

Diseño de un Plan de Evaluación de Programas de Garantía de Calidad en el Radiodiagnóstico Médico

Evaluation Plan Design for Quality Assurance Programs in Medical Radiodiagnosis

Olalla, J. M.; Toasa, W. J. & Zea, L. H.

OLALLA, J. M.; TOASA, W. J. & ZEA, L. H. Diseño de un plan de evaluación de programas de garantía de calidad en el radiodiagnóstico médico. *J. health med. sci.*, 4(1):51-57, 2018.

RESUMEN: Las exposiciones médicas constituyen la principal fuente de dosis de radiación a la población, las que en niveles elevados pueden provocar daños en los órganos y tejidos del ser humano. Por ello, es necesario establecer políticas adecuadas en materia de protección radiológica para prevenir dosis innecesarias provenientes de equipos generadores de radiaciones ionizantes en imagenología. En este estudio, presentamos el diseño de un plan de evaluación de la exposición ocupacional, exposición del público y exposición médica en unidades de imagenología. El plan consiste en una auditoría de calidad basado en un cuestionario que recoge los requisitos generales propuestos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en las normas básicas de seguridad (Nº GSR parte 3), para las diferentes eventualidades que puedan originarse en exposiciones planificadas, exposiciones de emergencia y exposiciones existentes. El plan apunta a garantizar que las exposiciones médicas de diagnóstico, se desarrollen con la aplicación de dosis tan baja como sea posible, pero sin afectar la calidad de la imagen requerida, para tener la información diagnóstica deseada. En esta publicación se reportan los resultados de la aplicación del plan en el Servicio de Radiodiagnóstico Médico que brinda la Unidad Técnica de Imagenología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

PALABRAS CLAVE: Radiodiagnóstico médico; garantía de calidad; exposición médica; protección radiológica.

INTRODUCCIÓN

En medicina, la calidad es de vital importancia para satisfacer las expectativas del paciente en relación a su diagnóstico y tratamiento. Por ello, para garantizar o asegurar, la calidad, se requiere establecer un Programa de Garantía de Calidad (PGC) con procedimientos, instrucciones, normas, entre otras, bien definidas, en las que intervengan todos los actores que forman parte del proceso dentro del Servicio médico prestado (Pacheco *et al.*, 2007). El PGC debe ser medido periódicamente a través de mecanismos de control sobre su cumplimiento y eficacia, por ejemplo, a través de la implementación de auditorías de gestión de calidad, sean estas, internas o externas, y a partir de los hallazgos se pueden implantar los planes de mejora que permitan atender y resolver las no conformidades detectadas (SEFM, 2012).

En el caso específico de la prestación de servicios de radiodiagnóstico médico, se sabe que para obtener información muy exacta y precisa de la anatoma,

fisiología y funcionalidad de los distintos órganos del cuerpo de pacientes, se utilizan diferentes técnicas de imagenología de rayos X convencionales o digitales, ultrasonografía o MRI y equipos de imagenología de medicina nuclear (OIEA, 2014). En general, para realizar una imagen diagnóstica existe una cadena de varios procesos de ingeniería y equipamiento y, la participación activa de profesionales como Radiólogos, Físicos, Ingenieros y Licenciados en Imagen. La posible ruptura de esta cadena puede conllevar a una mala calidad de la imagen e incluso el incremento de la dosis de radiación que recibe el Paciente, Personal Ocupacionalmente Expuesto y Público.

Para evitar la ruptura de la cadena es necesario considerar un PGC. Esto asegura que las imágenes producidas en servicios de radiodiagnóstico médico tendrán la suficiente calidad y permitirán un diagnóstico adecuado, disminuyendo en lo posible la do-

sis de radiación en el paciente. El PGC debe establecerse desde que el médico prescriptor solicita una exploración radiológica a un paciente, hasta que dicho facultativo recibe el resultado de la exploración, lo cual no siempre ocurre en un periodo de tiempo corto, durante el cual se desencadenan diversas etapas desde que el paciente llega al servicio, con su respectiva cita, hasta el momento en que se distribuyen las imágenes obtenidas y se emite el informe correspondiente.

Entonces, el PGC debe garantizar la entrega de toda la información necesaria para que una imagen pueda ser correctamente interpretada por el médico radiólogo. Las imágenes deben demostrar la presencia o no de patologías, identificando las estructuras anatómicas que sean relevantes y el diagnóstico diferencial (Alcaraz, 2003). Luego, en el menor tiempo posible, se debe remitir la información al médico prescriptor para que tome decisiones adecuadas con respecto al tratamiento del paciente, satisfaciendo así la atención médica.

