

CCEEM GT-8

1997-03-17

PROYECTO

# **GUIA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS DE MAMOGRAFIA**

## INDICE

Prefacio.....	3
Generalidades.....	4
Capítulo 1. PRUEBAS AL EQUIPO DE RAYOS-X.	
1.1. Inspección Física de la Instalación. ....	5
1.2. Colimación. ....	6
1.3. Evaluación del Tamaño y Resolución del Punto Focal. ....	8
1.4. Exactitud y Reproducibilidad del Potencial. ....	10
1.5. Evaluación de la Calidad del Haz (Medición del Espesor Hemireductor).....	11
1.6. Evaluación del Exposímetro Automático. ....	13
1.7. Uniformidad en la Velocidad de las Pantallas. ....	15
1.8. Medición de la Exposición de Entrada y Cálculo de la Dosis Glandular Promedio.....	17
1.9. Evaluación de la Calidad de la Imagen. ....	20
1.10. Evaluación de Artefactos.....	21
 BIBLIOGRAFÍA.....	 24
Anexol. Formularios de recogida de datos.....	25

## **Prefacio**

La Guía Técnica que se presenta es el producto de la labor del Grupo de Trabajo del MINSAP sobre Control de Calidad en Mamografía, integrado por especialistas del Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM) y del Instituto de Medicina del Trabajo (IMT), el cual está trabajando en incorporar, desarrollar e implementar, en nuestro Sistema Nacional de Salud los procedimientos, programas de pruebas y protocolos para el control de la calidad en radiodiagnóstico médico.

Participaron en su elaboración:

**Ing.Miguel Mesa Hernández (CCEEM)**

**Lic.David G. Sáez (IMT),**

**Lic.Marisela Borroto Valdés(CCEEM),**

El propósito de éste documento es ofrecer una guía práctica para el control de calidad de equipos de mamografía. Las pruebas y procedimientos que se describen han sido la base para los estudios de control de calidad que bajo la dirección y coordinación del CCEEM se han estado ejecutando en equipos de mamografía instalados en el sistema nacional de salud.

Agradecemos la colaboración de la Oficina Panamericana de la Salud y en especial a la **Dra. Cari Borrás**, que han facilitado gran parte de la literatura utilizada en la elaboración de este documento, así como la ejecución de talleres en esta temática.

**Objetivo:**

Ofrecer una guía práctica de procedimientos técnicos para la realización del control de calidad en equipos de mamografía.

**Alcance:**

Esta guía es aplicable a los equipos de mamografía. Se describen un número de procedimientos que requieren de la instrumentación señalada, algunos de los cuales pueden ser implementados en los propios servicios de radiodiagnóstico del país dada la poca complejidad de los mismos y otros que requieren de equipos específicos y que pueden ser realizados por grupos especializados externos a estas unidades.

La guía no constituye un documento de carácter obligatorio, no obstante, los parámetros evaluados según las pruebas en ella descritas y sus tolerancias constituirán la base de las regulaciones que establecerá el CCEEM acerca de estos equipos.

**Generalidades**

El éxito de los estudios mamográficos depende de la obtención de imágenes de alta calidad combinado con una tasa de dosis baja al paciente. Para garantizar este objetivo se hace necesario el establecimiento de programas de garantía de calidad sobre todos los aspectos que involucran estos servicios.

La presente guía brinda un número de procedimientos de control de calidad dirigidos al equipo de rayos x, los cuales deben ser realizados al menos con una frecuencia anual o cuando se produzca algún tipo de mantenimiento al equipo de rayos x.

## Capítulo 1. PRUEBAS AL EQUIPO DE RAYOS-X

### 1.1. Inspección Física de la Instalación.

#### **Objetivo:**

Comprobar físicamente que todos los sistemas, accesorios y componentes del equipo se encuentran en buen estado. Comprobar que todos los movimientos mecánicos y frenos del equipo y de sus dispositivos se encuentran funcionando correctamente, así como que los indicadores de mando del equipo operan adecuadamente.

#### **Frecuencia:**

Diaria, antes del comienzo del trabajo.

#### **Procedimiento:**

- 1) Familiarizarse con el equipo radiológico sometido a prueba, sus controles y mandos. Realice la inspección visual de la instalación, examinando exteriormente el estado de todos los accesorios del equipo (receptor de imagen, soporte del tubo de rayos X, consola del generador, etc.)
- 2) Verifique la estabilidad del equipo en posición libre e inmóvil, la indicación externa de la localización del punto focal, el correcto funcionamiento mecánico del sistema de colimadores, la comprobación de los movimientos y frenos del soporte del tubo de rayos X, y el receptor de imagen.
- 3) Compruebe los indicadores en el panel del generador como son: el funcionamiento del indicador de exposición, de selección del tamaño del punto focal y de los parámetros electrotécnicos (potencial, corriente o combinación corriente-tiempo y tiempo de exposición).
- 4) Compruebe el funcionamiento del bloqueo a sobrecarga del equipo según las indicaciones del fabricante.
- 5) Comprobar que la escala (analógica o digital) del compresor de la mama tenga una exactitud de  $\pm 0.5$  cm bajo condiciones de compresión moderada (15 a 20 lb) y reproducible 2mm entre 1 y 8 cm.
- 6) Verificar que durante condiciones de operación normal los pacientes y operadores no estén expuestos a riesgos incluyendo los eléctricos.

