

## Evaluación de la seguridad radiológica en un hospital de primer nivel de atención, Amazonas – 2016.

### Evaluating radiological safety in a public hospital of the first level of care in the Amazon – 2016.

Nelson César Santisteban Salazar<sup>1</sup>

#### RESUMEN

**Introducción:** Las salas de rayos X requieren de una adecuada seguridad estructural y operacional que deben cumplir las instituciones de salud.

**Objetivo:** Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la seguridad radiológica en un hospital público de primer nivel de atención en la región Amazonas en Perú.

**Métodos:** Estudio cuantitativo observacional transversal, realizado entre abril y diciembre de 2016. Se utilizó la matriz de análisis modal de fallas y efectos, la matriz FODA competitivo, una guía de observación y cuestionarios validados por juicio de expertos. Se consideró como unidad de análisis, el servicio de radiología, así como el personal del hospital, pacientes y acompañantes.

**Resultados:** Se encontró condiciones inadecuadas para el funcionamiento de la sala de rayos X, bajo conocimiento sobre radioprotección en el personal operador del equipo radiológico, deficiente percepción a cerca de los riesgos de los estudios radiográficos por parte de pacientes y acompañantes y las fallas de mayor incidencia en el proceso de atención son falta de protectores gonadales, errores de exposición, falla del equipamiento radiológico y funcionamiento inadecuado del equipo de revelado.

**Conclusiones:** Se concluye que el hospital no es eficiente en relación con la seguridad y protección radiológica, por lo que se debe revisar la gestión y mejorarla de forma continua.

**Palabras claves:** protección radiológica; radiodiagnóstico; radiación ionizante.

#### ABSTRACT

**Introduction:** X-ray rooms require adequate structural and operational safety that health institutions must comply with.

**Objective:** This study was carried out with the objective of evaluating radiological safety in a public hospital of the first level of care in the Amazon region of Peru.

**Methods:** Cross-sectional observational quantitative study, conducted between April and December 2016. The matrix of modal analysis of failures and effects, the competitive SWOT matrix, an observation guide and questionnaires validated by expert judgment were used. The radiology service was considered as the unit of analysis, as well as the hospital staff, patients and companions.

**Results:** Inadequate conditions were found for the functioning of the X-ray room, with knowledge of radioprotection in the radiological equipment operator personnel, poor perception of the risks of radiographic studies by patients and companions, and major failures. incidence in the care process are lack of gonadal protectors, exposure errors, failure of radiological equipment and inadequate functioning of the development team.

**Conclusions:** It is concluded that the hospital is not efficient in relation to safety and radiological protection, so the management should be reviewed and improved continuously

**Keywords:** radiation protection; diagnostic radiology; ionizing radiation.

<sup>1</sup> Magister en Gestión de los Servicios de Salud, Servicio de Imagenología, Hospital El Buen Samaritano, Amazonas, Perú. \*Autor para correspondencia. Correo electrónico: santisteba2012@hotmail.com. Teléfono: 942018587

## I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de efectos adversos para la salud por exposición a la radiación pueden agruparse en efectos deterministas (reacciones tisulares), que van a suceder en función a la dosis recibida, y efectos estocásticos (cáncer y efectos hereditarios) que podrían ocurrir o no en función a una probabilidad<sup>1</sup>.

Algunos estudios internacionales reportan que, para todas las imágenes diagnósticas, las dosis de radiación se encuentran en el nivel de los efectos estocásticos y que los efectos determinísticos salvo raras excepciones que incluyen errores técnicos o incumplimiento de la normatividad, no se producen durante los exámenes diagnósticos<sup>2</sup>.

Asimismo, las salas de rayos X requieren de infraestructura específica y de blindaje especial, referente a paredes de concreto con láminas de plomo o sulfato de bario, así como accesorios personales y barreras móviles que contienen plomo o polímeros de plomo, que atenúen las radiaciones ionizantes<sup>3,4</sup>.

Por otro lado, existen diversas debilidades técnicas, normativas, financieras y de infraestructuras, que afectan la implementación de los requisitos para la protección radiológica ocupacional como insuficiencia de recursos humanos capacitados en las instalaciones, equipamiento de protección radiológica obsoleto o insuficiente, limitado servicio dosimétrico personal, poco desarrollo de la cultura de la seguridad, entre otros<sup>5</sup>.

