

Control operacional en instalaciones relevantes del Centro Nuclear

RACSO

Mario Mallaupoma^{1,*}, Alejandro Zapata¹, Jesús Miranda², Andrés Corahua²

¹ Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

² Dirección de Producción, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Abstract

El Centro nuclear RACSO cuenta con tres instalaciones relevantes, dos radiactivas y una nuclear, donde laboran trabajadores considerado como personal ocupacionalmente expuesto. Ellos realizan diferentes actividades con radiaciones ionizantes, siendo diversas y conllevando a diferentes niveles de dosis tanto a la radiación externa como interna. Un aspecto importante en la seguridad radiológica es analizar como ha sido la evolución de los riesgos asociados al trabajo desarrollado por ese personal. Un indicador de la misma es representado por la dosis individual en los años de actividad laboral. En el presente trabajo se muestra la evolución de las dosis recibidas por el personal en las diferentes instalaciones a fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de efecto estocástico, y también se promueve la filosofía de cultura de seguridad y el principio de optimización.

Abstract

The Nuclear Research Center "RACSO" has three relevant facilities, two radioactive and one nuclear, where there are workers considered as exposed occupationally personnel. They perform different activities with ionizing radiation, and are exposed to external and internal radiation. In this paper the evolution of doses for exposed workers in the relevant facilities is analyzed, in order to improve actions for reducing risks of stochastic effects and also promoting the philosophy of safety culture and the optimization principle.

1. Introducción

El Centro Nuclear cuenta con instalaciones relevantes tanto radiactivas como nucleares, en donde labora personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones, quienes desarrollan actividades específicas y características en cada una de las instalaciones relevantes.

En forma resumida podemos indicar algunas características de las instalaciones relevantes, básicamente está formado por: el reactor nuclear, la planta de producción de radioisótopos y la planta de gestión de residuos radiactivos.

El reactor nuclear denominado RP-10, es un reactor térmico de potencia 10 MW, destinado a la investigación y producción de radioisótopos, usa combustible tipo MTR con uranio enriquecido al 20% en su isótopo U-235. El tanque del reactor contiene agua desmineralizada que cumple las funciones de moderador, refrigerante y blindaje biológico. Cuenta con las siguientes facilidades de irradiación: cuatro conductos radiales, un conducto tangencial, una columna térmica y

un sistema neumático de envío de muestras [1].

La Planta de Producción de Radioisótopos (PPR) es una instalación que fue diseñada y construida para la manipulación de material radiactivo y autorizada para la fabricación, producción, manipulación, almacenamiento, transporte y comercialización de ¹³¹I, ^{99m}Tc, ¹⁵³Sm, ¹⁹²Ir, y ¹⁷⁷Lu [2], además de producir radioisótopos de uso médico. La capacidad de producción anual en la instalación estudiada, se elevó en más de 10 veces, de 72,95 GBq en 1990 a 756.04 GBq en el 2009.

La tercera instalación relevante es la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR), que ha sido construida para atender los requerimientos de gestión de residuos radiactivos del Centro Nuclear, pero también como instalación centralizada nacional para procesar y almacenar los desechos radiactivos producidos en todo el país en las múltiples aplicaciones existentes. Las fuentes radiactivas, consideradas como desechos radiactivos, son de distinta naturaleza y

* Correspondencia autor: mmallaupoma@ipen.gob.pe

presentan muy variadas características. Un aspecto importante a considerar en este caso, es el hecho que en la prestación de servicios, el personal que participa está expuesto a las radiaciones ionizantes. Si bien es cierto, que la gestión de residuos radiactivos comprende todas las etapas, desde que se origina el desecho radiactivo, su segregación hasta la disposición final; en el caso de la PGRR se considera las etapas de segregación, recolección, tratamiento –en algunos casos– acondicionamiento y almacenamiento temporal. En la práctica, el mayor inventario de los desechos radiactivos se debe a las fuentes radiactivas selladas en desuso que ya cumplieron con su vida útil.

Teniendo en cuenta las actividades específicas se hace un relevamiento de los aspectos asociados al control operacional del personal, tomando en cuenta la dosis recibida por el trabajador ocupacionalmente expuesto.

