

# Comparación de la dosis de superficie de entrada (DSE) con valores de referencia en estudios radiológicos frecuentes

## Comparison of the Entrance Surface Dose (ESD) with Reference Values in Frequent Radiological Studies

Teresita Roldán<sup>1</sup>; Fabián Ausilio<sup>1,2</sup>; David Lucero<sup>1</sup>;  
Pablo Heredia<sup>1</sup> & Laura Saldaño<sup>1</sup>

---

**ROLDÁN, T.; AUSILIO, F.; LUCERO, D.; HEREDIA, P. & SALDAÑO, L.** Comparación de la dosis de superficie de entrada (DSE) con valores de referencia en estudios radiológicos frecuentes. *J. health med. sci.*, 4(1):45-49, 2018.

**RESUMEN:** El principal objetivo del uso de radiaciones ionizantes, es contribuir a alcanzar un uso eficiente de las mismas y que sean de referencia para una aplicación óptima de las técnicas radiológicas, en búsqueda de un mayor beneficio para el paciente y la sociedad, tendiendo a la mejora en la calidad de la imagen y reducción efectiva de la exposición médica, ocupacional y de la población. El objetivo de este estudio fue comparar la dosis en la superficie de entrada (DSE) de pacientes a los que se les realizan estudios radiológicos simples en el Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca, Argentina, con los valores de dosis de referencia. Además evaluar el control de calidad del equipo de Rayos X de dicho Servicio. Mediante la implementación de una planilla de cálculo se registró la dosis promedio, para los estudios radiológicos simples y más frecuentes: tórax y abdomen, sobre una muestra de 50 pacientes y 13 pacientes, respectivamente. Se aplicó la metodología recomendada por Protocolos Internacionales vigentes. Se compararon los datos obtenidos con los valores de dosis de referencia reportados por la literatura. Se elaboraron planillas de registro de datos para cada paciente y para control de calidad del equipo de Rayos X. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores de tolerancias.

**PALABRAS CLAVE:** Dosis; radiodiagnóstico; garantía de calidad.

---

## INTRODUCTION

La evaluación de la dosis impartida al paciente, es uno de los elementos esenciales, y de auge en la actualidad, y se considera un ítem importante dentro de un Programa de Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico (IAEA, 2007). En la Guía sobre los niveles de referencia para diagnóstico (NRD) en las exposiciones médicas (CE 109, 1999), elaborado por una comisión de expertos de la Unión Europea, se proponen procedimientos para establecer los NRD en las dosis impartidas a los pacientes. Los NRD han contribuido de forma efectiva a la optimización de la protección de los pacientes, procurando evitar que sean expuestos a dosis innecesariamente altas. El establecimiento de NRD incluye la dosimetría del paciente en el marco de un programa regular de garantía de calidad. De acuerdo con las recomendaciones de

International Commission on Radiological Protection (ICRP 73, 1996) se entiende por NRD un nivel establecido para exámenes tipo, en grupos de pacientes de talla normal o maniquíes patrón, no para exposiciones o pacientes individuales. Por tanto, se debe considerar que no necesariamente los NRD poseen el mismo valor en cualquier lugar donde sean calculados, pues deben ajustarse a las circunstancias locales (IAEA, 1996; Council of the European Union, 1997).

Es necesario señalar que el propósito de la ICRP 73 es aclarar cómo se aplica un sistema recomendado de Protección Radiológica en medicina. Este informe está dirigido principalmente a médicos y físicos directamente involucrados en radiología médica, incluidos el diagnóstico en medicina y odontología, me-

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300, Catamarca, Argentina.

<sup>2</sup> Centro Médico "La Comunidad", Catamarca, Argentina.

dicina nuclear y radioterapia; a los responsables de la gestión de las instituciones que operan en estos campos; y a organismos reguladores y asesores internacionales (ICRP 73; ICRP 105, 2007).