Nuestro país cuenta con legislación adecuada en relación con la protección radiológica Ley N° 28028 y Reglamento de Seguridad Radiológica. 6-7 La institución responsable de su aplicación es el Instituto Peruano de Energía Nuclear en todo lo referente a diagnóstico médico con radiaciones ionizantes; sin embargo, los establecimientos de salud que disponen de equipos de radiodiagnóstico y las personas encargadas de su utilización deben asumir el compromiso de cumplir con las normas radioprotección en el uso médico.

El objetivo de este estudio fue evaluar la seguridad asociada a la práctica radiológica en un hospital público de primer nivel de atención en la región Amazonas en Perú.

## II. MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio no experimental, descriptivo, transversal, durante los meses de abril y diciembre del 2016 en el Hospital I El Buen Samaritano de Bagua Grande. El establecimiento es un Hospital de nivel I que pertenece a una Red Asistencial Tipo C del Seguro Social de Salud del Perú (EsSalud) que atiende a una población de 17166 personas y cuenta con una instalación de rayos X.

Para la evaluación se desarrolló un muestro por conveniencia que tuvo como unidad de análisis el servicio de radiología; así como a los trabajadores, pacientes y familiares.

Se evaluó la instalación y el equipamiento

radiológico con un formulario del Instituto Peruano de Energía Nuclear. 8

Se aplicó un censo para evaluar el nivel de conocimiento sobre protección radiológica que tiene el personal que opera el equipo de rayos X en el hospital. Para esto, se elaboró un cuestionario basado en la Norma Técnica N° IR.003.2013, 9 que establece los requisitos de protección radiológica en diagnóstico médico con rayos X, el cual fue validado a juicio de expertos. El cuestionario incluyó 10 preguntas, en un formato de opción múltiple con cinco opciones y sólo una respuesta correcta. Dos puntos fueron dados por cada respuesta correcta y cero puntos por cada respuesta incorrecta o faltante. El cuestionario fue aplicado por un estudiante universitario previamente capacitado en el mes de julio del 2016.

Se aplicó una encuesta voluntaria y anónima a pacientes y acompañantes que acudieron al servicio de radiología del hospital, acerca de los riesgos asociados a la radiación en los estudios de imágenes. Esta fue realizada por tres estudiantes universitarios, durante el mes de diciembre del 2016.

Se realizó un análisis FODA Competitivo para evaluar y analizar la situación del establecimiento dentro del sector respecto al cumplimiento de las normas de radioprotección, comparándonos con los otros hospitales de primer nivel de atención del ámbito jurisdiccional de la Red Asistencial Amazonas de EsSalud, que prestan servicios similares en la región.

Se hizo un Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) 10 para detectar las fallas potenciales en cada uno de los procesos de atención radiológica y sus efectos, mediante la evaluación de la gravedad del fallo, de la probabilidad de su ocurrencia y de la posible detección por los controles existentes; mediante los cuales se calcularon el Índice Importancia de cada Riesgo (NPR).

## III. RESULTADOS

Se encontró un blindaje construido en la sala de rayos X, la cual cuenta con baritina en las paredes, láminas de plomo en las puertas de ingreso a la sala y visor de vidrio plomado en la sala de comando. Sin embargo, se observaron condiciones inadecuadas para su funcionamiento, a saber:

- La puerta de la sala de rayos X tiene aperturas para la filtración de luz.
- La ubicación del cuarto de comando se encuentra en un baño vestidor.
- Las paredes de la sala de rayos X tienen rajaduras.
- El cerrojo de la puerta de la sala de rayos X esta malogrado.
- La separación de las salas de rayos x y de revelado es con triplay.
- Rajaduras en las paredes que separan las salas de rayos X y ecografía.
- El mamógrafo y el equipo de rayos X están

instalados en una misma sala.

- Tuberías mal conectadas al extractor de gases del cuarto de revelado.

Se utiliza un equipo estacionario Shimadzu modelo 0.6/1.2P323DK-85 del año 2007. Este equipo cuenta con un tubo de rayos X con una filtración de 1.5 mm Al y posee un potencial máximo de 150 kv. El equipo está posicionado de acuerdo a la Figura 1.



Figura 1. Equipo de rayos X del hospital.

En la Figura 2 se puede apreciar los resultados del censo aplicado al personal que labora en el servicio de Radiología del Hospital I El Buen Samaritano de Bagua Grande.