Por otro lado, se debe considerar la seguridad del paciente debido al perjuicio directo que puede ocasionar el uso de radiaciones ionizantes con fines de diagnóstico, por lo que, la justificación de contar con un PGC en este ámbito, constituye un reto y a la vez una obligación de orden público (Arias, 2006). Finalmente, también se debe considerar el impacto que tendrá en la calidad de la imagen las restricciones de tolerancia indicadas durante las pruebas de aceptación y las recomendaciones dadas por el fabricante al equipamiento usado en el proceso de obtención de las imágenes de diagnóstico (BOE, 1999).

Dentro del programa, los controles de calidad del equipamiento deben efectuarse con la regularidad establecida en el mantenimiento preventivo del equipo. El éxito del esquema depende de varios factores, sobre todo, de la comprensión y aceptación por todos los involucrados, de la existencia de los medios adecuados para el seguimiento continuo de los resultados, de una guía de protocolos para las pruebas, de personal debidamente preparado, así como, de una definición clara de las responsabilidades, de acuerdo con lo estipulado por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (CCEE, 1998). Por otro lado, es importante documentar debidamente todo el programa y que tales documentos estén siempre actualizados y disponibles cuando requiera la autoridad reguladora, autoridades institucionales y el mismo personal que labora en el servicio.

Además, es necesario fomentar en el personal una cultura de seguridad en la práctica médica radiológica, para lo cual debe existir el compromiso real y visible de los titulares de los centros que brindan el servicio de radiodiagnóstico médico, también debe existir al menos una persona responsable del PGC, que se encargue además de la seguridad del paciente y del monitoreo de los procesos y resultados en relación con la seguridad. La infraestructura hospitalaria debe ser adecuada y se debe establecer un entorno laboral que favorezca el clima de seguridad y protección radiológica de los pacientes, con un ambiente ordenado, líneas claras de comunicación multidireccional y multidisciplinaria sin inhibiciones jerárquicas en temas de seguridad. La comunicación e intercambio de información con pacientes y familiares debe facilitar su implicación en las actividades de seguridad. Debe incluirse también los derechos de los pacientes en cuanto al consentimiento informado y la atención de sus quejas y sugerencias (OIEA, 2013).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los requisitos mínimos del PGC del Servicio de Radiodiagnóstico Médico de la Unidad Técnica de Imagenología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil para asegurar la optimización de las imágenes y la seguridad radiológica del personal ocupacional y de los pacientes expuestos que asisten a dicho Servicio.

MATERIAL Y MÉTODO

Sobre la base de los requisitos de seguridad generales establecidos para la Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad dentro de la colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Parte 3 (OIEA, 2011), fue diseñado como instrumento de evaluación, un cuestionario para auditoría de garantía de calidad en radiodiagnóstico médico.

El instrumento fue diseñado para evaluar el nivel de eficiencia, fiabilidad, calidad y seguridad en la cartera de servicios de radiodiagnóstico médico que oferta la Unidad Técnica de Imagenología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la Ciudad de Guayaquil, Ecuador.

Las listas de comprobación del cuestionario que se aplicaron secuencialmente en la auditoría se enmarcan en las siguientes áreas de interés: Respon-

sabilidades del personal, Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), Programa de Capacitación, Exposición Ocupacional, Exposición Médica, Infraestructura y Equipamiento y Garantía de Calidad.

Las diecisiete listas de verificación contenidas en el cuestionario fueron evaluadas de acuerdo al criterio de calificación mostrado en la Tabla I. Cada ítem de la lista de verificación contiene seis columnas para su respectiva calificación (NA, NC, PC, MC, CC, AC). Para el proceso de calificación inicialmente se asigna el valor 1 en una de las seis columnas según corres-

ponde a la situación actual del servicio de radiodiagnóstico médico prestado a los pacientes, seguidamente se obtiene la suma de los puntajes de cada columna, éste resultado se divide por el número total de ítems y se multiplica, a su vez, por el peso que le corresponde a cada columna. Finalmente se suman todos los porcentajes de cada columna para obtener el nivel de cumplimiento de cada lista de verificación. Este procedimiento se puede observar a manera de ejemplo en la Tabla II que corresponde a su vez, a cuatro tablas de verificación diseñadas para la Exposición Ocupacional.