Para realizar una radiodiagnosia dentro de los niveles de referencia, se recomienda firmemente revisar el procedimiento y el equipo utilizado, considerando siempre las buenas prácticas en estos aspectos (ICRP 103, 2007). En caso de superación sistemática de los NRD, se deberán realizar revisiones locales. Para la evaluación de los NRD puede utilizarse la dosis absorbida en aire en la superficie de entrada del paciente, dicho de manera más simple, Dosis en Superficie de Entrada (DSE) estimada o medida con un Dosímetro de Termoluminiscencia (TLD) fijado al cuerpo del paciente (CE 109; ICRP 105).

El objetivo de este estudio fue comparar los DSE de pacientes a los que se les realizan estudios radiológicos simples en el Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca, Argentina, con los valores de dosis de referencia. Además evaluar el control de calidad del equipo de Rayos X de dicho Servicio.

## MATERIAL Y MÉTODO

A fin de calcular la DSE en pacientes, fueron medidos, en primer lugar, los parámetros esenciales del equipo radiológico del Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca (Equipo de Rayos X, Marca GBA-150 mA, 140 Kv), tal como lo establece un Control de Calidad. Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

**Exactitud y Reproducibilidad del Potencial.** Se determinó el grado de correspondencia entre el potencial pico seteado con respecto al potencial nominal indicado, así como su reproducibilidad. Los valores de la exactitud, como los de la reproducibilidad, se encontraron dentro de las tolerancias admitidas  $\pm 10\%$  y  $\pm 5\%$  respectivamente.

**Capa Hemirreductora (CHR).** Se determinó el espesor de la capa hemirreductora o espesor hemirreductor, el cual pretende eliminar del haz los fotones de baja energía que no contribuyen a la imagen y sí a una dosis innecesaria al paciente. En esta prueba el resultado obtenido fue de 3,80 mm de aluminio, el cual se encontraba dentro de la tolerancia exigida por la literatura.

**Rendimiento de la exposición de salida del generador.** Para llevar a cabo esta prueba se utilizó un dosímetro con detector apropiado para radiodiagnóstico. Para cada valor de miliamperio (mA), se determinó el rendimiento (R) como el promedio de la magnitud dosimétrica medida ( $X_p$ ) dividido por los mAs; se calculó su desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV), así como el coeficiente de linealidad (CL). La reproducibilidad de la exposición evaluada mediante el CV en todos los casos fue menor al 5% para cada combinación individual de mAs comprobada.

Una vez realizado el Control de Calidad sobre en equipo de Rayos X, se determinó la DSE en los pacientes. Para ello, se utilizaron los estudios radiológicos estándar simples y más frecuentemente realizados en el Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca, Argentina. No se consideró la mamografía, ya que en estas imágenes se utiliza la dosis glandular promedio (IAEA TECDOC-1517, 2006; IAEA TECDOC-1646, 2010). Se evaluó una muestra mínima de 10 exploraciones radiológicas. Así, se determinó que los estudios más frecuentes eran las radiografías de tórax antero-posterior (AP) y las radiografías de abdomen, AP.

Posteriormente, se elaboró e implementó una planilla Excel, para calcular la DSE de los pacientes. Para tórax AP se calcularon las dosis de 50 pacientes y para abdomen AP se calcularon las dosis de 13 pacientes.

La planilla Excel fue desarrollada por el grupo de Radiofísica Sanitaria de la provincial de San Luis, Argentina. Los datos presentados fueron los resultados de un trabajo colaborativo entre ambas provincias. Para llevar a cabo las mediciones, se construyó un espesómetro. Cada técnico a cargo de los pacientes, tuvo la tarea de cargar los datos en la planilla.

La Dosis en Superficie de Entrada (Boletín Oficial del Estado, 1999) viene dada por la siguiente ecuación (BOE, 1999):

$$DSE \text{ (mGy)} = \left( \frac{\text{mGcm}^2}{\text{mAs}} \right) \times f \times \left( \frac{100}{DFP(\text{cm})} \right)^2 \times Q \text{ (mAs)}$$

Donde:

DSE = Dosis en Superficie de Entrada

DFP = Distancia foco-placa (cm)

e = Rendimiento del tubo de rayos X para la tensión de trabajo

f = Factor de retrodispersión, habitualmente se toma 1,35

Q = Carga de la exploración en miliamperios (mAs).

mGy = miliGray.