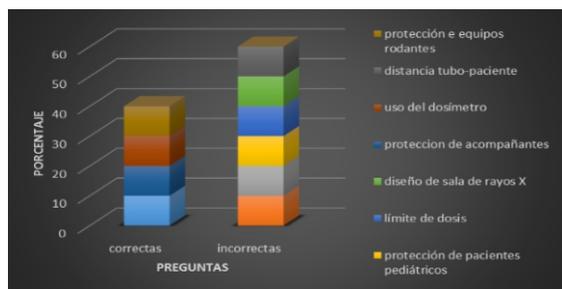


Figura 2. Porcentaje de respuestas correctas e incorrectas sobre protección radiológica del personal de Radiología, julio 2016.

Se encuestó a un total de 30 personas con un rango promedio de edad de 21 a 39 años, predominando las personas de sexo femenino 56,7 % (17). Un 87 % (26) de los entrevistados correspondió a pacientes que se le efectuaría el estudio, el resto fueron los acompañantes. El 70 % (21) del total poseía estudios superiores y el 13,3 % (4) sólo tenía estudios primarios. El 77 % (23) se había efectuado tres o más estudios en un servicio de radiología. El 30 % (9) consideró que la radiografía era el examen con mayor riesgo y 43 % (13) no sabe. En relación con los potenciales daños de una radiografía, el 20 % (6) cree que causa infertilidad, un 20% (6) malformaciones y 50 % (15) no sabe. Al 97% (29) de los encuestados le gustaría recibir mayor información sobre el tema. Las diferentes fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas encontradas en el análisis FODA se ordenan en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis FODA Competitivo

Debilidades	Peso (suma 100)	Valoración I1 (Nosotros) [de 0 a 3]	P x I1 (Nosotros)	Valoración I2 (Org. 2) [de 0 a 3]	P x I2 (Org. 2)	Valoración I3 (Org. 3) [de 0 a 3]	P x I3 (Org. 3)
1 Programa de protección radiológica	20	0	0	0	0	1	20
2 Mantenimiento de equipos	10	1	10	1	10	1	10
3 Control de calidad de equipos	10	1	10	1	10	1	10
4 Diseño de la sala de rayos X	10	0	0	2	20	3	30
5 Blindaje estructural	20	0	0	2	40	3	60
6 Señalización reglamentaria	10	1	10	0	0	3	30
7 Dispositivos de protección personal	10	1	10	1	10	1	10
8 Protocolos de exámenes radiológicos	5	0	0	0	0	1	5
9 Insumos y materiales radiológicos	5	0	0	0	0	1	5
10 Insumos y materiales radiológicos	5	0	0	0	0	1	5
<b>Suma</b>	<b>100</b>		<b>40</b>		<b>90</b>		<b>180</b>

Fortalezas	Peso (suma 100)	Valoración I1 (Nosotros) [de 0 a 3]	P x I1 (Nosotros)	Valoración I2 (Org. 2) [de 0 a 3]	P x I2 (Org. 2)	Valoración I3 (Org. 3) [de 0 a 3]	P x I3 (Org. 3)
1 Recursos humanos	20	0	0	0	0	0	0
2 Autorizaciones y licencias	30	0	0	0	0	1	30
3 ---	10	2	20	2	20	2	20
4 Servicio de dosimetría personal	40	2	80	2	80	2	80
<b>Suma</b>	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>		<b>130</b>

Amenazas	Peso (suma 100)	Valoración I1 (Nosotros) [de 0 a 3]	P x I1 (Nosotros)	Valoración I2 (Org. 2) [de 0 a 3]	P x I2 (Org. 2)	Valoración I3 (Org. 3) [de 0 a 3]	P x I3 (Org. 3)
1 Multas y sanciones	40	0	0	0	0	0	0
2 Costos del equipamiento	30	0	0	0	0	0	0
3 Empresas prestadoras de salud	20	1	20	1	20	1	20
4 Cambios demográficos epidemiológicos	10	1	10	1	10	1	10
<b>Suma</b>	<b>100</b>		<b>30</b>		<b>30</b>		<b>30</b>

Oportunidades	Peso (suma 100)	Valoración I1 (Nosotros) [de 0 a 3]	P x I1 (Nosotros)	Valoración I2 (Org. 2) [de 0 a 3]	P x I2 (Org. 2)	Valoración I3 (Org. 3) [de 0 a 3]	P x I3 (Org. 3)
1 Acreditación hospitalaria	40	0	0	0	0	0	0
2 Certificación de colegios profesionales	20	0	0	0	0	0	0
3 Convocatorias de financiamiento de investigación en salud	20	1	20	1	20	1	20
4 Instituciones universitarias	20	2	40	2	40	2	40
<b>Suma</b>	<b>100</b>		<b>60</b>		<b>60</b>		<b>60</b>

En la figura 3 vemos que el vector FODA de la organización cae en la zona de riesgo.