Tabla I. Criterio de calificación para la auditoría de garantía de calidad según Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad (OIEA, 2011).

SIGLAS	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PESO (%)
NA	No aplicable (de acuerdo con los parámetros de exclusión de la Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Parte 3).	0%
NC	No cumplimiento (aplicable pero no se realiza de acuerdo a la Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Parte 3, sin evidencias y sin registros).	20%
PC	Poco cumplimiento (aplicable, se realiza pero no conforme de acuerdo a la Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Parte 3, sin evidencia y sin registros).	40%
MC	Mediano cumplimiento (aplicable, se realiza y es medianamente conforme con la de Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Parte 3, existe poca evidencia y registros parciales).	60%
CC	Cumplimiento aceptable (aplicable, conforme con la Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Parte 3, existe registros y poca evidencia).	80%
AC	Alto cumplimiento (Aplicable, conforme con la Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Parte 3, con resultados, registros y evidencias).	100%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Posterior al trabajo de campo realizado en la Unidad Técnica de Imagenología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, se calificaron y analizaron las 17 listas de verificación contenidas en las siete áreas del cuestionario diseñado para la auditoría de garantía de calidad con la ayuda de expertos en el tema. Los resultados que se obtuvieron se muestran en la Tabla III.

En el caso que corresponde a las Responsabilidades del personal, en la lista de verificación 1.1., se evaluó si se han establecido formalmente dichas responsabilidades para el representante legal de la unidad, médicos radiólogos, físicos médicos, tecnólogos y/o licenciados en imagen y el oficial de seguridad radiológica, en cuyo caso se obtuvo un resultado del 76 % de cumplimiento debido a que la unidad no contaba con un físico médico asignado a tiempo completo, por lo que no se evidenció el establecimiento de

responsabilidades para este caso particular. En el caso que corresponde al POE, en la lista de verificación 2.1., se evaluó si todo el POE cuenta con licencia personal en vigencia que le autorice a trabajar con radiaciones ionizantes, la misma que es otorgada por la Autoridad Reguladora del País, para lo cual se obtuvo un resultado del 92 %, debido a que algunos médicos radiólogos y licenciados en imagen se encontraban con su licencia personal desactualizada.

En ciertas áreas de interés, para la respectiva evaluación se consideró varias listas de verificación. Tal es el caso del Programa de capacitación, en el que se analizó para el estudio dos listas de verificación, 3.1. y 3.2., la primera indaga sobre la existencia de programas de capacitación e inducción para el personal de la unidad y la segunda que corresponde a evaluar el cumplimiento periódico de tales programas de capacitación en los siguientes niveles: médicos

Tabla II. Calificación de las tablas de verificación en el caso exposición ocupacional.

COMPONENTE	NA	NC	PC	MC	CC	AC	Meta	Califi- cación
	0%	20%	40%	60%	80%	100%		
4.1. Exámenes Clínicos								
4.1.1. ¿Se realiza al POE exámenes médicos periódicos?						1	100%	100%
4.1.2. ¿Cuenta con registro de resultados de los exámenes médicos del POE?						1	100%	100%
4.1.3. ¿Cuenta con registro de reportes de dosis alta del POE?						1	100%	100%
4.1.4. ¿Se realiza al POE exámenes específicos en caso de reporte de dosis alta?						1	100%	100%
4.1.5. ¿Se realiza seguimiento al POE en el caso de reporte de dosis alta?					1		100%	80%
4.2. Vigilancia Radiológica del Personal								
4.2.1. ¿El programa de V R individual incluye a todos los trabajadores?					1		100%	80%
4.2.2. ¿Existen procedimientos escritos de control de VR individual al POE?					1		100%	80%
4.2.3. ¿Cuenta el POE con dosimetría personal?						1	100%	100%
4.2.4. ¿Se ha instruido al POE sobre la forma correcta de usar el dosímetro personal?						1	100%	100%
4.2.5. ¿El POE cumple con la entrega periódica del dosímetro para lectura?					1		100%	80%
4.2.6. ¿Se mantienen registros de los reportes de dosimetría personal?						1	100%	100%
4.2.7. ¿El POE es informado de los resultados obtenidos en las lecturas dosimétricas?						1	100%	100%
4.2.8. ¿Existe instrucciones a seguir cuando el dosímetro supera los niveles permisibles?					1		100%	80%
4.2.9. ¿La institución que brinda la dosimetría personal es reconocido por la Autoridad Reguladora?					1		100%	80%
4.2.10. ¿Los resultados de equivalente de dosis medidos son menores de los límites permisibles?					1		100%	80%
4.3. Medios de protección radiológica								
4.3.1. ¿Existen medios de protección radiológica para el trabajador?						1	100%	100%
4.3.2. ¿Existen procedimientos para el correcto uso de medios de protección?					1		100%	80%
4.3.3. ¿Los medios de protección individual son sometidos a pruebas de control de calidad?					1		100%	80%
4.3.4. ¿La UTI cuenta con los medios suficientes para protección radiológica?						1	100%	100%
4.3.5. ¿Existe procedimientos para adquirir medios de protección, en caso de ser insuficientes o hayan cumplido su vida útil?		1					100%	20%
4.3.6. ¿Existe un procedimiento para la asignación de los medios de protección?						1	100%	100%
4.3.7. ¿Existe un inventario de los medios de protección radiológica?						1	100%	100%
4.3.8. ¿Se ha asignado un responsable al cuidado de los medios de protección?						1	100%	100%
4.4. POE en estado de gestación								
4.4.1. ¿Existe procedimientos para limitar el equivalente de dosis de trabajadoras en estado de gestación?						1	100%	100%
4.4.2. ¿Se solicita exámenes de embarazo periódicos a las trabajadoras?					1		100%	80%
4.4.3. ¿La UTI cuenta con protocolos para verificar que las pacientes no están en estado de gestación?					1		100%	80%
SUMA	0	1	0	0	11	14		
PORCENTAJE (%)	0,00	0,77	0,00	0,00	33,85	53,85		
TOTAL DE CUMPLIMIENTO								88,46%