#### **Interpretación y acciones:**

Cualquier anomalía que se detecte debe ser informada y solucionada antes de comenzar el trabajo. En caso de que no pueda ser corregida, solicitar los servicios técnicos de electromedicina.

#### **Criterio de calidad:**

Que todos los movimientos y frenos del equipo funcionen correctamente, así como los controles e indicadores del panel de mando del equipo.

## 1.2. Colimación.

### **Objetivo:**

Evaluar la coincidencia entre los campos de radiación y el lumínico.

### **Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al sistema de colimación del equipo de rayos x.

### **Equipos y accesorios:**

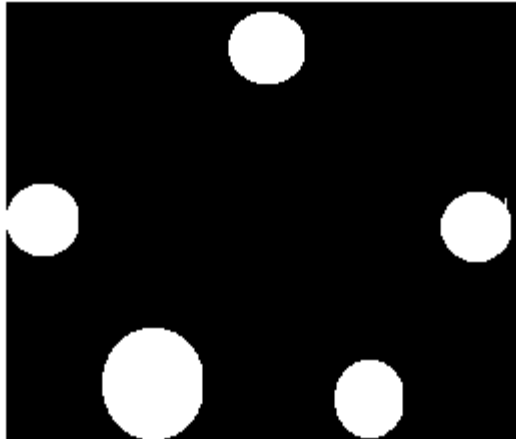
- cinco monedas, cuatro de un mismo tamaño (ejem. de 5 Cent') y otra de mayor tamaño (ejem. 20 Centj).
- dos chasis cargados.
- una lámina de una pulgada de espesor de acrílico o de tejido equivalente BR-12.

### **Procedimiento:**

- 1) Coloque uno de los chasis en el receptor de imagen.
- 2) Cargue el segundo chasis de la siguiente manera:  
Para un chasis que posea una sola pantalla intensificadora, colocar la película de tal forma que la cara de la emulsión no coincida con la pantalla intensificadora.
- 3) Coloque el segundo chasis sobre el tope del receptor de imagen, de tal forma que la parte posterior del mismo coincida con el haz de radiación, además de, desbordar los ejes del receptor de imagen aproximadamente 1 cm ( Este es colocado con su parte trasera en dirección al haz de radiación con el objetivo de atenuar el haz de rayos x).
- 4) Quite el dispositivo de compresión de la mama (Este debe ser eliminado antes de colocar las monedas, para asegurar una buena demarcación de los ejes del campo lumínico).
- 5) Encienda las luces de colimación y coloque las cuatro monedas dentro del campo luminico, de tal forma, que los ejes exteriores de las mismas coincidan con los ejes del campo lumínico. La moneda que se coloque sobre el eje de la pared torácica debe ser desplazada hacia la derecha aproximadamente dos pulgadas del centro del receptor de imagen, para evitar que esta bloquee el panel de detectores fotosensibles.
- 6) Coloque el dispositivo de compresión y posicione este aproximadamente 6 cm por encima del tope del receptor de imagen. Coloque una lámina de acrílico o material equivalente BR-12 sobre el tope del dispositivo de compresión, de tal forma, que toda la radiación que llega al chasis sea atenuada.
- 7) Coloque la mayor moneda en el superficie inferior del dispositivo de compresión, tangente al eje de la pared torácica y desplazada hacia la izquierda 2 pul. del centro del receptor de imagen.
- 8) Efectúe una exposición usando el control de exposición automática.
- 9) Repita los pasos del 1 al 8 para todos las colimaciones disponibles.

**Interpretación y acciones:**

Utilizando la película expuesta en el tope del receptor de imagen mida la desviación entre el campo de rayos x y los ejes exteriores de las cuatro monedas (ver figura 1).



**Figura 1.** Muestra de una película expuesta sobre el tope del receptor de imagen la zona oscura representa el campo de radiación mientras que los bordes exteriores de las cuatro monedas pequeñas representa los ejes del campo lumínico.

Recoger las desviaciones entre los ejes derecho, izquierdo, a nivel de la pared torácica y posterior. Mida la desviación del compresor de la mama, para ello se mide la desviación entre el eje exterior de la moneda colocada en este y el campo de radiación

Se evaluará que la suma de las desviaciones entre los ejes izquierdo y derecho, y a nivel de la pared torácica y posterior no excedan los niveles de tolerancia.

**Criterios de Calidad:**

La suma de las desviaciones entre el eje derecho y el izquierdo o la suma de las desviaciones entre el eje posterior y el de la pared torácica no deben exceder de 2% de DFS (Distancia Foco-Película).

La desviación entre el eje del dispositivo de compresión que coincide con la pared torácica y el campo de radiación no debe exceder de 1% de la DFS.