Tabla I. Dosis en la superficie de entrada (DSE) de pacientes con radiografía de tórax AP realizadas en el Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca, Argentina.

Nº	Edad	Peso (kg)	Altura (cm)	Kv	mAs	Tiempo (s)	Espesor (cm)	DSE (mGy)
1	42	108	190	77	15,4	0,077	26	0,26
2	16	78	170	71	15,4	0,077	26	0,22
3	83	83	177	75	15,0	0,075	25	0,24
4	62	92	172	81	16,2	0,081	28	0,30
5	41	75	156	81	16,2	0,081	28	0,30
6	67	77	195	75	15,0	0,075	25	0,24
7	72	64	160	77	15,4	0,077	26	0,26
8	42	103	175	77	15,4	0,077	26	0,26
9	38	81	170	81	16,2	0,081	28	0,30
10	75	85	182	75	15,0	0,075	25	0,24
11	23	98	185	77	15,4	0,077	26	0,26
12	30	80	170	71	14,2	0,071	23	0,20
13	68	81	175	77	15,4	0,077	26	0,26
14	51	105	175	83	16,6	0,083	29	0,33
15	62	57	160	65	12,6	0,063	20	0,15
16	67	95	172	91	13,2	0,066	33	0,31
17	44	105	175	85	17,0	0,085	30	0,35
18	44	102	174	79	15,8	0,079	27	0,28
19	41	130	165	91	18,2	0,091	33	0,43
20	45	89	164	81	16,1	0,081	28	0,30
21	40	82	157	79	15,8	0,079	27	0,28
22	79	55	155	67	13,4	0,067	21	0,17
23	72	70	165	77	15,4	0,077	26	0,26
24	41	73	170	67	13,2	0,066	21	0,17
25	46	100	170	83	16,6	0,083	29	0,33
26	68	67	151	71	14,2	0,071	23	0,20
27	51	93	160	83	16,6	0,083	29	0,33
28	50	102	186	77	15,4	0,077	26	0,26
29	45	80	158	79	15,8	0,079	27	0,28
30	11	43	150	63	12,6	0,063	19	0,14
31	62	67	159	73	14,6	0,073	24	0,22
32	38	66	157	75	15,0	0,075	25	0,24
33	45	84	160	75	15,0	0,075	25	0,24
34	22	70	153	69	13,8	0,069	22	0,19
35	39	93	160	81	16,2	0,081	28	0,30
36	78	66	155	71	14,2	0,071	23	0,20
37	68	73	178	77	15,4	0,077	26	0,26
38	45	80	158	79	15,4	0,077	27	0,28
39	63	98	168	81	16,2	0,081	28	0,30
40	42	93	182	79	15,4	0,077	27	0,28
41	80	95	178	77	15,4	0,077	26	0,26
42	70	75	180	79	14,2	0,071	23	0,25
43	38	115	173	87	17,4	0,087	31	0,38
44	73	84	163	77	15,4	0,077	26	0,26
45	73	80	157	77	15,4	0,077	26	0,26
46	62	95	164	79	15,4	0,077	27	0,28
47	41	130	165	91	18,2	0,091	33	0,43
48	45	89	164	81	16,1	0,081	28	0,30
49	40	82	157	79	15,8	0,079	27	0,28
50	79	55	155	67	13,4	0,067	21	0,17

Si el valor de la DSE resulta mayor que el de referencia, se deben realizar los controles necesarios para determinar su causa, suspendiéndose la utilización del equipo en caso de que la gravedad de la situación así lo requiera.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla I para tórax AP y en la Tabla II para abdomen AP. Para el cálculo de la DSE en radiografías de tórax AP se consideró una DFP de 180 cm y un foco de 200 mA. Para el cálculo de DSE en radiografías de abdomen AP se consideró una DFP de 100 cm y un foco de 200 mA.