Tabla III. Resultados de la auditoría de garantía de calidad en Imagenología realizado en la Unidad Técnica de Imagenología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, Guayaquil, Ecuador.

Nº de lista de verificación	Nombre	Meta (%)	Cumplimiento (%)
1.1	Responsabilidades del Personal	100	76,00
1.2	Personal Ocupacionalmente expuesto (POE)	100	92,00
3.1 - 3.2	Programa de Capacitación	100	75,00
4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.4	Exposición Ocupacional	100	88,46
5.1 - 5.2 - 5.3	Exposición Médica	100	90,59
6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 - 6.5	Infraestructura y equipamiento	100	75,00
7.1	Garantía de Calidad	100	80,00
Promedio de cumplimiento			82,44

radiológicos, oficial de seguridad radiológica, físicos médicos, tecnólogos y/o licenciados en imagen, personal administrativo, personal de servicios generales y personal de limpieza. El resultado que se obtuvo para este caso fue de un 75% de cumplimiento, ya que no se evidenció el establecimiento de programas de inducción para físicos médicos y personal de limpieza, además, no se capacita periódicamente al personal administrativo, de servicios generales y de limpieza.

Continuando con el análisis, para el caso de la Exposición Ocupacional se consideró cuatro tablas de verificación en el siguiente sentido: la tabla de verificación 4.1., evalúa la existencia y control de los registros de exámenes clínicos que el POE debe realizar periódicamente; la tabla de verificación 4.2., evalúa la vigilancia radiológica del POE; la tabla de verificación 4.3., evalúa la existencia y uso de los medios de protección radiológica para los distintos procedimientos de adquisición de imágenes y, finalmente la tabla de verificación 4.4., se relaciona con los procedimientos a seguir cuando las trabajadoras ocupacionalmente expuestas se encuentran en estado de gestación. Como resultado del análisis se encontró un porcentaje de cumplimiento del 88,46 %, debido a que no se ha establecido completamente toda la documentación para el control de vigilancia radiológica individual del POE, cuando las medidas de los dosímetros personales superan los límites permisibles, para la adquisición de implementos de protección radiológica y, cuando las trabajadoras se encuentran en estado de gestación.

Para el tema de Exposición Médica, se consideró tres tablas de verificación: la tabla de verificación 5.1., que evalúa la existencia, control y aplicación de protocolos médicos; la tabla de verificación 5.2., que evalúa toda la información relacionada con la prescripción de los distintos exámenes imagenológicos y; la tabla de verificación 5.3., que evalúa la ejecución

