MUJERES EN INGENIERÍA:
EMPODERAMIENTO, LIDERAZGO
Y COMPROMISO
21 - 24 DE SEPTIEMBRE | 2021 | CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA
Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI
https://acofi.edu.co/eiei2021

PARTÍCULAS DE ALTA ENERGÍA Y SUS POSIBLES AFECTACIONES EN VUELOS AÉREOS SOBRE MADRID (CUNDINAMARCA)

Edwin Alexander Casallas Moreno

Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica
Bogotá, Colombia

Richard Avella, Mayra Gabriela Lagos Jiménez, Juan Pablo Rubio Ospina

Fundación Universitaria los Libertadores
Bogotá, Colombia

Resumen

Uno de los temas que ha despertado gran interés tanto teórico como experimental en el mundo hace al menos cien (100) años, es el arribo a la tierra de partículas de alta frecuencia, algunas veces denominadas rayos cósmicos, provenientes de las erupciones solares y de núcleos de galaxias. El interés en estas partículas se debe a los efectos nocivos en satélites, sistemas navegación aérea, seguimiento de sondas espaciales, comunicaciones de radio, redes eléctricas y especialmente con afectaciones en el ser humano, al ser bombardeado con partículas de alta energía durante los vuelos en aeronaves.

Algunas afectaciones de las partículas de alta energía en las diferentes actividades del ser humano durante los vuelos en aeronaves son descritas en nuestra investigación de manera preliminar. Como parte de esta investigación, se hizo el uso de drones para medir la presencia de partículas ionizantes a diferentes altitudes y en periodos de tiempo cortos. Teniendo en cuenta lo anterior**,** se midieron la cantidad de partícula de alta frecuencia (fotones) a diferentes altitudes, identificando algunas afectaciones en la salud del ser humano en los vuelos sobre Madrid Cundinamarca.

Palabras clave: rayos cósmicos; salud humana; vuelos

Abstract

One of the topics that has woken up a great theoretical and experimental interest in the world at least 100 years ago is the arrival on earth of high-frequency particles, sometimes named cosmic rays, coming from solar eruptions and from solar flares and nuclei of galaxies.

The interest on these particles is because of to the harmful effects on satellites, air navigation systems, tracking of space probes, radio communications, electrical networks and especially with effects on humans, when being bombarded with high-energy particles during flights in aircraft.

Some effects of high-energy particles in the different activities of the human being during aircraft flights are described in our investigation in a preliminary way. As part of this research, drones were used to measure the presence of ionizing particles at different altitudes and in short periods of time. Considering the above, the amount of high frequency particle (photons) was measured at different altitudes, identifying some effects on human health on flights over Madrid Cundinamarca.

Keywords: *cosmic rays; human health; flights*

1. Introducción

El estudio del Clima espacial y el arribo de partículas de alta frecuencia a nivel del mar provenientes de las erupciones solares, se debe relacionar con las consecuencias que estas provocan sobre los satélites, los sistemas de navegación aérea, el seguimiento de sondas espaciales, las comunicaciones de radio, las redes eléctricas (A. Petry, 2014), y especialmente con las afectaciones en el ser humano (Denardini, Dasso, & Gonzalez-Esparza, 2016), al ser bombardeado con partículas de alta energía en los vuelos a ciertas altitudes y geoposicionamiento. La necesidad de poder prever y enfrentar los diferentes problemas debidos al Clima espacial, llevan a la creación de un ente internacional, conocido como el Servicio Internacional del Entorno Espacial (International Space Environment Service, ISES), que en la actualidad tienen presencia en 20 Centros Regionales, cuatro Centros Asociados y un Centro Colaborativo de Expertos. Este ente internacional comparte datos y pronósticos con sus colaboradores, ofreciendo pronósticos, advertencias, alertas de condiciones solares, magnetosféricas e ionosféricas y predicciones a largo plazo del ciclo solar. Sin embargo, estas mediciones no son equivalentes a los datos en latinoamerica, por lo cual se crea en Brasil el National Space Research Institute (INPE), quienes están trabajando en la instalación del Embrace Magnetometer Network (Embrace MagNet) (Denardini, 2018) cuyo objetivo es estudiar las características específicas de las perturbaciones del campo magnético en América del Sur y comparar sus intensidades con las que ocurren en otras partes del mundo. En Colombia el clima espacial ha sido estudiado experimentalmente por el Grupo de Astro ingeniería Alfa Orion con sede en el Observatorio Astronómico de la Universidad Tecnológica de Pereira (GIA-OAUTP) (L. M. Puerta, 2014) y teóricamente por J. alvarado (Jaramillo Alvarado, 2017).

