

EVALUACIÓN DE PLACAS DE DRYWALL COMO BARRERAS DE PROTECCIÓN EN INSTALACIONES DE RAYOS X DENTAL Y MAMOGRAFÍA

Vanessa Yuliana Guevara Rojas^a, Nicolás Romero Carlos^a, Mariella Berrocal Tito^b

^aEmpresa QC DOSE S.A.C.
Dirección: Av. Tomás Marsano N° 1915, Surquillo
Lima 34, Perú
Correo: yguevara@qcdose.com

^bUniversidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
Dirección: Calle Germán Amézaga N° 375 - Edificio Jorge Basadre, Ciudad Universitaria
Lima 1, Perú.
Correo: eapfis@gmail.com

Resumen

En las instalaciones de rayos X dental y mamografía, usualmente se emplean paredes blindadas de plomo como barreras de protección. El plomo es un buen atenuador para los rayos X, sin embargo presenta características tóxicas y su costo es elevado. Los equipos de mamografía emiten fotones de baja energía, en un rango de 25 keV a 35 keV, en los actuales equipos, su haz primario de radiación es interceptado por el recetor de imagen. Los equipos dentales periapicales emiten fotones dentro del rango de 50 a 90 keV, su filtración es fija. Estos equipos emiten un haz colimado cuyo diámetro es ligeramente más grande que la dimensión de la diagonal de una película de rayos X dental estándar. Cuando se realiza una radiografía dental, el haz de radiación es parcialmente atenuada por el paciente. El drywall, es un material que consiste en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, por lo que sus componentes son generalmente yeso y celulosa. Se utiliza en construcción para la ejecución de tabiques interiores y revestimientos de techos y paredes, además podría servir de sustituto del plomo al igual que otros materiales. En el presente trabajo, tres maquetas de drywall (Giplac), formadas con 02, 04 y 06 capas de drywall (de 13, 16 y 20 cm de grosor respectivamente), han sido probadas como barreras contra la radiación primaria y secundaria de rayos X, que provienen de los equipos dental y de mamografía. Los resultados muestran que la maqueta de drywall, de 02 capas, atenúa de manera eficiente el haz de radiación secundaria producida por un equipo de mamografía convencional. Y la maqueta de 04 y 06 capas, atenúa de manera eficiente el haz de radiación primaria producida por un equipo dental periapical.

Palabras clave: Drywall, equipo dental, equipo de mamografía, radiación primaria, radiación secundaria, equivalente de dosis ambiental.

1. INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de radiodiagnóstico de uso médico es habitual utilizar planchas de plomo con espesores comprendidos entre 1 y 2 mm u otros materiales como el concreto mezclado con baritina, que debido a sus densidades son efectivos para atenuar la radiación producida por equipos de rayos X.

En este trabajo se calculará el Equivalente de Dosis ambiental que atraviesan a diversos tipos de maquetas de drywall, cuando son utilizados como barreras de protección contra la radiación producida por un equipo dental periapical y un equipo de mamografía.

Para la evaluación de las maquetas de drywall, como barrera contra la radiación producida por equipo dental periapical, estas se colocaron en la dirección del haz primario, tal como se muestra en la Figura N° 01, puesto que se determinó, con la ayuda de un detector de radiación, que en esta dirección los niveles de radiación son mayores que en otras direcciones.

Para la evaluación de las maquetas de drywall, como barrera contra la radiación producida por equipo de mamografía, estas se colocaron en la parte frontal y lateral del equipo en dirección del haz secundario producido por la incidencia del haz primario sobre el maniquí de mama (ACR), tal como se muestra en la Figura N° 04 y 05, puesto que se determinó, con la ayuda de un detector de radiación, que en esta dirección los niveles de radiación son mayores que en otras direcciones, cabe mencionar que esto confirma lo dicho por el NCRP N° 147, donde indica que la radiación primaria producida por un equipo de mamografía es muy bien atenuado por el receptor de imagen y que la única radiación por la cual se debe blindar una sala de mamografía es contra la radiación secundaria emitida en dirección de la parte frontal y lateral del equipo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales y Método empleados en la evaluación del drywall como barrera contra la radiación producida por un equipo dental periapical