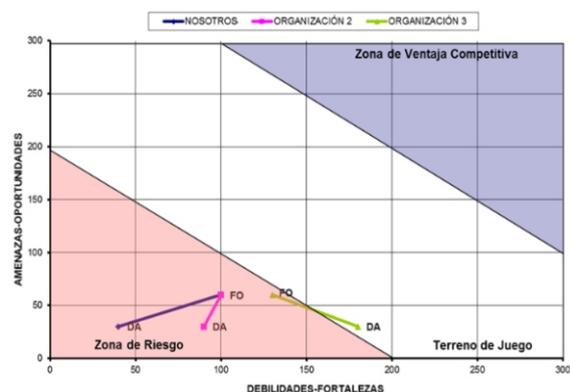


Figura 3. Vector FODA

En la tabla 2 se muestra, para cada paso del proceso de atención radiológica, los fallos, sus efectos y la evaluación de la gravedad del fallo, la probabilidad de su ocurrencia y de la posible detección; se calcula además el nivel de prioridad de riesgo.

Tabla 2. Análisis de Modos de Fallo y sus Efectos de la atención radiológica

Función o Componente del Servicio	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Método de detección	C	O	D	NPR inicial
					Gravedad	ocurrencia	detección	
Programación de cita	Diferimiento de citas	Demora en la ejecución de estudios radiológicos	Falta de personal	Monitoreo de colas	4	7	4	112
	Pérdida de citas	Reprogramación de citas	Incumplimiento de horario de citas por los usuarios	Monitoreo de colas	4	4	4	64
	Inadecuado registro de citas	Duplicidad de las citas	Registro manual de citas	Monitoreo de colas	4	4	4	64
Toma de radiografías	Inadecuada preparación del paciente	Repetición del procedimiento	Falta o inadecuada información al paciente Omisión de las indicaciones por parte del paciente	Encuesta del servicio	7	4	2	56
	Movimientos del paciente	Repetición del procedimiento	Falta de colaboración del paciente	Encuesta del servicio	7	1	2	14
	Incumplimiento del uso de dosímetro y dispositivos de protección por parte del personal	Seguridad del profesional	Negligencia o descuido del trabajador	Actas de supervisión	10	4	6	240
	Protocolos de exámenes inadecuados	Repetición de exámenes radiológicos	Inexistencia de un protocolo actualizado y difundido entre los profesionales para los estudios radiológicos	Informes del servicio	7	7	6	294
	Escasez de dispositivos gonadales	Riesgo de sobreexposición del paciente	Falta de protectores gonadales	Informes del servicio	7	1	0	420
	Excesivo número de proyecciones	Riesgo de sobreexposición del paciente	Sobreutilización de los estudios imagenológicos por médicos prescriptores	Encuestas del servicio	7	4	3	84
	Inexistencia de registro de dosis absorbida por el paciente	Riesgo de sobreexposición del paciente	Inadecuado control de riesgo de radiaciones ionizantes en pacientes	Informes del servicio	4	1	0	160
	Infrautilización de los dispositivos de protección radiológica para el paciente	Riesgo de sobreexposición del paciente	Falta de concienciación del personal acerca de la importancia de la protección del paciente	Actas de supervisión	10	4	4	160
	Distancia foco película inadecuada	Repetición del procedimiento	Técnica radiológica deficiente	Encuestas del servicio	7	4	4	112
		Errores de exposición	Subexposición Sobreexposición	Técnica radiológica deficiente	Encuestas del servicio	10	4	7
	Errores de marcación	Incorrecta identificación del lado a radiografiar	Técnica radiológica deficiente	Encuestas del servicio	7	4	3	84
	Errores de posición	Imágenes descentradas Incorrecta colimación	Técnica radiológica deficiente	Encuestas del servicio	7	4	3	84
	Falta del equipamiento radiológico	Reprocesamiento de exámenes radiológicos	Falta de mantenimiento del equipo de rayos X	Informes de mantenimiento	7	7	8	392
Procesamiento de placa radiográfica	Funcionamiento inadecuado de equipo de revelado	Películas malogradas	Falta de mantenimiento del equipo automatizado	Informes de mantenimiento	7	7	8	392
	Chasis y pantallas reforzadoras defectuosos	Radiografías inadecuadas	Falta de limpieza y mantenimiento de chasis y pantallas reforzadoras	Informes de mantenimiento	7	4	6	168
	Artefactos en la placa	Radiografías inadecuadas	Pantallas de refuerzo sucias Manipulación defectuosa de la película	Encuestas del servicio	4	4	3	48
	Defectos de procesado	Radiografías inadecuadas	Insuficiente reposición de químicos Rodillos sucios	Informe de mantenimiento	4	7	3	84
	Velo de la película	Películas malogradas	Velos de luz Películas caducadas	Encuestas del servicio	4	4	3	48
Entrega de resultados	Demora en la entrega de resultados	Disconfort del paciente	Manejo deficiente de horarios para entrega de resultados	Encuestas del servicio	4	4	6	96
	Pérdida de resultados	Reprocesamiento de exámenes radiológicos	Inadecuado archivo y control de préstamo de placas	Encuestas del servicio	7	4	6	168