La escasa investigación en el campo del clima espacial que se desarrolla en el país hace pertinente el desarrollo de investigaciones, fabricación y adaptación de tecnologías, para el estudio del clima espacial. Esta investigación utiliza un dosímetro personal cuya base de funcionamiento es un contador de Geiger-Muller, ligado a un dron, en el que se va aumentando la altitud con el fin de detectar rayos gamma y X.

2. Conceptos Básicos

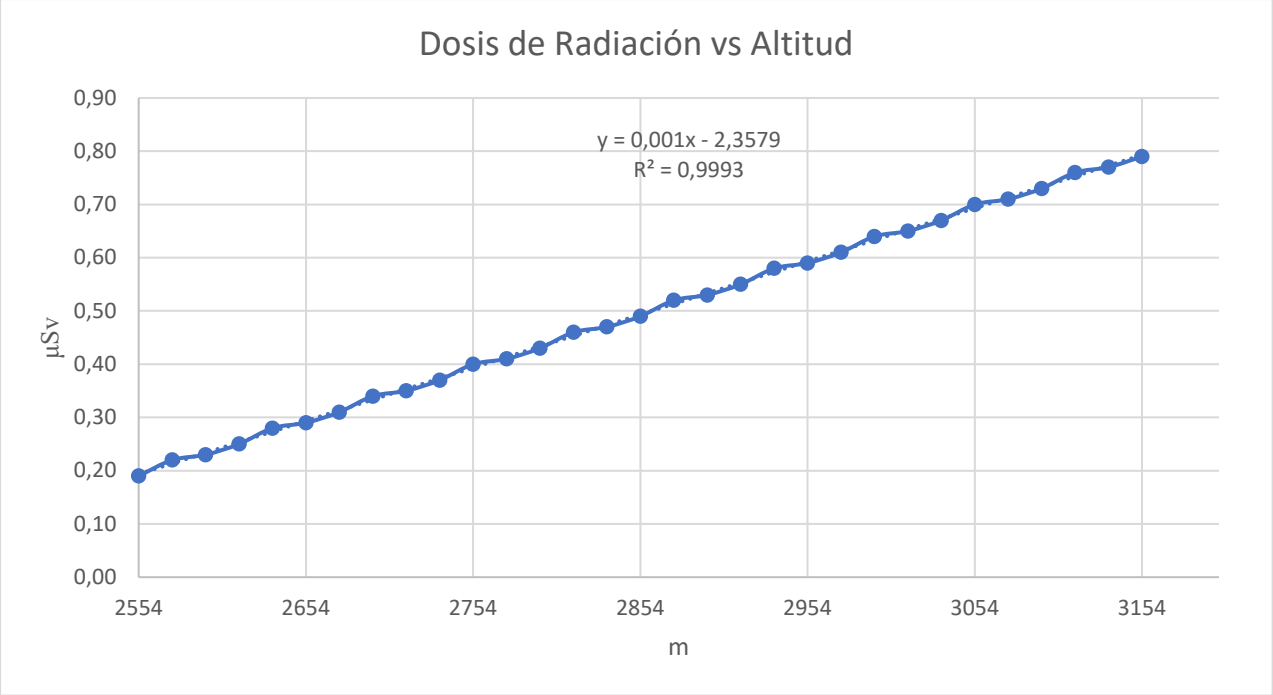
La radiación ionizante que afecta a las tripulaciones no solo proviene de la radiación de fondo producida por la desintegración molecular de los radionúclidos, también se produce por la presencia de radiación proveniente del espacio de los centros galácticos, así como de erupciones solares. Dicha radiación es producida por la descomposición de los neutrones que atraviesan la atmosfera y se descomponen en partículas Alfa, Beta, neutrinos, iones pesados, nucleones (protones y neutrones), mesones, piones y muones en este caso se denomina corpusculares, a su vez la radiación electromagnética que proviene del espacio contiene fotones que según su frecuencia se denominan X, Y y Gamma. Los tripulantes de las aeronaves a altitudes menores a los 20 km son bombardeados por radiación ionizante, por lo cual es necesario poder medirlas y establecer afectaciones ya que la dosis de radiación ionizante se encuentra entre 1 y 6 mSv al año (Basto & Moreno, 2018).

La dosis equivalente ambiental considera una penetración en la piel de 10 mm y su magnitud se establece de forma operacional en unidades de sievert (Sv). Esta unidad se usa en prácticas de protección contra la radiación, en razón a que proporciona una estimación conservadora de la dosis equivalente efectiva (Sv), que se relaciona con los efectos sobre la salud con el fin de definir, prevenir enfermedades como cánceres y otras que se relacionan con la edad sin tener en cuenta la labor desempeñada (Agostinelli et al., 2003).