2. Procedimiento experimental

El primer aspecto medular en el presente trabajo fue la de caracterizar al personal que desarrolla diferentes actividades en las instalaciones relevantes. Luego, se ha

procedido a segmentar, en lo posible, a los grupos laborales para poder realizar un análisis más específico. Posteriormente, se ha realizado el análisis comparativo dentro de una misma instalación y comprendiendo también a todas las instalaciones relevantes en forma conjunta. De esa manera se ha podido arribar a conclusiones válidas y confiables, teniendo en cuenta el horizonte de tiempo considerado para la toma de datos que es mayor a 10 años.

2.1 Reactor nuclear RP-10

En este caso se tiene identificado y clasificado al personal que desarrolla actividades específicas y que han sido agrupados en los siguientes grupos de trabajo: personal operador, personal de mantenimiento, oficial de radioprotección, personal investigador y personal auxiliar. En la Figura 1 se puede visualizar la evolución de los valores promedios de dosis para cada grupo y en la Figura 2 podemos visualizar los valores máximos reportados en cada año y la comparación con el valor de dosis promedio recibido por el trabajador ocupacionalmente expuesto (TOE).

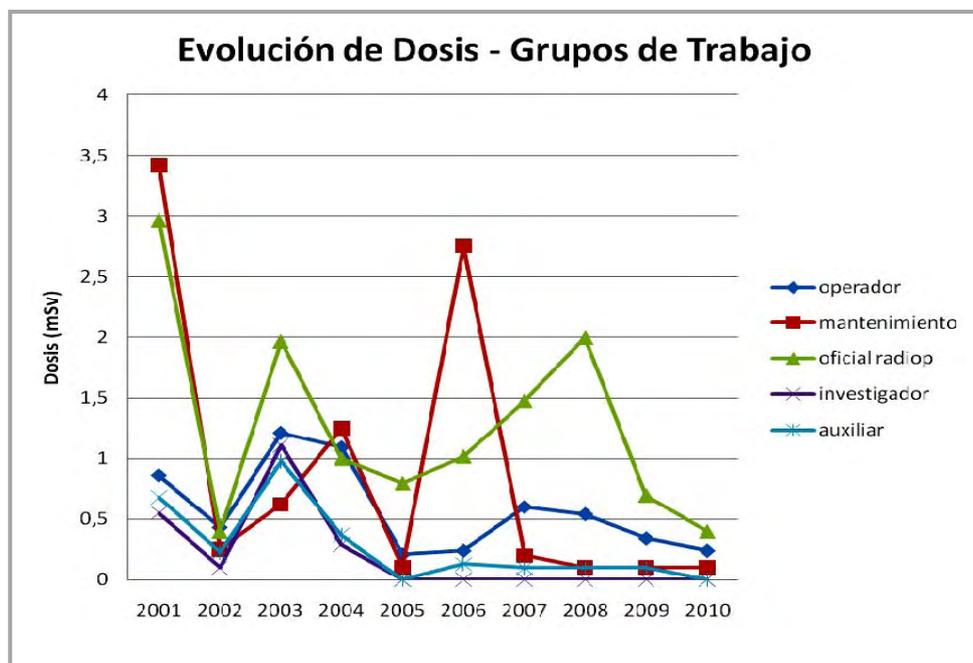


Figura 1. Dosis en los grupos de trabajo en el reactor RP-10.