#### IV. DISCUSIÓN

Encontramos condiciones inadecuadas para el funcionamiento de la sala de rayos X. Estos resultados coincide con un estudio realizado en el Departamento de Radiología e Imágenes del Hospital San Juan de Dios de Santa Ana, San Salvador, que encontró que las dimensiones de las salas no son adecuadas, ya que no existe una distancia apropiada entre la fuente y el profesional.<sup>11</sup> Resultados similares reportaron Tiburcio, Chacaltana y Mori 12 en centros médicos de la ciudad de Tacna, en donde las salas radiológicas no cuentan con medios de seguridad y blindaje, por el contrario, los muros, techos y pisos correspondían a una oficina normal; situación sumamente peligrosa debido a la dosis de radiación ionizante a la que estarían sometidos los pacientes y público en general.

En lo que respecta al nivel de conocimiento sobre radioprotección, se observó que los operadores del equipo de rayos X tienen un conocimiento bajo. Estos resultados concuerdan con un estudio en Armenia en donde se reportó que el grado de conocimiento en materia de protección radiológica de 109 trabajadores expuestos es bajo (32,4%).<sup>13</sup>

En cuanto a que la mayoría de la población que se somete a estudios radiológicos no posee conocimientos sobre las radiaciones. Esta investigación coincide con un estudio realizado por Oñate, Bazán y Oñate 14 sobre el grado de conocimiento de la población sobre las influencias y repercusiones de la exposición a radiaciones ionizantes, que encontró que el 88% no conoce cuáles son sus efectos y consecuencias secundarias

El análisis de los procesos de atención en el servicio de radiología de este estudio determinó 23 modos de fallas, de los cuales 12 están por encima de NPR>100. Esto contrasta con un estudio realizado en el Servicio de Oncología Radioterápica del Institut Català d'Oncologia del Hospital Germans Trias i Pujol de Badalona, que llegó a detectar 33 modos de fallo con valores de NPR > 100.<sup>15</sup>

El hospital no es eficiente en relación con la seguridad y protección radiológica, por lo que se debe revisar la gestión y mejorarla de forma de forma continua.