### 1.3. Evaluación del Tamaño y Resolución del Punto Focal.

#### **Objetivo:**

Evaluar las dimensiones del punto focal y determinar si este cumple las exigencias del fabricante. El punto focal puede así mismo ser evaluado, determinando el límite de resolución mediante patrones de resolución de alto contraste.

#### **Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al sistema de colimación del equipo de rayos x.

#### **Equipamiento Requerido:**

- patrón de estrella (de 0.5°).
- patrones de resolución de alto contraste hasta 16pl/mm o preferiblemente 20pl/mm.
- chasis cargado
- marcadores para señalar la dirección del ánodo catodo
- cinta métrica.
- lupa
- cinta adhesiva

#### **A.Medición con el patrón de estrella.**

##### **Procedimiento:**

- 1) Elimine el dispositivo de compresión de la mama.
- 2) Coloque el stand que soporta el patrón de estrella sobre el receptor de imagen de tal forma que se obtenga una adecuada magnificación, en caso de que no se posea un stand adecuado se fijará la estrella con cinta adhesiva a la salida del colimador. Se debe asegurar que el haz de rayos x sea perpendicular al patrón y que pase por su centro.
- 3) Coloque sobre el receptor de imagen un chasis cargado de tal forma que el centro del haz de radiación incida sobre el centro de la película.
- 4) Seleccione un foco y un potencial de uso clínico (26 a 30 kVp), y el mayor mA disponible para el tamaño del foco seleccionado, recoger los datos sobre el formulario.
- 5) Seleccione un tiempo de exposición que garantice obtener una densidad óptica sobre la película entre 0.80 y 1.20.
- 6) Mida la distancia del punto focal a la superficie del patrón de estrella.
- 7) Procese la película.
- 8) Los pasos del 2 al 7 deberán ser repetidos si se requiere evaluar otros tamaños de punto focal.

### Interpretación y acciones:

- 1) Determine el factor de magnificación:

El factor de magnificación se puede determinar por la siguiente expresión:

$$m = d_{fp} / d_{fe}$$

donde:

$d_{fp}$ : distancia del punto focal a la superficie de la película.

$d_{fe}$ : distancia del punto focal a la superficie del patrón de estrella.

- 2) En la dirección paralela al ánodo-cátodo medir la distancia entre el punto donde los sectores desaparecen al centro de la estrella ( $d_{bp}$ ).

- 3) Calcule el tamaño del punto focal en la dirección perpendicular al eje del ánodo-cátodo:

$$f_{perp} = \pi \theta / 180^0 (m-1) \cdot d_{bp}$$

donde:

$\theta$ : son los grados de la estrella

- 4) En la dirección perpendicular al ánodo-cátodo mida la distancia entre el punto donde desaparecen los sectores al centro de la estrella ( $d_{bper}$ ).

- 5) Calcule el tamaño del punto focal en la dirección paralela al eje del ánodo-cátodo:

$$f_p = \pi \theta / 180^0 \cdot (m-1) \cdot d_{bper}$$

### Criterio de calidad:

El tamaño del foco calculado en ambas direcciones (paralelo al eje del ánodo-cátodo o el perpendicular al ánodo-cátodo) no debe exceder  $2f_n$ . En caso contrario una medición más precisa será necesaria realizar usando una cámara de ranura.

B. Medición del límite resolución con los patrones de alta resolución.

### Procedimiento:

- 1) Coloque el patrón de resolución a 4.5 cm sobre el receptor de imagen, preferiblemente sobre un material homogéneo de tejido equivalente a una distancia de 1 cm del eje de la pared torácica, centrado lateralmente. Las barras del patrón deben permanecer paralelas al ánodo cátodo para la primera imagen. Es importante que el patrón sea posicionado de una manera reproducible.
- 2) Coloque en el receptor de imagen un chasis cargado con una película radiográfica.

- 3) Si es necesario, coloque un material adicional atenuante (ejemplo 1 a mm de Al) a la salida del colimador para evitar tiempos de exposición cortos que traen consigo la presencia de un mayor número de artefactos en las imágenes radiográficas.
- 4) Seleccione un potencial, mA, y tamaño de punto focal usado clínicamente para obtener una imagen radiográfica de una mama promedio, y un tiempo de exposición que garantice una densidad óptica sobre la placa radiográfica de 1.2 a 1.6. Esto puede ser hecho tanto en el modo manual como en el modo automático.
- 5) Exponga y procese la película.
- 6) Repetir el paso 5 con el patrón de barra orientado perpendicular al eje ánodo-cátodo.
- 7) Repetir los pasos del 1 al 6 para varios tamaños de foco.

### **Interpretación y acciones:**

Bajo condiciones de iluminación adecuadas, lea la imagen de los patrones de alta resolución con una lupa que garantice una magnificación de 10-30 unidades.

### **Criterio de calidad:**

Deben ser observados al menos 13pl/mm para el patrón colocado paralelo al ánodo-cátodo, y 11 pl/mm para aquel colocado perpendicular ánodo-cátodo.

Si estos criterios no son cumplidos elimine el dispositivo de compresión de la mama y la rejilla antidifusora y repita el experimento, si aun se mantienen las anteriores condiciones se hará necesario realizar una medición mas exacta o detallada usando una cámara de ranura.