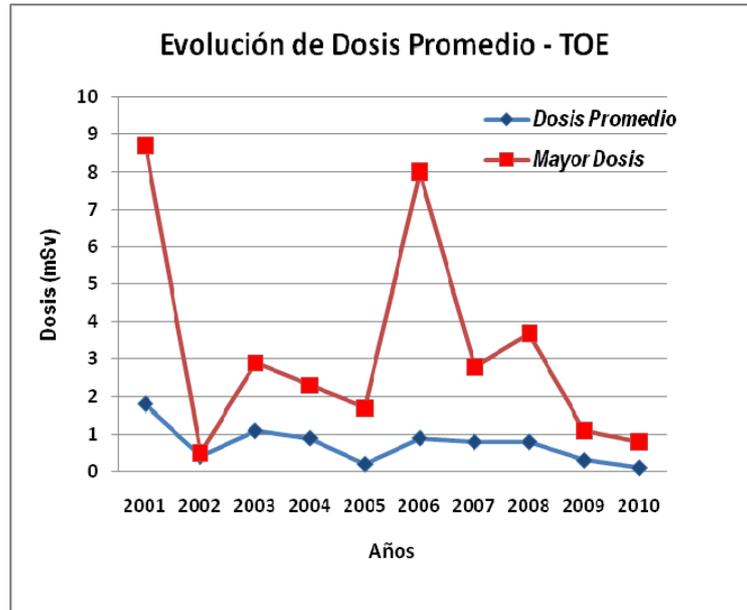


Figura 2. Dosis promedio del TOE en el RP-10 y valor máximo de dosis reportado.

2.2 Análisis de dosis en la Planta de Producción de Radioisótopos

Una parte del personal ocupacionalmente expuesto de la Planta de Producción de Radioisótopos, no solo se expone a riesgos de irradiación externa, sino también a contaminación interna. De allí que la

contribución de ambas formas de irradiación deben ser consideradas. En la Figura 3 se puede visualizar la evolución de la dosis del personal, en forma general y su comparación con los mayores valores de dosis reportados en el período 1990 al 2009.

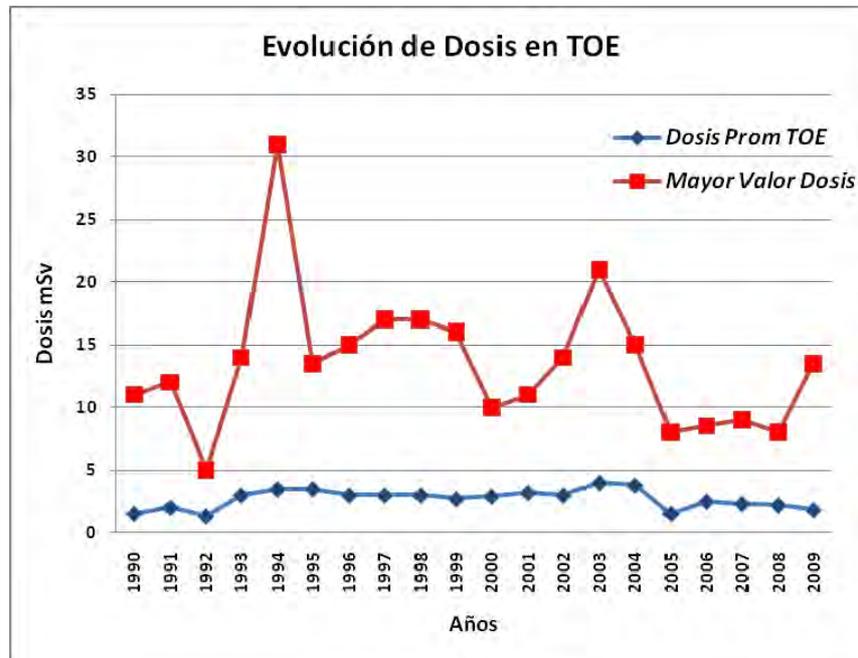


Figura 3. Dosis promedio del TOE en la PPR y máximo valor de dosis reportado.

2.3 Análisis de dosis en la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos

El personal de esta instalación atiende los servicios requeridos en el centro nuclear, pero también la demanda a nivel nacional, por esa razón, viajan al interior del país para traer los bultos conteniendo fuentes radiactivas hasta el Centro Nuclear RACSO. En algunas oportunidades lo hace el usuario o una

empresa prestadora de servicios de protección radiológica. Un aspecto fundamental es que en ningún caso, las fuentes radiactivas son extraídas de su blindaje original. En la Figura 4 se puede visualizar la evolución de las dosis del personal ocupacionalmente expuestos de la PGRR, reportados para los años 1997 al 2011 [3].