#### V. CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener conflictos de intereses.

#### VI. AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación de EsSalud (IETSI) por su apoyo en la elaboración de este manuscrito a través de su Programa de Mentoring.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sociedad Española de Radiología Médica. Posición SERAM sobre los riesgos asociados a las dosis de radiación en las exploraciones practicadas en radiodiagnóstico [en línea]. Documentos SERAM; 2015. [fecha de acceso 14 Jun 2016]. URL disponible en <http://www.latinsafe.org/.../posicion-seram-sobre-los-riesgos-asociados-a-las-d..>
- Donald, F. Riesgos de la radiación imaginológica en niños. *Rev Med Clin Condes* [Internet]. 2013 [citado 17 Abr 2016]; 24(1): 21-26. Disponible en [http://www.clinicalascondes.cl/Dev\\_CLC/media/.../2013/.../3-DoandlFrush.pdf](http://www.clinicalascondes.cl/Dev_CLC/media/.../2013/.../3-DoandlFrush.pdf)
- García, M. Bustos, C. López, D. Diseño de una Sala Virtual de Rayos X para la Enseñanza de Seguridad Radiológica. *Bioingeniería y Física Médica Cubana* [Internet]. 2005 [citado 7 Jun 2016]; 6(2): 12-17. Disponible en <http://www.bvs.sld.cu/revistas/bfm2/Volumenes%20anteriores.../icid02205.pdf>.
- Mayorga, M. Plazas, S. Cruz, E. Materiales libre de plomo para atenuación de radiaciones ionizantes en protección radiológica. *Ingenium* [Internet]. 2014 [citado 13 Ago 2016]; 15(30): 39-49. Disponible en <http://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1357>.
- Hernández, R. Alonso, I. Soler, K. Protección radiológica ocupacional en práctica médica. *Visión reguladora*. En: X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Radioprotección; 2015. [fecha de acceso 17 May 2016]. Disponible en [http://www.rivanet.com.ar/clientes/.../fullpaper-template\\_IRPA20153209453.pdf](http://www.rivanet.com.ar/clientes/.../fullpaper-template_IRPA20153209453.pdf).
- Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiaciones Ionizantes. Ley N°28028. Diario Oficial El Peruano, (19-07-2008). [fecha de acceso 18 Jun 2016]. Disponible en [http://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/.../ds009\\_97em.pdf](http://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/.../ds009_97em.pdf).
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de Seguridad Radiológica. Lima: Oficina Técnica de la Autoridad Nacional; 1997. [fecha de acceso 12 Jul 2016]. Disponible en [http://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/tramite\\_autorizaciones.htm](http://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/tramite_autorizaciones.htm).
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. Formulario 1 Solicitud de Registro de Instalación. Lima: Oficina Técnica de la Autoridad Nacional; 2013. [fecha de acceso 17 May 2016]. Disponible en [http://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/tramite\\_autorizaciones.htm](http://www.ipen.gob.pe/transparencia/regulacion/tramite_autorizaciones.htm).
- Instituto Peruano de Energía Nuclear. Norma Técnica N° IR.003.2013. Lima: Oficina Técnica de la Autoridad Nacional; 2013.
- Ministerio de Salud. Guía Técnica para la Elaboración de Proyectos de Mejora y la Aplicación de Técnicas y Herramientas para la Gestión de Calidad [Internet]. 2012 [citado 11 Jul 2016] <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/documentos/decs/2012/guiatecelabroymejora.pdf>.
- Aguilera, L. Condiciones de Protección Radiológica del Departamento de radiología e Imágenes del Hospital San Juan de Dios de Santa Ana de abril a junio de 2010. [Tesis]. San Salvador: Universidad de El Salvador; 2010. [fecha de acceso 13 Abr 2016]. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/158/1/10136017.pdf>.
- Tiburcio, J. Chacaltana, J. Mori, F. Descriptivo y Análisis de las Radiaciones Ionizantes en la ciudad de Tacna. *Ciencia & Desarrollo* [Internet]. 2005 [citado 17 Abr 2016]; [http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/c&d\\_9\\_art\\_7.pdf](http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/c&d_9_art_7.pdf).
- Martínez et al. Relación entre conocimiento y formación del personal expuesto a radiaciones ionizantes procedentes de los rayos X. *PublicacionesDidacticas.com* [Internet]. 2016 [citado 11 Jul 2016]; 68: 375 – 469. Disponible en <http://publicacionesdidacticas.com/hemeroteca/articulo/068082/articulo-pdf>.
- Oñate, M., Bazán, J., Oñate, A. Estudio del grado de conocimiento de la población sobre las influencias y repercusiones de la exposición a radiaciones ionizantes. *Revista de la Sociedad Española de Enfermería Radiológica* [Internet]. 2014 [citado 17 Abr 2016]; 11(2), 50-54.

Govindarajan, et al. El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) ayuda a aumentar la seguridad en radioterapia. *Rev Calidad Asistencial* [Internet]. 2007 [citado 17 Dic 2016];22(6):299-309. Disponible en [http:// www.elsevier. es/es-revista-revista-calidad-asistencial-256-pdf-13113631-S300](http://www.elsevier.es/es-revista-revista-calidad-asistencial-256-pdf-13113631-S300).