de los exámenes imagenológicos. El resultado que se obtuvo corresponde al 90,59 % de cumplimiento. Por otro lado, al evaluar la Infraestructura y Equipamiento, se aplicó cinco tablas de verificación: la tabla de verificación 6.1., evalúa toda la información que se relaciona con la Instalación de la unidad; la tabla de verificación 6.2., evalúa la correcta delimitación de las zonas; la tabla de verificación 6.3., evalúa la existencia de procedimientos de vigilancia y monitoreo de las zonas y la forma de ejecutarlos; la tabla de verificación 6.4., corresponde a la adquisición, pruebas de aceptación y puesta en marcha de los equipos usados en la adquisición de imágenes; finalmente la tabla de verificación 6.5., evalúa el programa de mantenimiento de dichos equipos. El porcentaje de cumplimiento en este caso fue del 75 %, ya que para el equipamiento no se evidenció registros del monitoreo periódico de las zonas, de las pruebas de aceptación de equipos con firma de responsabilidad de un físico médico y los mantenimientos preventivos y/o correctivos que se realizan.

Para culminar con el análisis, finalmente, en la tabla de verificación 7.1., se evaluó el PGC como tal, se encontró que el porcentaje de cumplimiento correspondió a un 80 %. Este resultado se debe a que existía poca documentación de los aspectos físicos y clínicos relacionados con la garantía de calidad. En la unidad no se ha designado a un físico médico cualificado que desempeñe sus funciones profesionales de manera estable, quien a su vez se encargue del control de calidad del equipamiento y de manera general del PGC; además, no se han realizado auditorías de calidad internas y/o externas que permitan levantar no conformidades y de esta manera establecer planes de mejora. En la figura 1 se observan los resultados obtenidos, en la evaluación realizada, comparados con una meta ideal de cumplimiento del 100% en todos los casos.

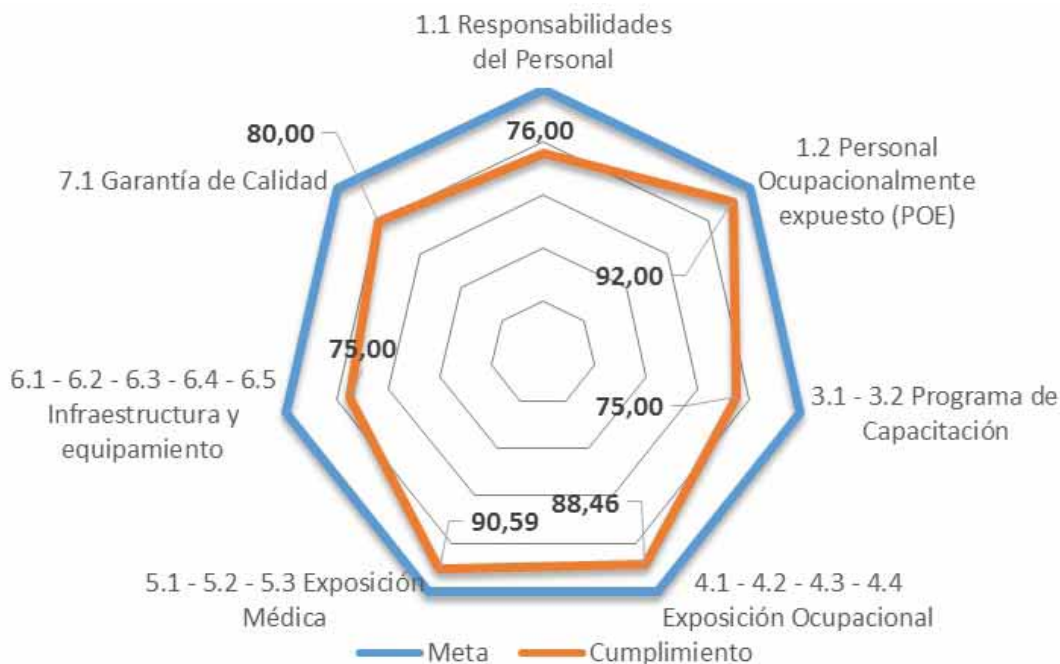


Fig. 1. Comparación de los resultados de cumplimientos obtenidos de la auditoría de garantía de calidad en radiodiagnóstico médico aplicado en la Unidad Técnica de Imagenología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, Guayaquil, Ecuador, con respecto a la meta del 100% establecida según requisitos de seguridad generales establecidos para la Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad dentro de la colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Parte 3 (OIEA, 2011).