El valor de referencia de la DSE en pacientes para radiografías de tórax AP, es de 0,3 mGy, mientras que para abdomen AP, es de 10 mGy (Tabla III). Los datos obtenidos fueron comparados con los valores de referencias.

## DISCUSIÓN

Los radiólogos se enfrentan constantemente al dilema de tratar de minimizar la dosis en la superficie de entrada en el paciente, cuando son expuestos a radiaciones X para producir imágenes de calidad para realizar un diagnóstico. Bajo este contexto, la garantía de calidad proporciona un marco para lograr este objetivo (SEFM, SEPR & SERAM, 2011).

Tabla II. Dosis en la superficie de entrada (DSE) de pacientes con radiografía de abdomen AP realizadas en el Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca, Argentina.

Nº	Edad	Peso (kg)	Altura (cm)	Kv	mAs	Tiempo (s)	Espesor (cm)	DSE (mGy)
1	81	70	160	65	31,3	0,16	20	1,23
2	38	75	175	65	31,3	0,16	20	1,23
3	63	55	154	69	31,3	0,16	22	1,38
4	68	90	180	89	31,3	0,16	32	3,12
5	44	94	160	85	42,5	0,21	30	2,11
6	20	53	155	63	31,5	0,16	19	1,34
7	83	56	155	73	36,5	0,18	24	2,20
8	46	105	168	89	44,5	0,22	32	2,24
9	26	55	160	61	30,5	0,15	18	1,40
10	74	76	155	81	40,5	0,20	28	2,46
11	26	55	160	61	30,5	0,15	18	1,05
12	81	70	160	65	31,3	0,16	20	1,23
13	26	55	155	61	30,15	0,15	21	1,04

Tabla III. Valores de Dosis en la superficie de entrada (DSE) de referencia para protección de pacientes según International Commission on Radiological Protection (ICRP 73, 1996).

Tipo de exploración	(DSE) (mGy)
Tórax AP	0,3
Tórax L	1,5
Abdomen AP	10
Pelvis AP	10
Columna lumbo-sacra L	40
Cráneo AP - PA	5
Cráneo L	3

La estrategia básica para el aseguramiento de la calidad en radiología diagnóstica fue formulada por la Organización Panamericana y mundial de la Salud, e implica diversas actividades, incluidas las actividades técnicas (OPS & OMS, 1997).

Es necesario que un programa de garantía de calidad en el diagnóstico y radiología intervencionista incluyan evaluaciones de calidad de imagen, análisis de rechazo de película, evaluación de la dosis del paciente, mediciones de los parámetros físicos de la radiación generada, etc. Además, se necesitan varias pruebas de control de calidad para garantizar que las máquinas de radiología funcionen correctamente. Es importante tener en cuenta que la optimización en la radiología no siempre conduce a la reducción de la dosis (Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe ARCAL XLIX, 2001).

En el presente trabajo se llevaron a la práctica la mayoría de las recomendaciones expresadas en la literatura, obteniendo valores de DSE concordantes con lo expresado en los valores de referencia, lo que evidencia la calidad de la técnica y el control del equipo de rayos X para la obtención de cada una de las radiografías. Estos datos son indicadores importantes de la calidad de los estudios radiográficos realizados, ya que el Servicio de Radiología del Centro Médico "La Comunidad", de la Provincia de Catamarca, Argentina, tiene como objetivo lograr un balance entre la calidad de la imagen diagnóstica y el beneficio de la práctica.

**ROLDÁN, T.; AUSILIO, F.; LUCERO, D.; HEREDIA, P. & SALDAÑO, L.** Comparison of the Entrance Surface Dose (ESD) with reference values in Frequent Radiological Studies. *J. health med. sci.* 4(1):45-49, 2018.