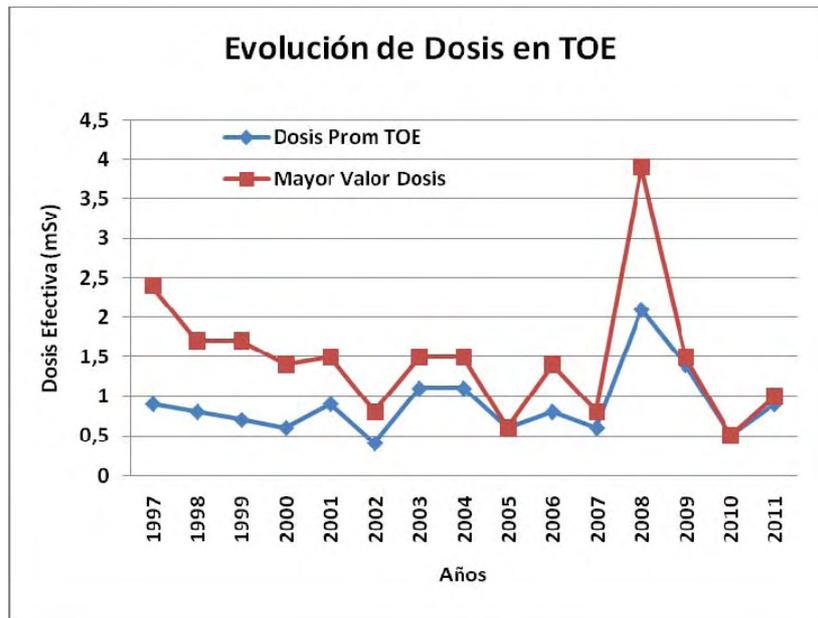


Figura 4. Dosis promedio del TOE en la PGRR y máximo valor de dosis reportado.

3. Resultados y discusión

3.1 Resultados del TOE del RP-10

Teniendo en cuenta el período de tiempo de 10 años y la variación anual de las dosis de los trabajadores del reactor RP-10 mostradas en las Figuras 1 y 2, la dosis promedio general medida es de 0,65 mSv, mientras que el grupo de Oficiales de Radioprotección ha recibido una dosis promedio de 1,27 mSv.

Esta situación puede explicarse debido a que el personal perteneciente a este grupo regularmente tiene que hacer mediciones en los diferentes puntos de interés dentro del reactor. La dosis promedio general del TOE se ve reducido por los valores de dosis bajos reportados en los casos de los grupos Investigador y Auxiliar. Otro aspecto a considerar lo constituye el personal de mantenimiento que presenta las dosis más variables, por lo general debajo del promedio; sin embargo, en algunos años-presentan dosis promedio relativamente mayores, lo cual se

puede deber a que las mismas se producen cuando han tenido que participar en mantenimiento correctivo que representa una labor ocasional. Los otros grupos ocupacionales muestran valores por debajo del promedio de dosis del TOE.

Los máximos valores reportados de dosis individual fueron de 8,55 mSv y 8,05 mSv correspondiente a los años 2001 y 2006, respectivamente, dentro del grupo mantenimiento. Si comparamos estos valores de dosis con el valor de dosis reglamentario para TOE, podemos señalar que las dosis mayores obtenidas no alcanzan el 50 % del promedio de dosis efectiva anual reglamentario que es de 20 mSv al año en promedio [4].

3.2 Resultados del TOE de la PPR

Para el caso del TOE de la PPR se puede visualizar, en la Figura 3, que el valor promedio de dosis en un horizonte de tiempo de 20 años ha fluctuado entre 1 y 3 mSv

anual; sin embargo, los valores mayores de dosis individual reportados son bastante diferenciados con respecto al promedio general. En este caso, el promedio se ve reducido en su valor debido a los reportes de grupos de trabajo que reciben dosis bajas. El mayor valor de dosis reportado es de 17 mSv. En los últimos años se observa una disminución de los mayores valores de dosis reportados.

3.3 Resultados del TOE de la PGRR

En el caso del TOE de la PGRR los valores promedios se han mantenido en el tiempo, considerando un horizonte de 15 años consecutivos. Para los valores promedios anuales también se ha considerado a todos los practicantes y tesisistas que desarrollaron sus prácticas o trabajos de investigación en su oportunidad. Los valores promedios han fluctuado entre 0,4 y 2,1 mSv anual. Los valores de dosis individual máxima reportada fueron de 2,3 mSv y 3,9 mSv en los años 1997 y 2008, respectivamente. En este caso, para mantener dosis bajas ha sido fundamental aplicar el principio de optimización de la protección radiológica, evitando el retiro de las fuentes radiactivas recolectadas de su blindaje original.