De acuerdo al criterio de calificación establecido para medir el nivel de cumplimiento, se encontraron los siguientes resultados: Responsabilidades del personal de la Unidad 76,0 %; Personal Ocupacionalmente Expuesto 92,0 %; Programa de Capacitación 75,0 %; Exposición Ocupacional 88,46 %; Exposiciones Médicas 90,6 %; Infraestructura y Equipamiento 75,0 % y Garantía de Calidad 80,0 %. Los resultados indicaron que la mayor deficiencia está en el PGC, por no contar con protocolos establecidos para tal efecto, existencia del equipamiento necesario, y la designación de un físico médico responsable para tal fin.

CONCLUSIONES

Esta investigación nos permitió determinar la necesidad de designar un físico médico cualificado que se dedique a tiempo completo en la Unidad de Imagen, quien se debe encargar de todos los aspectos físicos de la garantía de calidad en el servicio de Radiodiagnóstico Médico. Además, según los resultados, dentro de la gestión de calidad de la

Unidad de Imagen se deben redefinir algunos documentos técnicos para controlar y verificar la gestión de mantenimiento, programas de capacitación y garantía de calidad, todo esto con la finalidad de ser eficientes en cada uno de los procesos aplicados dentro de la unidad y evitar la ocurrencia de incidentes y/o accidentes radiológicos tanto para el POE como el público en general.

OLALLA, J. M., TOASA, W. J. & ZEA, L. H. Evaluation plan design for quality assurance programs in medical radiodiagnosis. *J. health med. sci.*, 4(1):51-57, 2018.

ABSTRACT: Medical exposures are the main source of radiation dose to the population, which at high levels can cause damage to the organs and tissues of the human being. Therefore, it is necessary to establish adequate policies on radiological protection to prevent unnecessary doses from ionizing radiation generating equipment in Imaging. In this study, we present the design of an evaluation plan for occupational exposure, public exposure and medical exposure in imaging units. The plan consists of a quality audit based on a questionnaire that includes the general requirements proposed by the International Atomic Energy Agency (IAEA) in the Basic Safety Standards (N° GSR part 3), for the different eventualities that may arise in exhibitions.

Planned, emergency exposures and existing exhibitions. The plan aims to ensure that medical diagnostic exposures are developed with the application of doses as low as possible, but without affecting the quality of the image required, to have the desired diagnostic information. This publication reports the results of the application of the plan in the Medical Radiodiagnosis Service provided by the Imaging Technical Unit of the Teodoro Maldonado Carbo Specialties Hospital in the city of Guayaquil, Ecuador.

KEY WORDS: Radiodiagnosis; quality assurance; medical exposure; radiological protection.

Dirección para correspondencia:
Miguel Olalla
Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo
Guayaquil
ECUADOR

E-mail: miguelolallap@hotmail.com

Recibido : 17-10-2017

Aceptado: 23-11-2017

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, M. B. *Bases físicas y biológicas del radiodiagnóstico médico*. 2ª ed. Murcia, Univ de Murcia, 2003.
- Arias, C. F. La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Rev. Panam. Salud.*, 20(2/3):188-97, 2006.
- Boletín Oficial del Estado (BOE). Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establece los criterios de calidad en radiodiagnóstico. Valladolid. *Boletín Oficial del Estado* N° 311, 1999.
- Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEE). *Guía Técnica CCEEM GT – 07*. Control de calidad de equipos de radiografías. Ministerio de Salud Pública, 1998. Disponible en: <http://www.eqmed.sld.cu/Documents/Documentos%20regulatorios/Guias/gt7.pdf>
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. Edición provisional. Requisitos de seguridad generales*. Colección de normas de seguridad del OIEA N° GSR Part 3 (Interim). Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011. Disponible en: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_171678.pdf.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). *Programa nacional de protección radiológica en las exposiciones médicas*. Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, 2013. Disponible en: <http://www.foroiberam.org/documents/193375/193699/Programa+nacional+de+Protecci%C3%B3n+radiol%C3%B3gica+en+las+exposiciones+m%C3%A9dicas/ec6862ef-8e50-4d4c-b616-9152129109f4>.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). *Colección de Salud Humana del OIEA N° 25, Funciones y responsabilidades y requisitos de enseñanza y capacitación para los físicos médicos clínicamente cualificados*. Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, 2014. Disponible en: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1610s_web.pdf.
- Pacheco, J. G.; dos Santos, M. B. & Tavares-Neto, J. Evaluation of conventional radiodiagnosis services in two hospitals of the state public network in rio branco, acre. *Radiol. Bras.*, 40(1): 39-44, 2007.
- Sociedad Española de Física Médica (SEFM). *Fundamentos de física médica*. Madrid: Servicios Editoriales ADI., 2012.