### **1.4. Exactitud y Reproducibilidad del Potencial.**

#### **Objetivo:**

Evaluar la exactitud y reproducibilidad del kVp.

#### **Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

#### **Equipamiento Requerido:**

- kilovoltímetro con una exactitud de  $\pm 1.5$  kVp y una precisión de 0.5 kVp.

#### **Procedimiento:**

- 1) En modo manual, seleccione el kVp usado clínicamente y recoger este valor sobre el formulario de datos. La línea de voltaje debería estar chequeada y ajustada de tal forma que este dentro de la tolerancia permitida, además se debe recoger el valor del tamaño del punto focal, tiempo de exposición, y mA o mAs seleccionados.
- 2) Coloque el kilovoltímetro sobre el receptor de imagen siguiendo las especificaciones del fabricante.

3) Realice 4 exposiciones con los mismos parámetros y recoja los resultados en el formulario.

4) Repetir el procedimiento para otros kVp usados clínicamente.

**Nota:** Si la exactitud o reproducibilidad de las mediciones es cuestionable realice 6 mediciones adicionales y realice los cálculos teniendo en cuenta las 10 mediciones.

### **Interpretación y acciones:**

Para determinar la exactitud del potencial, promedie los 4 valores medidos para cada kVp seleccionado y compare el valor medio con el valor nominal.

$$\text{Exactitud} = kVp_m - kVp_n$$

donde:

$kVp_m$ : kVp medio

$kVp_n$ : kVp nominal

Para determinar la reproducibilidad del kVp se calcula el coeficiente de variación:

$$C_v = S_d / kVp_m$$

donde:

$S_d$ : Desviación estándar.

$kVp_m$ : kVp medio para un kVp nominal.

### **Criterio de calidad:**

La diferencia entre el  $kVp_n$  y el  $kVp_m$  debe ser menor que el 5% del valor nominal.

El coeficiente de variación debe ser menor de 0.02.

## **1.5. Evaluación de la Calidad del Haz (Medición del Espesor Hemirreductor).**

### **Objetivo:**

Evaluar la calidad del haz de radiación mediante la determinación del espesor hemirreductor (HVL).

### **Frecuencia:**

- Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

### **Equipamiento Requerido:**

- electrómetro y cámara de ionización calibrados para el rango energético del haz de rayos x usados en mamografía (el factor de calibración debe permanecer constante  $\pm 1\%$  sobre un rango de 0.2 a 0.5 mm Al).

- 5 láminas de Al de alta pureza (99.9% de Al) de 0.1 mm o Al del tipo 1100 (99% Al). Estas deben ser lo suficientemente largas y anchas como para cubrir la cámara de ionización.

Nota : El uso de laminas de Al del tipo 1100 puede traer consigo valores de HVL 7.5% menores de aquellos obtenidos con el uso de láminas de alta pureza.

### **Procedimiento:**

- 1) Si se cuenta con un dispositivo porta filtros o un stand, coloque estas lo mas cerca posible de la salida del colimador, en caso contrario las láminas de Al podrán fijarse a la salida del colimador mediante una cinta adhesiva o sobre el dispositivo de compresión de la mama teniendo en cuenta que este lo más cerca posible del tubo de rayos x.
- 2) Coloque la cámara de ionización aproximadamente 5 cm sobre la superficie del receptor de imagen y a una profundidad de 4 cm del eje coincidente con la pared torácica. La cámara de ionización debe estar sumergida por completo dentro del campo de radiación.
- 3) Seleccione el potencial kVp al cual el sistema es usado clínicamente y recoja este valor en el formulario.
- 4) En modo manual seleccione un tiempo suficientemente largo que permita realizar una exposición de aproximadamente 500 mR, posteriormente recoja los valores de mA y tiempo o mAs.
- 5) Use un diafragma para colimar el haz de rayos x de tal forma que la cámara de ionización esté lo menos expuesta a la radiación dispersa.
- 6) Haga una exposición sin espesor de Al. Se debe estar seguro que la cámara de ionización este completamente expuesta.
- 7) Adicione 0.2 mm de Al. Use el señalizador lumínico para verificar que el campo de rayos x esta completamente bloqueado por las láminas de Al. Haga una exposición y recoja la lectura sobre el formulario de datos.
- 8) Repita el paso 7 adicionando laminas de 0.1 mm de Al, hasta que la lectura que se obtenga sea menor que la mitad de la lectura original (aquella que se realizo sin espesor de Al).
- 9) Elimine los espesores de Al y realice una exposición final. Si el resultado de la misma difiere en más de 2% de la exposición que se obtiene en el paso 6, repita la secuencia de medición.
- 10) Repetir los pasos 4-9 para otros kVp usados clínicamente, comenzando de un valor bajo hasta los mayores.

### **Interpretación y acciones:**

El HVL se puede calcular por interpolación logarítmica. Para ello use la siguiente expresión:

$$HVL = t_b \cdot \ln[2E_a/E_0] - t_a \cdot \ln[2E_b/E_0] / \ln[E_a/E_b]$$

donde:

HVL: Espesor hemirreductor en mm Al.

