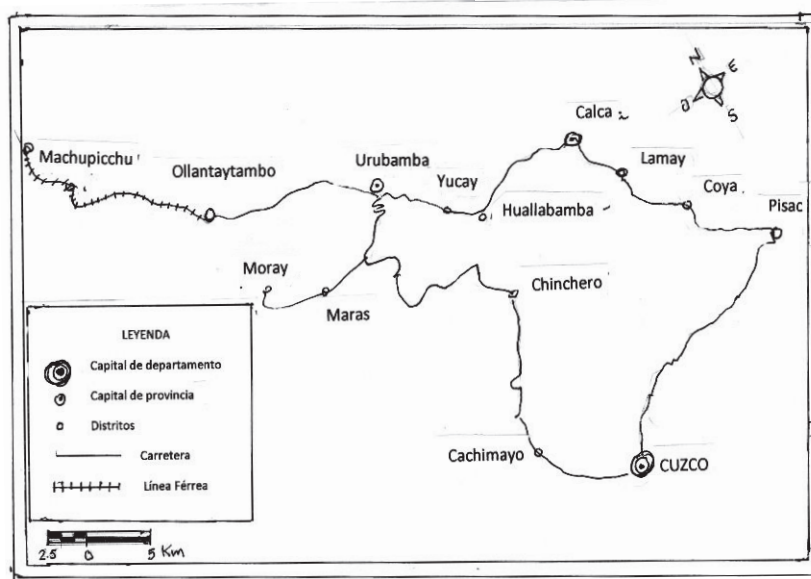


Figura N.º 1. Puntos de muestreo

Tabla N.º 1. Radiación ambiental Cusco-Machupicchu: localidades donde se realizaron las mediciones, distancia en Km de la ciudad del Cuzco, latitud, longitud población y altura y el conteo en promedio expresado en nano Sv/h. Corresponde las localidades de la ruta alterna.

| Localidad | Km | Latitud | Longitud | Población | msnm | Prom |
|-----------------|-----|------------|------------|-----------|------|------|
| Ciudad Cusco | | | | 108198 | | |
| P. de Armas | 0 | 13°31'00'' | 71°58'43'' | – | 3408 | 249 |
| Qorikancha | 0 | 13°31'15'' | 71°58'31'' | – | 3385 | 402 |
| Est. Cienciano | 0 | 13°31'31'' | 71°58'02'' | – | 3361 | 237 |
| Saqsayhuaman | 2 | 13°20'26'' | 71°58'51'' | – | 3576 | 267 |
| Quenko | 4 | 13°30'32'' | 71°58'13'' | – | 3580 | 299 |
| Huayllarccocha | 6 | 13°29'20'' | 71°57'52'' | – | 3778 | 282 |
| Pukapukara | 7 | 13°29'00'' | 71°57'52'' | – | 3771 | 228 |
| Tambomachay | 7.5 | 13°21'51'' | 71°57'63'' | – | 3700 | 221 |
| Yuncaypata | 11 | 13°29'27'' | 71°56'43'' | 400 | 3724 | 212 |
| Ccorao | 15 | 13°28'46'' | 71°55'23'' | – | 3612 | 304 |
| Rayanniyoc | 16 | 13°28'19'' | 71°55'15'' | 293 | 3590 | 318 |
| Taray | 23 | 13°25'38'' | 71°52'01'' | 4275 | 3424 | 386 |
| Pisac | 35 | 13°25'26'' | 71°51'27'' | 9440 | 2900 | 342 |
| Pisac alto | | 13°25'00'' | 71°50'36'' | – | 3051 | 440 |
| Coya | 41 | 13°23'12'' | 71°53'56'' | 3705 | 2944 | 322 |
| Lamay | 45 | 13°21'52'' | 71°55'13'' | 5359 | 2948 | 219 |
| Calca | 51 | 13°19'24'' | 71°57'72'' | 19312 | 2946 | 478 |
| Urquillos | 64 | 13°19'41'' | 72°02'52'' | – | 2980 | 388 |
| Huayocari | 64 | 13°19'25'' | 72°02'44'' | 2188 | 2876 | 345 |
| Huayllabamba | 67 | 13°29'17'' | 72°03'53'' | 4980 | 2871 | 391 |
| Yucay | 71 | 13°19'11'' | 72°05'16'' | 3101 | 2860 | 295 |
| Urubamba | 76 | 13°18'15'' | 72°07'05'' | 4242 | 2876 | 344 |
| Ollantaytambo | 94 | 13°15'30'' | 72°15'50'' | 9851 | 2792 | 470 |
| Aguas Calientes | 110 | 13°09'19'' | 72°31'20'' | 5286 | 2109 | 298 |
| Machupicchu | | 13°09'50'' | 72°32'41'' | – | 2443 | 343 |
| Poroy | 18* | 13°29'43'' | 72°02'32'' | 4462 | 3499 | 396 |
| Cachimayo | 25* | 13°28'37'' | 72°04'08'' | 2037 | 3400 | 399 |
| Chincheros | 30* | 13°23'45'' | 72°03'06'' | 9422 | 3754 | 361 |
| Maras | 49* | 13°19'58'' | 72°09'23'' | 6258 | 3380 | 399 |