**ABSTRACT:** The main goal of the application of ionizing radiation is to contribute to an efficient use of the same, which are a reference for an optimal application of radiological techniques, to achieve benefit for the patient and society, tending to the improvement in the Quality of the image and effective reduction of medical, occupational and population exposure. The objective of this study was to compare the Entrance Surface Dose (ESD) of patients who submit simple radiological studies in the Radiology Service of the Medical Center "La Comunidad", in the Province of Catamarca, Argentina, with the values of reference dose. In addition, evaluate the quality control of the X-ray equipment of said Service. The average dose was recorded using a spreadsheet for simple and more frequent radiological studies: chest and abdomen, on a sample of 50 and 13 patients, respectively. Methodology recommended by current International Protocols was considered. The data obtained were compared with the reference dose values reported in the literature. Data recording sheets were prepared for each patient and for quality control of the X-ray equipment. The results obtained correspond to the tolerance values.

**KEY WORDS:** Dose; radiodiagnosis; quality assurance.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL XLIX). *Implementación de las normas Básicas de Seguridad Internacionales en las Prácticas Médicas*. Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, 2001. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/arcal-49-protocolo-cc.pdf>
- 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 del Estado N° 311, 1999.
- Comisión Europea (CE). *Guía sobre los niveles de referencia para diagnóstico (NRD) en las exposiciones médicas*. Protección radiológica 109. Luxemburgo, Comisión Europea, 1999. Disponible en: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/109\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/109_es.pdf).
- Council of the European Union. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/Euratom. *Off. J. Eur. Comm.*, No. L 180:22-7, 1997.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). *International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*. Safety Series N° 115. International Atomic Energy Agency. Viena, Austria, 1996.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). IAEA-TECDOC-1517. *Control de calidad en mamografía. Protocolo elaborado en el marco de dos proyectos regionales ARCAL/OIEA*. Viena, International Atomic Energy Agency, 2006. Disponible en: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te\\_1517s\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1517s_web.pdf).
- International Atomic Energy Agency (IAEA). *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*. Technical Reports Series N 457. Viena, International Atomic Energy Agency, 2007. Disponible en: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf)
- International Atomic Energy Agency (IAEA TECDOC-1646). *Establecimiento de niveles orientativos en radiología general y mamografía, Reporte del proyecto coordinado, ARCAL LXXV- IAEA RLA/9/048, Ejercicio Piloto para Desarrollar y Establecer Niveles de Referencia en Radiografía General y Mamografía como Herramienta para Optimizar la Protección Radiológica y Reducir la Exposición al Paciente en América Latina*. Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, 2010. Disponible en: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE\\_1646\\_CD/PDF/TECDOC\\_1646.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE_1646_CD/PDF/TECDOC_1646.pdf).
- International Commission on Radiological Protection (ICRP 73). Radiological Protection and Safety in Medicine. *Annals of the ICRP*, 26(2), 1996.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP 103). Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. *Annals of the ICRP*, 37(2-4), 2007.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP 105). Protección Radiológica en medicina. *Annals of the ICRP*, 37(6), 2007.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) & Organización Mundial de la Salud (OMS). *Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imagenología y radioterapia*. En Borrás, C. Ed., Washington DC, 1997. Disponible en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s16602s/s16602s.pdf>.
- Sociedad Española de Física Médica (SEFM), Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM). *Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico*. Versión 2011. Madrid, Senda Editorial, 2012.
- Disponible en: <http://www.latinsafe.org/espanol/wp-content/themes/latinsafe/educacion/guias-clinicas/protocolo-espanol-de-calidad-en-radiodiagnostico.pdf>.

Dirección para correspondencia:  
Teresita Roldán  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad Nacional de Catamarca  
Avenida Belgrano 300  
Catamarca  
ARGENTINA

E-mail: [teresitaroldan@gmail.com](mailto:teresitaroldan@gmail.com)

Recibido : 27-10-2017  
Aceptado: 28-11-2017