$E_0$ : es el promedio de la exposición medida sin filtro, R.

$t_a$  y  $t_b$ : son los espesores de Al correspondientes a las exposiciones  $E_a$  y  $E_b$  entre las cuales se encuentra el espesor hemirreductor (valor de espesor para el cual se obtiene una reducción de  $E_0$  a la mitad ( $E_0/2$ )).

### **Criterios de Calidad:**

A un potencial determinado (por debajo de 50 kVp) el HVL medido con el dispositivo de compresión colocado debe ser:

$$\text{HVL} \geq \text{kVp}/100 + 0.03$$

Por ejemplo para un potencial seleccionado de 28 kVp el HVL puede ser igual o mayor que 0.31 mm de Al.

Si realiza las mediciones sin el dispositivo de compresión el HVL debe ser:

$$\text{HVL} \geq \text{kVp}/100$$

Por ejemplo para 28 kVp el HVL debe ser igual o mayor que 0.28 mm Al. Si el HVL esta por debajo de estos limites debe localizarse un personal competente para chequear la filtración.

Si el HVL es excesivo se va a ver afectado el contraste radiográfico. Para unidades que usan combinaciones filtro blanco de Mo/Mo, Mo/Rh, o Rh/Rh es recomendable que el HVL sea:

$$\text{HVL} < \text{kVp}/100 + C$$

Donde:  $C=0.02$  mm Al para Mo/Mo,  $C=0.19$  mm Al para Mo/Rh y  $C=0.22$  mm para combinaciones de Rh/Rh (esta restricción es valida para filtros de Mo de espesores de  $30\mu\text{m}$  o menor y para filtros de Rh de espesor de  $25\mu\text{m}$  o menor).

Por ejemplo para una combinación de Mo/Mo el HVL tiene que ser menor que 0.39 a un potencial de 28 kVp. Un excesivo HVL viola las normas establecidas por lo que la unidad debe ser chequeada por un personal que asegure que el tubo de rayos x tenga una apropiada ventana (Berilio) y el espejo del haz lumínico y la filtración estén correctamente instalados.

### **1.6. Evaluación del Exposímetro Automático (EA).**

#### **Objetivo:**

El EA debe ser capaz de mantener una densidad óptica constante sobre una variedad de técnicas y pacientes tipos.

Esta prueba se diseña para asegurar la capacidad del sistema mamográfico de cumplir lo anterior, además de determinar el rango de condiciones sobre los cuales no funciona adecuadamente.

**Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

**Equipamiento requerido:**

- Maniquí de acrílico o material equivalente (BR 12) consistente al menos de tres laminas de espesor variable y que permitan simular espesores de 2, 4, y 6 cm.
- Chasis cargado con película mamográfica.
- Identificadores de imagen.
- Densitómetro.

**Procedimiento:**

- 1) Seleccione el modo automático. En el control de densidades seleccione la posición normal. Para sistemas equipados con múltiples posiciones del sensor de EA, seleccione la posición usada con más frecuencia.
- 2) Coloque la rejilla antidifusora.
- 3) Seleccione el menor potencial usado clínicamente, el foco y mA usado para esta técnica. Recoja los datos sobre el formulario.
- 4) Seleccione un chasis y caja de placas de las que se usan normalmente y recoja el número de serie del chasis en el formulario de datos.
- 5) Coloque el chasis cargado en el receptor de imagen y sobre la superficie de este, en el cuadrante derecho superior, un identificador de plomo u otro material para tener una identificación de cada imagen que se obtenga.
- 6) Coloque un maniquí de 4 cm de espesor en la misma posición que ocupa la mama de la paciente. Accione el dispositivo de compresión. Se debe estar seguro que el maniquí cubra completamente la zona activa de los sensores del EA.
- 7) Realice una exposición y recoja el valor del mAs (si el equipo lo brinda) o mA y tiempo en el formulario de datos.
- 8) Procese la película.
- 9) Repetir los pasos del 5 al 8 para un rango de potenciales usados clínicamente.
- 10) Repetir los pasos del 5 al 9 usando espesores de maniquí variables de 2, 4 y 6 cm y el potencial usado para estos espesores de mama.
- 11) Repetir los pasos del 5 al 8 usando un maniquí de 4 cm de espesor y el potencial usado para este espesor de mama para varios modos de imagen (ej. Con rejilla, receptor de imagen pequeño y rejilla, receptor de imagen grande con rejilla, usando magnificación sin rejilla y con foco fino).

12) Repetir los pasos 5 hasta el 9 para el modo automático si el equipo brinda la posibilidad (modo automático es aquel que da al equipo la posibilidad de elección del potencial y la combinación blanco filtro).

Variar los espesores del maniquí de 2 a 6 cm.

14) Una vez procesadas las películas medir las densidades ópticas en centro de la imagen del maniquí, y recoja estos valores sobre el formulario de datos.

#### Evaluación del control de densidades

1) Seguir los pasos del 1 al 9 pero seleccione el potencial que se usa con más frecuencia.