Con el mismo propósito –optimizar la dosis– se acondicionaron la mayoría de fuentes radiactivas selladas en desuso, colocándolas dentro de matrices cementadas. De esa manera, también se logró aplicar el concepto de defensa en profundidad a fin de crear barreras adicionales para mejorar las condiciones de seguridad física.

4. Conclusiones

De los resultados obtenidos se pueden tener varias conclusiones:

En ninguna de las instalaciones relevantes se ha superado los valores reglamentarios que consideran que el TOE no debe de superar los 100 mSv en un período de 5 años, dando un valor promedio de 20 mSv al año. Esta situación se puede visualizar, considerando un período de operación de 20 años.

Los esfuerzos del personal de Radioprotección ha sido importante a fin de reducir dosis, ya sea implementando mecanismos complementarios de control operacional, mejorando procedimientos de

trabajo y acciones de optimización que son medidas permanentes.

En el caso del grupo perteneciente al RP-10 se logró mejorar los sistemas de control operacional que han permitido mantener las dosis bajas en promedio en el personal considerado como TOE. De igual manera, se han implementado sistemas de monitoreo automático y semiautomático, en los puntos de interés radiosanitario. Las dosis reportadas consideran solo a irradiación gamma, pero no se considera el aporte de las dosis recibidas por radiación neutrónica. Teniendo en cuenta los registros y reportes de dosis de 20 años, es conveniente fijar niveles de dosis de referencia a los diferentes grupos ocupacionales para condiciones normales de trabajo, así como para situaciones accidentales.

En el caso de la PPR, también a fin de reducir dosis en el personal se han aplicado acciones de optimización orientadas a un mejor seguimiento de las actividades que podrían generar las mayores dosis, promover la modificación de métodos de producción e implementación de sistemas de calidad con elaboración y revisión de los procedimientos de las actividades que pudieran haber generado los máximos de dosis individual reportados.

Considerando las marcadas diferencias entre los valores promedios y los valores máximos de dosis individual reportados es necesario hacer una clasificación interna de los grupos ocupacionales y focalizar el seguimiento en el grupo operacional que haya recibido las mayores dosis. En base a los valores estadísticos es necesario también fijar niveles de referencia de dosis para los diferentes grupos de trabajo identificados dentro de la PPR.

En el caso de la PGRR se debe seguir manteniendo el concepto de no retirar ninguna fuente de su blindaje en tanto no se cuente con la infraestructura necesaria para ese tipo de operaciones. Debido a que en el Perú los volúmenes y actividades de los desechos radiactivos son muy variables se debe promover en primera instancia la repatriación de las fuentes radiactivas [5]. Asimismo, el personal expuesto laboralmente a los diferentes tipos de radiaciones

ionizantes debería contar con el control radiológico correspondiente.

5. Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al personal que trabaja como Oficial de Radioprotección, en las diferentes instalaciones que apoyaron la elaboración del presente trabajo y cuya labor altruista muchas veces no es reconocida en su verdadera dimensión.

6. Bibliografía

- [1] Zapata A, Ramos F, Arrieta R, Vela M. Veinte años de protección radiológica en el reactor nuclear RP-10. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico tecnológico 2011. [En prensa]. Lima, 2012.
- [2] Miranda J, Corahua A. Optimización de la radioprotección en una instalación para

Producción de Radioisótopos y Radiofármacos. Informe Técnico PPR 2011. [Informe interno].

- [3] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Dirección de Servicios, División de Gestión de Residuos Radiactivos. Planillas de radiación externa 1997-2011. [Informe interno].
- [4] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de Seguridad Radiológica. D.S. N° 009-97-EM. Disponible en: http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes_normatividad.htm
- [5] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Ley N° 28028. Ley de regulación del uso de fuentes de radiación ionizante. Disponible en URL: http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ley_27028.htm