

# PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES ASOCIADAS AL USO DE EQUIPOS DE MAMOGRAFÍA

**Responsable:**

Oscar Edding Munizaga,  
Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes,

**Revisor:**

Juan Alcaíno Lara  
Subdepartamento de Ambientes Laborales

D036-PR-500-02-001  
Versión 1.0  
2016

---

**Para citar el presente documento:**

Instituto de Salud Pública de Chile, "Protocolo para la Evaluación de Puestos de Trabajo con Exposición a Radiaciones Ionizantes Asociadas al Uso de Equipos de Mamografía". 2016, Versión 1.0.

Para consultas o comentarios se solicita ingresar a la página del Instituto de Salud Pública de Chile, [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl), a la sección OIRS. Link directo: <http://www.ispch.cl/oirs/>.

---

# PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES ASOCIADAS AL USO DE EQUIPOS DE MAMOGRAFÍA

---

## ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN .....	4
2. OBJETIVO .....	4
3. ALCANCE .....	4
4. MARCO LEGAL .....	5
5. TERMINOLOGÍA .....	5
6. EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS .....	5
7. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN .....	6
8. RECOMENDACIONES TÉCNICAS .....	8
9. BIBLIOGRAFÍA .....	8
10. PARTICIPANTES .....	9
11. ANEXOS .....	10

## **1. PRESENTACIÓN.**

La mamografía es una técnica ampliamente utilizada para detectar distintas alteraciones patológicas asociadas al tejido mamario tanto en mujeres como en hombres. Un ejemplo de esto es el uso de esta técnica en el Programa Nacional del Cáncer de Mama donde se busca detectar precozmente la patología para dar un tratamiento oportuno y más eficaz.

En Chile, desde el año 2012 en adelante, el cáncer es la segunda causa de muerte después de las enfermedades cardio-vasculares. En el año 2013, fallecieron por cáncer 11.140 mujeres, siendo de estas el cáncer de mama la primera causa de muerte. La disponibilidad de la mamografía ha ido en aumento cada año, incorporando este examen a partir de los 50 años en medicina preventiva. Actualmente se encuentra garantizada en forma gratuita a toda mujer entre 50 y 59 años cada 3 años independiente de su previsión de salud.

La mama, al ser un tejido blando, requiere para su estudio, radiación ionizante (rayos X) de baja energía, siendo ésta, la menos penetrante de las utilizadas en las prácticas radiológicas de uso médico. Pese a lo anterior, existe exposición de los trabajadores que intervienen directamente en la práctica y también de las personas que se encuentran en el entorno de la sala, motivo por el cual este documento establece una metodología de evaluación de dichos niveles de exposición.

## **2. OBJETIVO.**

Establecer una metodología para determinar la dosis por exposición a radiaciones ionizantes de puestos de trabajo durante el uso de equipos de mamografía.

## **3. ALCANCE.**

### **3.1. ALCANCE TEÓRICO.**

El presente protocolo debe ser utilizado para determinar el nivel de exposición a radiaciones ionizantes que reciben los trabajadores que intervienen directamente en la ejecución de la práctica de mamografía.

También podría ser aplicado para la evaluación de otros puestos de trabajo que se ubican en zonas aledañas a la sala de mamografía.

### **3.2. POBLACIÓN OBJETIVO.**

Trabajadores que durante el desempeño de sus labores se exponen a radiaciones ionizantes derivadas del uso de equipos de mamografía.

### **3.3. POBLACIÓN USUARIA.**

Personas con competencias afines de instituciones públicas y privadas, de organismos administradores de la Ley N° 16.744, u otras.

#### 4. MARCO LEGAL.

- a) Ley N°16.744, de 1968, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social Seguro Social, Contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.
- b) DFL N°1, de 2005, del Ministerio de Salud, fija texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de ley N° 2.763, de 1979 y de las leyes N° 18.933 y N°18.469 y que crea el Instituto de Salud Pública de Chile.
- c) Decreto Supremo N°1.222, de 1996, del Ministerio de Salud, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile.
- d) Decreto Supremo N°133, de 1984, del Ministerio de Salud, “Reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines”.
- e) Decreto Supremo N°3, de 1985, del Ministerio de Salud, “Reglamento de Protección Radiológica de instalaciones radioactivas”.

#### 5. TERMINOLOGÍA.

Para efectos del presente documento se entenderá por:

- a) Exposición Ocupacional: Toda exposición que se da a causa o con ocasión del trabajo, excluye la exposición derivada de prácticas excluidas y de las prácticas o fuentes declaradas exentas.
- b) Mamografía Estándar: Técnica radiológica utilizada con mayor frecuencia para el estudio del tejido mamario.