2) Respeta los pasos del 5 al 8 para las diversas posiciones del control de densidades.

3) Mida la densidad en el centro de la imagen obtenida del maniquí y recoja estos datos en el formulario de datos.

4) Usando los datos recogidos de densidad ópticas y mAs calcular los mAs relativos y las densidades ópticas relativas.

#### Interpretación y acciones:

A un potencial dado el mAs debe incrementarse al aumentar el espesor del maniquí, para un espesor fijo de maniquí el mAs debe decrecer cuando se incrementa el potencial. La densidad óptica debe permanecer constante dentro de un rango de  $\pm 0.15$  cuando el espesor de maniquí y potencial son variados aunque es común que variaciones de  $\pm 0.30$  y mayores se observen en equipos envejecidos.

Se considera que un sistema de exposición automática esta funcionando adecuadamente cuando es capaz de mantener una densidad óptica que fluctúe en  $\pm 0.3$  de la media para la diferentes condiciones en que fue realizada la prueba (kVp, espesores de maniquí (2 a 6 cm), modos de imagen y modo automático si es disponible). Si los criterios anteriores no son cumplidos se debe contactar con un personal especializado. Es importante resaltar que en ausencia de circuitos de compensación la capacidad de compensación pudiera no ser asegurada al menos que el operador del equipo realice determinados ajustes al selector de densidades del sistema. Si la densidad óptica no puede ser mantenida dentro  $\pm 0.3$  de la media una carta técnica debe ser confeccionada que alterne valores de kVp y densidad en función de espesores de mama.

#### Criterios de calidad:

La densidad Densidad óptica sobre todo el sistema debe fluctuar  $\pm 0.3$  de la media.

#### 1.7. Uniformidad en la Velocidad de las Pantallas.

##### Objetivo:

Evaluar la uniformidad de la velocidad radiográfica en las pantallas intensificadoras usadas en la unidad.

**Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

**Equipamiento requerido**

- Chasis de los usados en la unidad de mamografía.
- Caja de película.
- Maniquí de tejido equivalente BR-12 de 4 cm de espesor.
- Densitómetro.

**Procedimiento:**

- 1) Identifique los chasis con algún tipo de código o nomenclatura para una futura referencia y control.
- 2) Seleccione uno de los chasis usados normalmente durante el trabajo diario en la instalación y recoja en el formulario la numeración asignada al chasis así como el número de la emulsión de la película.
- 3) Seleccione el potencial y modo de imagen más comunes usados para los exámenes clínicos (ej. contacto, con rejilla), use el exposímetro automático.
- 4) Coloque el maniquí sobre el receptor de imagen en la misma posición que ocupa la mama y ajuste el dispositivo de compresión al tamaño del maniquí.
- 5) Seleccione un valor en el control de densidades o mAs, si esta trabajando en modo manual, que permita obtener una densidad óptica mayor que 1.20 en el centro del maniquí, recoja los datos en el formulario.
- 6) Cargue el resto de los chasis a evaluar con películas de la misma caja usadas en el paso 2.
- 7) Exponga cada chasis manteniendo las mismas condiciones seleccionadas el paso 5. Es útil colocar identificadores de imagen pero se debe tener cuidado de no colocarlos en la vecindad de los detectores del exposímetro automático. Recoja los valores de mAs para cada exposición en el formulario de datos. Es importante asegurarse que la posición del maniquí permanece constante durante todo la prueba.
- 8) Después que la mitad de los chasis han sido expuestos cargue el chasis de control expónganlo y procese la película, este procedimiento debe ser repetido al finalizar con todos los chasis de tal forma que vamos a obtener tres películas del chasis de control.
- 9) Procese las películas radiográficas.
- 10) Mida la densidad óptica en el centro de la imagen radiográfica obtenida del maniquí y recoja estos datos sobre el formulario de datos.

### **Interpretación y acciones:**

Usando las densidades ópticas de las tres películas resultantes del chasis patrón calcule la desviación estándar, si esta excede 0.05 se concluye que el equipo no es reproducible o existen problemas con el proceso de revelado, por lo que la prueba no se puede realizar bajo estas condiciones. alguna acción correctiva debe ser ejecutada para corregir estos problemas y realizar misma. Si la desviación estándar no excede 0.05 entonces determine el valor de densidad óptica máxima y mínima de todas las películas evaluadas la diferencia entre estas no debe exceder 0.3. Determinadas acciones correctivas serán necesarias realizar para aquellas combinaciones chasis-pantallas que no cumplan las condiciones anteriores.

Cualquier combinación de chasis-pantalla que no cumpla los anteriores criterios debe ser chequeado para tratar de identificar la causa del problema. También si pantallas de igual velocidad son usadas con chasis de diferentes fabricantes es posible encontrar variaciones en la atenuación de los chasis lo que traería como consecuencia variaciones significativas en las densidades de las películas. Si no es posible identificar las causas de los problemas es preferible reemplazar la combinación chasis-pantalla que no cumpla con el criterio de calidad.