2.1.1 Materiales

Para determinar los niveles de radiación que atraviesan la maqueta de drywall, cuando se le utiliza como barrera de protección contra la radiación primaria producida **por un equipo de rayos X dental**, se utilizó los siguientes materiales:

- Detector de estado sólido de radiación dispersa y de fuga
Marca : UNFORS
Modelo : 8202060-A Xi Survey Detector

- Equipo emisor de rayos X:
Marca : ACOMA
Modelo : SUPER 80

- Maniquí de cráneo
Marca : FLUKE BIOMEDICAL
Modelo : 76-424-4156

- Colimador de equipo dental

- Maqueta drywall (giplac) de 04 placas
Las dimensiones de cada placa de drywall es: 40 cm x 40 cm x 1.8 cm

- Maqueta drywall (giplac) de 06 placas

- Nivel láser

- Wincha

2.1.2 Metodología de toma de datos

Para determinar los niveles de radiación que atraviesan la maqueta de drywall, cuando se le utiliza como barrera de protección contra la radiación primaria producida **por un equipo de rayos X dental**, se utilizó la siguiente metodología:

- Primero se le realizaron pruebas de control de calidad al equipo de rayos X, según el Protocolo Arcal XLIX, saliendo aprobatorias.
- Con los materiales antes mencionado, se construyó el sistema que se muestra en la Figura N° 01 y N° 02.



FIGURA N° 01

Sistema donde se muestra a la maqueta de drywall de 04 placas localizada al frente del equipo de rayos X. Entre el equipo de rayos X y la maqueta está ubicado el maniquí de cabeza.



FIGURA N° 02

El detector de radiación dispersa localizado en la parte posterior de la maqueta de drywall.

- Las condiciones en las cuales se realizaron las medidas son las siguientes:

Energía	: 70 KeV.
Intensidad de corriente	: 15 mA
Tiempo	: 0.5 segundos
Puntos de Medida	:El detector de radiación dispersa se colocó en la parte posterior de la maqueta de drywall, alineado al campo de radiación.
Distancia foco – detector	: 1.5 m

- Bajo las condiciones mencionadas se realizaron 10 exposiciones y estas fueron anotadas.
- Los procedimientos antes mencionados se aplicaron también para evaluar la maqueta de drywall de 06 placas, tal como de muestra en la Figura N° 03.



FIGURA N° 03
Sistema donde se muestra a la maqueta de drywall de 06 placas localizada al frente del equipo de rayos X.

2.1.3 Metodología de tratamiento de datos

La metodología empleada para los tratamientos de datos, está basado en el Protocolo Arcal XLIX, donde indica cómo calcular el indicador: **Equivalente de Dosis Ambiental en unidades de mSv/ semana.**

El equivalente de dosis ambiental se calculó de la siguiente manera:

- Primero se definió el Factor de Uso (U) y Ocupación (T).
- Calculamos la Carga de Trabajo Semanal, expresado en mAmin/semana, para las condiciones máximas de rutina, mediante la siguiente ecuación:

$$W (mAmin/semanal) = \frac{NR \times I (mA) \times t (s)}{60}$$

Donde:

NR: Número de radiografías por semana.

I (mA) x t (s): Es el mAs promedio por radiografía empleado en la práctica.

- Multiplicamos la Lectura Promedio (mR/h), obtenidas en las exposiciones, por el Factor de Calibración del equipo (Fcal) y por Factor de Conversión para la magnitud de interés (Fcon(uSv/mR))
- Después transformamos el valor obtenido en mSv/ mAmin, considerando el Miliamperaje por Segundo (mAs) usado en las medidas.

$$Lectura(mSv/mAmin) = \frac{Lectura\ Promedio(mR/h) \times Fcal \times Fcon(uSv/mR) \times Ti(s) \times 60}{3600 \times 1000 \times Miliamperaje\ por\ Segundo\ (mAs)}$$

Donde:

Lectura Promedio (mR/h): Lecturas obtenidas con el instrumento de medición.

Fcal: Factor de calibración del instrumento de medición.

Fcon (mSv/mR): Factor de conversión para la magnitud de interés.

Ti (s) : Tiempo empleado en realizar la exposición.

Miliamperaje por Segundo (mAs): Es el mAs usado para realizar la medición.