#### 6. EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

##### a) Cámara de Ionización:

- Volumen mínimo de 200 cc para aquellas presurizadas o un volumen mínimo 340 cc para aquellas no presurizadas.
- Tiempos de respuesta inferiores a 5 segundos.
- Detección de fotones entre 25 keV hasta 250 keV por lo menos.
- Calibración referida a la magnitud Dosis Equivalente Ambiental, es decir, H\*(10).

**b) Simulador de Tejido Mamario:** Fantoma de acreditación de mamografía, utilizado normalmente en control de calidad por el programa de acreditación en mamografía por la ACR (American College of Radiology).

En caso de no contar con este simulador se puede construir un fantoma, utilizando para ello guantes de látex, de tamaño M o L, el cual se llena con agua, de modo que al comprimir, quede con un espesor de 4,5 cm, aproximadamente. Para mayor detalle, ver anexo A.

- c) Cinta métrica o distanciómetro.

## 7. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.

### 7.1. ASPECTOS PRELIMINARES.

- a) Disponer del plano, o en su defecto confeccionar un croquis de la sala; con sus dimensiones aproximadas y las áreas adyacentes, representando las condiciones existentes al momento de la evaluación. En éste, se deberá identificar:
  - Elementos relevantes relacionados con el o los puestos de trabajo de interés a evaluar tales como, características del mamógrafo, puesto de comando, ubicación del operador, biombo, entre otros.
  - Áreas adyacentes tales como sala de espera, baños, pasillos circundantes, entre otros.
- b) Registrar los datos de la cámara de ionización: marca, modelo, factor de calibración con el kV más bajo disponible.
- c) Consultar al operador la cantidad de mamografías realizadas semanalmente.

### 7.2. PARÁMETROS DE OPERACIÓN.

- a) Para la evaluación, el manejo del mamógrafo debe ser realizado preferentemente por el operador habitual.
- b) Colocar el equipo en la posición vertical (0°) y altura habitual.
- c) Seleccionar la opción de operación manual del equipo.
- d) Seleccionar un voltaje de 28 kV.
- e) Seleccionar el mayor valor posible dentro del rango de entre 180 – 220 mAs, para lograr un tiempo de exposición de la cámara de ionización aproximado de 2 segundos.
- f) Según el tipo de mamógrafo, seleccionar ánodo y filtro según la siguiente tabla:

Tipo	Ánodo	Filtro
Análogo y Digital Indirecto	Molibdeno	Molibdeno
Digital Directo	Wolframio (Tungsteno)	Plata

### 7.3. MEDICIONES.

- a) Ubicar el simulador en el soporte de la mama del mamógrafo. Ajustar el sistema de compresión hasta lograr los 4,5 cm de espesor.
- b) Ubicar la cámara de ionización en el puesto de trabajo a evaluar, al nivel del tórax del trabajador, en el modo tasa de dosis. Si la cámara de ionización dispone de un modo de medición en el cual registra o almacena las lecturas máximas a las que se somete el instrumento, se recomienda utilizarlo.
- c) Solicitar al operador que realice la exposición con el fin de realizar una medición con los parámetros indicados en 7.2.
- d) Bloquear la descompresión automática. Ver nota.

- d) Realizar una nueva medición con el cabezal del equipo en posición medio lateral oblicuo (MLO) en un ángulo de 45° hacia la izquierda respecto al eje vertical.
- e) Realizar otra medición con el cabezal del equipo en posición medio lateral oblicuo (MLO) en un ángulo de 45° hacia la derecha respecto al eje vertical.
- f) Registrar los datos de operación del mamógrafo: kV, mAs, ánodo y filtro.

**Nota:** El sistema de descompresión automático libera la presión sobre el simulador luego de cada exposición. Por lo tanto, considere que, si no es factible desactivar dicho sistema, deberá fijar el simulador al soporte para evitar su caída.

#### 7.4. DETERMINACIÓN DE DOSIS.

Para determinar la dosis del puesto de trabajo, el cálculo está basado en un tiempo de operación semanal.

Para cada puesto de trabajo evaluado, se debe utilizar el valor máximo obtenido de Tasa de dosis en mSv/h, según método descrito en 7.3.