### **Criterio de calidad:**

La diferencia entre la densidad máxima y la mínima no debe exceder de 0.3

#### **1.8. Medición de la Exposición de Entrada y Cálculo de la Dosis Glandular Promedio.**

### **Objetivo:**

Medir la exposición de entrada para una mama promedio (equivalente a 4.2 cm de espesor y 50% de tejido glandular, 50% de tejido adiposo) y calcular la dosis glandular promedio.

### **Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

### **Equipamiento requerido:**

- cámara de ionización y electrómetro calibrado a energías usadas en mamografía (el factor de calibración debe permanecer constante 1% dentro de un rango de HVL de 0.2 a 0.5 mmAl)
- maniquí de tejido equivalente que simula a una mama comprimida de 4.2 cm de espesor y una composición de 50% de tejido glandular y 50% de tejido adiposo.
- chasis con películas de las usadas en los estudios de mamografía (las películas no deben estar procesadas o reveladas).

### **Procedimiento:**

- 1) Prepare el sistema para trabajar en el modo de imagen (contacto, con rejilla) y con el tamaño del receptor de imagen mas comúnmente usada para tomar imágenes clínicas.
- 2) Para sistemas que permitan ajustar la distancia fuente receptor de imagen ajuste la misma a aquella mas comúnmente usada y recoja estos datos en el formulario.
- 3) Coloque un chasis cargado en el receptor de imagen.

- 4) Seleccione en el control de densidades el valor más comúnmente usado en régimen automático para una mama promedio de 4.2 cm de espesor. Coloque el maniquí sobre el receptor de imagen en la misma posición que debiera ocupar la mama. Para sistemas que poseen múltiples posiciones de los sensores del exposímetro automático, posicionar el sensor por debajo del centro del maniquí. Se debe asegurar que el maniquí este colocado de tal forma que este cubra completamente el área activa de los sensores del exposímetro automático.
- 5) Coloque la cámara de ionización a un lado del maniquí y a una profundidad de 4 cm del eje de la pared torácica con el centro de la cámara al nivel de la superficie del maniquí. Debemos asegurarnos que la zona activa de la cámara está completamente expuesta y que no este superpuesta sobre ningún sensor de exposímetro automático.
- 6) Asegúrese que las condiciones de medición se mantienen durante el tiempo en que transcurre la prueba.
- 7) Posicione el dispositivo de compresión en contacto con el maniquí y la cámara.
- 8) Seleccione el potencial al cual el equipo es normalmente usado y recoja este en el formulario.
- 9) Realice una exposición y recoja la medición y el mAs en el formulario.
- 10) Repetir el paso 9 hasta realizar un total de 4 exposiciones (no hay necesidad de cambiar el chasis o película entre exposiciones).
- 11) Repita los anteriores procedimientos para otras combinaciones de blanco-filtros y potencial (asegurarse que el HVL ha sido medido para estos casos).
- 12) Repetir los procedimientos para otros espesores de maniquí y combinaciones de filtro-blanco y control de densidades.

### **Interpretación y acciones:**

Calcule el promedio y desviación estándar para la exposición y el mAs y determine sus coeficientes de variación.

Usando el valor promedio de la exposición calcule la dosis glandular promedio de la siguiente manera:

1. Si es necesario, corrija las lecturas de la exposición con los apropiados factores de corrección energéticos de la cámara.
2. Determine que tipo de blanco fue usado para utilizar la tabla apropiada de los factores de conversión de dosis glandular promedio.
3. En función del HVL y potencial, seleccione el factor de conversión de dosis y multiplíquelo por el valor promedio de la exposición. Este producto representa la dosis media recibida por el tejido glandular a una energía específica, composición de la mama, y espesor, y es aproximadamente la dosis actual al paciente.

$$D_{mg} = E_m \cdot D_g$$

donde:

$D_{mg}$ : Dosis glandular promedio, mGy.

$E_m$ : Exposición media R.

$D_g$ : Dosis glandular (ver tabla1)

**Nota:** Los factores de conversión de dosis cambian sustancialmente para otros espesores de mama, por esta razón los factores que muestran las tablas sólo son aplicables a una mama comprimida de 4.2 cm de espesor. Los factores de conversión para otros espesores de mama los podemos encontrar en la literatura.

### Criterios de calidad:

El coeficiente de variación tanto para la exposición y el mAs no debe mayor de 0.05, si se obtienen valores superiores la unidad debe ser chequeada por un personal competente.

La dosis glandular promedio para una mama comprimida de 4.2 cm de espesor no debe ser mayor de 3 mGy (0.3rads), se recomienda que la dosis glandular debe ser menor que 1 mGy para estudios donde no se haga uso de la rejilla.

**Tabla 1.** Dosis glandular (mrad) para una exposición de entrada de 1 Ry para una mama promedio de 4.2 cm de espesor con 50% de tejido glandular y 50% de tejido adiposo.