La radiación cósmica en altitudes de aviación se puede medir con detectores pasivos y otras técnicas de dosimetría. En particular para el trabajo desarrollado se utilizó un dispositivo cuya base de funcionamiento es un contador Geiger-Muller, el cual permite detectar y medir radiación gamma y X.

3. Resultados

Para la toma de datos se utilizó un dron con posicionamiento GPS al cual, se le adapto un monitor de radiaciones portátiles, el dispositivo permito medir tantos rayos x como gamma que constituyen una parte de la radiación cósmica. Teniendo en cuenta que la altitud promedio de Madrid-Cundinamarca es de 2554 m y aunque por reglamentación y seguridad establecida ningún dron puede volar a una altura superior de 120 m procedimos a tomar datos cada 20 m hasta alcanzar los 3554 m, repitiendo la toma tres veces. El promedio de la radiación recibida para diferentes altitudes se representa en la siguiente gráfica:



Grafica 1

Al realizar el análisis de regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados ordinarios se obtiene un coeficiente de determinación con valor aproximado de 0.93 lo cual indica que la relación entre la radiación detectada y la altitud es lineal y positiva, el error típico de regresión es 0.14 lo que permite identificar que hay congruencia entre el comportamiento de las variables. Por otro lado, se obtiene el resultado para los parámetros estadísticos de la recta asociada, es decir, el intercepto y la pendiente con errores típicos respectivos,

	Coeficientes	*Error típico*
Intercepción	2554	0
Pendiente	0,00017874	9,1979E-06

Tabla 1.

Teniendo en cuenta que solo fue posible medir de forma conjunta tanto rayos gamma como X, ya que el detector registra un único valor, se puede afirmar que la radiación detectada se debe puramente a fotones altamente energéticos.

4. Conclusiones

Como se puede observar de la gráfica 1. existe una relación lineal entre la altitud y la dosis de radiación recibida, a pesar de que no fue posible tomar datos a mayor altitud debido a las restricciones de seguridad, a través de una extrapolación lineal se encontró que la radiación recibida a una altitud de 6.096 km (10000 ft) esta alrededor de los 4.6 µSv, mientras que para una altitud de 12.192 km (40000 ft) la radiación tiene un valor aproximado de 9.8 µSv y

considerando que un piloto puede realizar hasta mil horas de vuelo al año a está altitud, la radiación recibida estaría del orden de los 9.8 mSv, de esta manera tomando como referencia la dosis equivalente según la Comisión Internacional de Protección Radiológica ICRP´S de 2-3 mSv por año se puede concluir que sobre pasa los limites reglamentarios. Este tipo de radiación puede tener efectos nocivos en los seres humanos alterando el funcionamiento normal de las células y generando mutaciones que pueden conducir a los diferentes tipos de cáncer. Sin embargo, a pesar de que existen normas en el estado colombiano, a través de decretos y leyes donde se establecen los riesgos laborales por los efectos de la radiación estás no contemplan el riesgo laboral de los tripulantes de las aeronaves y por tanto no existe un marco normativo que contemple como riesgo laboral la dosis de radiación recibida por efecto de su labor. Podemos concluir que es necesario generar más estudios alrededor de la radiación cósmica y sus efectos en la salud humana en especial en vuelos a altitudes alrededor de los 12 km ya que la radiación recibida por los tripulantes de las aeronaves sobre pasa los límites establecidos por la regulación actual.

Por otro lado, es necesario incluir en las leyes colombianas dentro de población en riesgo por dosis de radiación recibida, a los tripulantes de las diferentes rutas aéreas que vuelan alrededor de los 12 km ya que pueden sufrir graves afectaciones en su salud.

5. Referencias

- Agostinelli, S., Allison, J., Amako, K., Apostolakis, J., Araujo, H., Arce, P., Asai, M., Axen, D., Banerjee, S., Barrand, G., Behner, F., Bellagamba, L., Boudreau, J., Broglia, L., Brunengo, A., Burkhardt, H., Chauvie, S., Chuma, J., Chytracek, R., … Zschiesche, D. (2003). GEANT4 - a simulation toolkit. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 506, 250–303.
- Basto, V. S., & Moreno, E. A. C. (2018). Radiation Dose Risk Maps for Aviation with. 1–14.
- Copeland, K. (2017). CARI-7A: Development and Validation. Radiation Protection Dosimetry, 10, 1–13. https://doi.org/10.1093/rpd/ncw369
- Rosales, M. (2011). The large aperture gamma ray observatory as an observational alternative at high altitude. Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica: Serie de Conferencias, 40, 135–140.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)