Los resultados se muestran muy próximos con los encontrados en lugares de alturas de la ruta Amazonas Centro (Manosalva, 2010).

El presente constituye una contribución al conocimiento de la radiación ambiental en nuestro país, sin embargo en razón de la necesidad de mantener registros permanentes, se hace necesaria la creación de un Sistema Nacional de Registro de Radiactividad Ambiental, que contando con equipos de alta resolución nos permita saber que radioisótopos se encuentran presentes.

V. CONCLUSIONES

1. Existen localidades de mayor radiación natural, la zona de Calca constituye la medición más alta con 478 nano Sv/h (4.2 mSv/año), haciendo sigue Ollantaytambo 470 (4.12 mSv/año), Pisac alto 440 (3.9 mSv/año), Cachimayo 399 (3.5 mSv/año), Poroy 396 (3.5 mSv/año), Urco 388 (3.4 mSv/año), Machu Picchu 343 (3 mSv/año), Pisac 342, Aguas Calientes 298 (2.6 mSv/año), y otras.
2. El promedio en la zona estudiada es de 331.84 nSv/hora, es decir 2.9 mSv/año, que es ligeramente mayor que el promedio mundial, lo esperado por la altura de la zona de estudio.
3. Lo que es necesario tener en cuenta en las zonas de mayor radiación en toma de placas radiológicas y terapias de radiación para evitar sobreexposiciones (Ramírez 2002).

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Gonzales, A. (1994). Los efectos biológicos de las dosis bajas de radiación ionizante: una visión más completa. *Boletín del OIEA*, N.º 4.
2. Manosalva, J. (2006). Radiación Ambiental en la zona central del Perú. *Revista del Instituto de Investigaciones FGMMG*. Vol. 9, N.º 18: 78-81. UNMSM.
3. Manosalva, J. (2010). Radiación Ambiental en el eje Amazonas Centro (Lima-Tingo María). *Revista del Instituto de Investigaciones FGMMG*. Vol 13, N.º 25: 70-74. UNMSM.
4. Mohammadi, S., M. Taghavi-Dehaghani, M. Gharaati, R. Masoomi and M. Ghiassi-Nejad. (2006). Adaptive response of blood lymphocytes of inhabitants residing in high background radiation areas of Ramsar-Micronuclei, apoptosis and comet assays. *Journal of Radiation Research*, 47, 279-285.
5. Mortazavi, S.M.J., T. Ikuhima, H. Mozdarani, and A.A. Sharafi (1999). Radiation Hormesis and Adaptive Responses Induced by Low Doses of Ionizing Radiation. *Journal of Kerman University of Medical Science*. Vol. 6, N.º 1: 50-60.
6. Ramírez, A. (2002). Tercerización del trabajo y sobreexposición a radiación ionizante en postulantes a servicios de minería. *Anales de la Facultad de Medicina*. UNMSM. Vol. 63, N.º 4: 291-300.
7. Sohrabi, M. (1990). Recent radiological Studies of high background radiation areas of Ramsar. *Proceeding of International Conference on High Levels of Natural Radiation (ICHLNR)*, Ramsar, Iran.: 3-7.
8. Tabarraie, I., S. Refahi, M.H. Dehghan and M. Mas-houfi (2008). Impact of High Natural Background Radiation on Woman's Primary Infertility. *Research Journal of Biological Science* 3(5): 534-536.
9. Zhang, W., C. Wang, D. Chen, M. Minamihisamatsu, H. Morishima, Y. Yuan, L. Wei, T. Sugahara and I. Hayata. (2003). Imperceptible effect of radiation on stable type chromosome aberration accumulated in the lymphocytes of residents in the high background radiation area in China. *Journal of Radiation Research*, 44, 69-74