- Finalmente, El equivalente de dosis ambiental, se obtiene de la multiplicación de :

$$D(mSv/semanal) = Lectura\ (mSv/mAmin) \times U \times T \times W\ (mAmin/semanal)$$

2.2 Materiales y Método empleados en la evaluación del drywall como barrera contra la radiación producida por un equipo de mamografía

2.2.1 Materiales

Para determinar los niveles de radiación que atraviesan la maqueta de drywall, cuando se le utiliza como barrera de protección contra la radiación secundaria producida **por un equipo de mamografía**, se utilizó los siguientes materiales:

- Detector de estado sólido de radiación dispersa y de fuga

Marca : UNFORS
Modelo : 8202060-A Xi Survey Detector

- Equipo emisor de rayos X:
Marca : LORAD
Modelo : M IV
- Maqueta drywall (giplac) de 02 placas
Las dimensiones de cada placa de drywall es: 40 cm x 40 cm x 1.8 cm
- Maqueta drywall (giplac) de 04 placas
- Maqueta drywall (giplac) de 06 placas
- Maniquí de acreditación mamográfico (ACR)
- Nivel láser
- Wincha

2.2.2 Metodología de toma de datos

Para determinar los niveles de radiación que atraviesan la maqueta de drywall, cuando se le utiliza como barrera de protección contra la radiación secundaria producida **por un equipo de mamografía**, se utilizó la siguiente metodología:

- Primero se le realizaron pruebas de control de calidad al equipo de rayos X, según el Protocolo Arcal XLIX, saliendo aprobatorias.
- Con los materiales antes mencionado, se construyó el sistema que se muestra en la Figura N° 04.

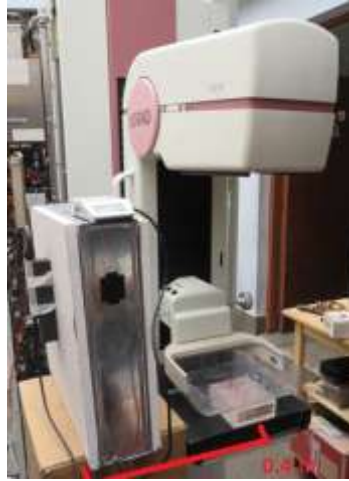


FIGURA N° 04

Sistema donde se muestra a la maqueta de drywall de 02 placas localizada al lateral del equipo de mamografía.

- Las condiciones en las cuales se realizaron las medidas son las siguientes:

Energía : 28 KeV.

Intensidad de corriente por tiempo : 80 mAs

Puntos de Medida : El detector de radiación dispersa se colocó en la parte posterior de la maqueta de drywall.

Distancia centro del equipo – detector: 0.4 m

- Bajo las condiciones mencionadas se realizaron 10 exposiciones y estas fueron anotadas.
- Luego trasladamos a la maqueta de 02 placas hacia la parte frontal del equipo de mamografía. (Figura N° 05).



FIGURA N° 05

Sistema donde se muestra a la maqueta de drywall de 02 placas localizada en la parte frontal del equipo de mamografía.

- Las condiciones en las cuales se realizaron las medidas son las siguientes:

Energía : 28 KeV.

Intensidad de corriente por tiempo : 80 mAs

Puntos de Medida : El detector de radiación dispersa se colocó en la parte posterior de la maqueta de drywall.

Distancia foco – detector : 0.24 m

- Bajo las condiciones mencionadas se realizaron 10 exposiciones y estas fueron anotadas.
- Los procedimientos antes mencionados se aplicaron también para evaluar la maqueta de drywall de 04 y 06 placas, tal como de muestra en la Figura N° 06 y 07 respectivamente.



FIGURA N° 06

Sistema donde se muestra a la maqueta de drywall de 04 placas localizada al lateral y frontal del equipo de mamografía.



FIGURA N° 07

Sistema donde se muestra a la maqueta de drywall de 06 placas localizada al lateral y frontal del equipo de mamografía.

2.2.3 Metodología de tratamiento de datos

La metodología empleada es la misma explicada en el punto 2.1.3.