El cálculo de la dosis semanal se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Dosis \left[ \frac{mSv}{semana} \right] = \frac{TDM \left[ \frac{mSv}{h} \right] \times F_c \times T \times W \left[ \frac{mAs}{semana} \right] \times \frac{1}{60} \left[ \frac{h}{min} \right]}{IM[mA]} \quad (1)$$

Donde:

**TDM:** Es la Tasa de Dosis Máxima obtenida de las distintas proyecciones, expresada en mSv/h.

**IM:** Es la corriente utilizada para la medición, expresada en mA. Este valor está entre 90 y 110 mA, el cual se obtiene al dividir el mAs utilizado en la medición por 2 segundos, que es el tiempo que se estima la duración del disparo en las condiciones establecidas en el punto 7.2.

**Factor de calibración de la cámara de ionización (Fc):** Utilizar el valor correspondiente al kV más bajo disponible en el certificado de calibración.

**Factor de ocupación (T):** Factor entre 0 y 1 que representa la estimación del tiempo de ocupación o permanencia de personas en cada punto particular, durante el período de operación del equipo o la instalación. Para efectos de este protocolo este factor corresponderá a la proporción de tiempo de permanencia del trabajador en el puesto de trabajo estudiado respecto del tiempo total utilizado en la carga de trabajo.

**Carga de trabajo semanal (W):** Es el producto del número de mamografías\* semanales por el mAs promedio utilizado. Se deberá especificar la metodología, origen y tiempo empleado para la obtención de estos valores.

\***Nota:** Cada mamografía considera, en condiciones normales, 4 exposiciones por paciente.

$$W \left[ \frac{mAs}{semana} \right] = \frac{N_M \times 4 \times It [mAs]}{60 \left[ \frac{s}{min} \right]} \times \frac{1}{[semana]} \quad (2)$$

Donde:

**N<sub>M</sub>** es el número promedio de mamografías por semana. Considerar para esta estimación los últimos 12 meses.

**It** es el mAs utilizado comúnmente en el lugar de trabajo para una mamografía estándar.

**W** es la carga de trabajo expresado en [mAs/semana].

Finalmente, estimar la dosis anual de la siguiente manera:

$$Dosis \left[ \frac{mSv}{semana} \right] = 50 \left[ \frac{semana}{año} \right] \times Dosis \left[ \frac{mSv}{semana} \right] \quad (3)$$

El cálculo se deberá realizar para cada puesto de trabajo establecido.

## 7.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

- Compare los resultados obtenidos de cada puesto de trabajo con los límites primarios de dosis para cuerpo entero, de acuerdo a la reglamentación vigente.
- Si se detectan valores que exceden los límites de dosis, se deberán entregar las recomendaciones pertinentes.

## 8. RECOMENDACIONES TÉCNICAS.

- Atendiendo al principio de optimización de la protección radiológica, considerar la posibilidad de sugerir mejoras a la instalación o a la práctica según se estime conveniente.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- IAEA, Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, ARCAL XLIX.
- IAEA, Guía Reguladora de Seguridad Radiológica para la práctica de Radiodiagnóstico Médico, ARCAL XX.
- ICRP 2007, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103.
- IAEA 1996, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series 115.



## 10. PARTICIPANTES.

Agradecemos la participación y contribución del Comité de Expertos conformado por:

- Norma Carreño; Palacios Departamento de Salud Ocupacional, Ministerio de Salud.
- Boris Torres Cofré, Representante Departamento de Salud Ocupacional, Ministerio de Salud.
- Sergio Soto, Representante Secretaría Regional Ministerial de Salud, Región Metropolitana.
- René Prado León, Representante Asociación Chilena de Seguridad.
- Marcelo Molina Ibaceta, Representante Mutual de Seguridad, Cámara Chilena de la Construcción.
- Rocío Córdova Avendaño, Instituto de Seguridad del Trabajo.
- Gabriel Zelada Silva, Físico.
- Otto Delgado Ramos, Jefe de Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.
- Alfonso Espinoza Leyton, Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.
- Cristóbal Guerrero Lara, Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.

## ANEXOS

### ANEXO A. CONSTRUCCIÓN SIMULADOR TEJIDO MAMARIO CON GANTES DE LATEX.



Llenar con agua un guante de Látex talla M o L.



Cerrar el guante con doble nudo por la parte del llenado.



Anudar los dedos del guante lo más cercano a su base retirando el agua de los dedos.

## ANEXO B.

### PROPUESTA DE TABLA PARA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

#### B.1 Datos:

Punto de Medición	Orientación 0°	Orientación derecha	Orientación izquierda	Máximo Valor de las 3 orientaciones
A	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	TDM

#### B.2 Resultados:

Punto de Medición	$TDM \left[ \frac{mSv}{h} \right]$	T	Fc	$W \left[ \frac{mAmín}{semana} \right]$	$Dosis \left[ \frac{mSv}{semana} \right]$	$Dosis \left[ \frac{mSv}{año} \right]$
A						