3. RESULTADOS

- 3.1 El equivalente de dosis ambiental que atraviesan la maqueta de drywall, cuando se le utiliza como barrera de protección contra la radiación primaria producida **por un equipo dental**, es el siguiente:

TABLA N° 01

TIPO DE MAQUETA	EQUIVALENTE DE DOSIS AMBIENTAL (mSv/semana) ^a	NIVELES DE RESTRICCIÓN DE DOSIS (mSv/semana) ^b	ACEPTABLE
Maqueta de drywall de 04 placas	0.005052 ± 0.000031	< 0.02	Si
Maqueta de drywall de 06 placas	0.002037 ± 0.000054	< 0.02	Si
PUNTO DE MEDIDA	DRYWALL UBICADO FRENTE AL EQUIPO		

^a Calculado, considerando una carga de trabajo de 180 placas por semana a 70 kVp , 6.4 mAs, Factor de Uso = 1, Factor de Ocupación=1.

^b Establecido por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) en la Norma Técnica IR.003.2013 “Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X”.

- 3.2 El equivalente de dosis ambiental que atraviesan la maqueta de drywall, cuando se le utiliza como barrera de protección contra la radiación secundaria producida **por un equipo de mamografía**, es el siguiente:

TABLA N° 02

TIPO DE MAQUETA	EQUIVALENTE DE DOSIS AMBIENTAL (mSv/semana) ^c		NIVELES DE RESTRICCIÓN DE DOSIS (mSv/semana) ^b	ACEPTABLE
Maqueta de drywall de 02 placas	0.0145 ± 0.0011	0.0081 ± 0.0017	< 0.02	Si
Maqueta de drywall de 04 placas	0.0120 ± 0.0009	0.0027 ± 0.0004	< 0.02	Si
Maqueta de drywall de 06 placas	0.0073 ± 0.0006	0.0012 ± 0.0003	< 0.02	Si
PUNTO DE MEDIDA	DRYWALL UBICADO AL LATERAL DEL EQUIPO	DRYWALL UBICADO FRENTE AL EQUIPO		

^c Calculado, considerando una carga de trabajo de 480 placas por semana a 28 kVp, 80 mAs, Factor de Uso = 1, Factor de Ocupación=1.

4. DISCUSIÓN

- Como se puede observar en los resultados mostrados en la Tabla N° 01, los niveles de radiación, producidos por un equipo dental y que atraviesan las maquetas de drywall de 04 y 06 placas, está por debajo del límite de dosis ambiental establecida por la Norma Técnica “Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X”, que rige en Perú.
- En los resultados mostrados en las Tabla N° 02, los niveles de radiación, producidos por un equipo de mamografía y que atraviesan las maquetas de drywall de 02, 04 y 06 placas, está muy por debajo del límite de dosis ambiental establecida por la Norma Técnica antes mencionada.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De los resultados mostrados en la Tabla N° 01, se concluye que las ampliamente usadas tabiquerías de drywall de 04 y 06 placas, es efectivo y reúne los requisitos necesarios como material de blindaje en instalaciones donde se encuentra un equipo dental periapical.
- De los resultados mostrados en la Tabla N° 02, se concluye que las tabiquerías de drywall de 02, 04 y 06 placas, es efectivo y reúne los requisitos necesarios como material de blindaje en instalaciones donde se encuentra un equipo de mamografía.
- El utilizar tabiquerías de drywall como material alternativo de blindaje, trae como ventajas; evitar el uso materiales tóxicos como el plomo, disminución en los costos de blindaje de las instalaciones de rayos X dental periapical y mamografía y además su facilidad de colocación en las instalaciones.
- Si se optara por usar tabiquerías de drywall en instalaciones de rayos X dental periapical y mamografía, se recomienda pegar cintas de plomo, de aproximadamente 2 cm de ancho, en las juntas de las tabiquerías, para evitar fuga de radiación.

Referencias

- OTAN – IPEN, 2013. Norma Técnica IR.003.2013 “Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X”. Norma elaborada por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). Perú.

IAEA/ARCAL XLIX, 2001. Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. Acuerdo de Cooperación Regional para la Promoción de la Ciencia Nuclear y Tecnología en América Latina y el Caribe.

National Council on Radiation Protection and Measurements, 2004. Structural Shielding Design for Medical X Ray Imaging Facilities - NCRP Report N° 147. Bethesda.

Pombar M. y col., 2011. Losetas de Materiales con Base de Hormigón como Blindajes Sustitutivos del Plomo en Instalaciones de Rayos X de Diagnóstico. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago. España.