HVL	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	W/AI
.23	116											
.24	121	124										
.25	126	129	131									
.26	130	133	135	138								
.27	135	138	140	142	143							
.28	140	142	144	146	147	149						
.29	144	146	148	150	151	153	154					
.30	149	151	153	155	156	157	158	159				170
.31	154	156	157	159	160	161	162	163	164			175
.32	158	160	162	163	164	166	167	168	168	170	171	180
.33	163	165	166	168	169	170	171	173	173	174	175	185
.34	168	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	190
.35		174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	194
.36			179	181	182	183	184	185	185	186	187	199
.37				185	186	187	188	189	190	191	191	204
.38					190	191	192	193	194	195	195	208
.39						196	197	198	198	199	200	213
.40							201	202	203	204	204	217
.41								206	207	208	208	221
.42									211	212	212	225
.43										215	216	230
.44											220	234
.45												238

## 1.9. Evaluación de la Calidad de la Imagen.

### **Objetivo:**

Evaluar la calidad de la imagen radiográfica y detectar posibles cambios en la calidad de las imágenes.

### **Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

### **Equipamiento requerido:**

- maniquí de tejido equivalente (aproximadamente de 4.2cm de espesor y 50% de tejido glandular y 50% de tejido adiposo) en cuyo interior se simulan diversas patologías.
- disco de acrílico de 4 mm de espesor y 1 cm de diámetro
- chasis y películas usadas en mamografía.
- lentes de aumento.
- densitómetro.
- patrones de imagen dada por el fabricante del maniquí.

### **Procedimiento:**

1)Cargue el chasis con una película.

2)Coloque el chasis en el receptor de imagen.

3)Coloque el maniquí de tal forma que queden alineadas los ejes de la pared torácica del maniquí y la del receptor de imagen.

4)Coloque el dispositivo de compresión de tal forma que este se ajuste al maniquí. No se debe presionar le maniquí excesivamente pues se puede dañar el dispositivo de compresión.

5.

a. Para unidades que usan exposímetro automático verifique que el detector esta localizado bajo el centro del maniquí.

b. Para unidades que trabajen en modo manual seleccionar el tiempo de exposición apropiado y mA o mAs para el espesor de maniquí seleccionado.

6) Seleccionar el potencial y densidad usados clínicamente para un espesor de mama correspondiente con el espesor del maniquí.

7)Realice una exposición y recoja todos los datos sobre el formulario.

8)Procese la película.

9)Mida la densidad óptica de la película en el centro del maniquí.

10)Mida la densidad óptica de la película en centro del disco si esta presente y fuera del disco a su derecha o a su izquierda,

11) Determine el número de objetos de cada tipo que son visibles en la radiografía.

a. Si es usado un maniquí que no es el de acreditación la imagen será evaluada siguiendo los criterios recomendados por el fabricante del maniquí.

b. En caso que este usando un maniquí de acreditación use los siguientes criterios:

i. A cada fibrilo se le asignará un valor de 1 si es visible en toda su extensión y su orientación y localización son correctas. Se le asignara 0.5 si solo es posible apreciar la mitad de su longitud pero su orientación y localización son las correctas.

ii. Debe asignarle un valor de 1 a cada grupo de microcalcificaciones si al menos se pueden apreciar 4 microcalcificaciones pertenecientes a un mismo grupo, se le asignará un valor 0.5 si se aprecian 2 o 3 microcalcificaciones de un mismo grupo.

iii. Se le asignara un valor de 1 a las masas que se aprecien nítidamente y estén correctamente localizadas, asignarle 0.5 a aquellas que estén correctamente localizadas pero no son completamente visibles.

### **Criterios de calidad:**

Se seguirán los criterios de calidad recomendados por el fabricante del maniquí.

La densidad en el centro de la imagen de maniquí debería ser mayor que 1.2, mientras que la diferencia de densidad debería ser aproximadamente  $0.40 \pm 0.05$  para un disco de 4 mm de espesor, y la película expuesta a 28 kVp. Algunos discos tienen espesores diferentes de 4mm por esta razón la diferencia de densidad pudiera diferir de 0.4.

### **1.10. Evaluación de Artefactos.**

#### **Objetivo:**

Determinar el grado y fuente de los artefactos que se visualizan en las imágenes mamográficas o aquellas obtenidas de maniquíes.

#### **Frecuencia:**

Anual, o cuando se produzca alguna reparación o mantenimiento al equipo de rayos x.

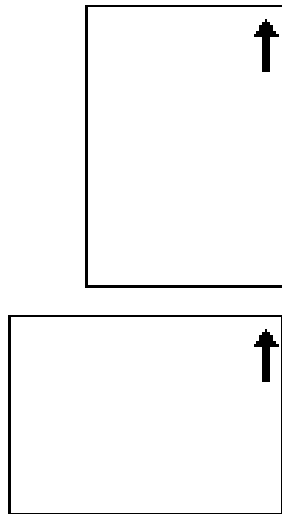
#### **Equipamiento requerido:**

- lámina de acrílico de espesor de 1 pulg. o material equivalente BR-12 que cubre por entero el chasis.
- chasis cargado.
- densitómetro.

#### **Procedimiento:**

1) Escoja el menor potencial usado clínicamente. Use el modo de exposición automático si este es normalmente usado, ajuste el control de densidades de tal forma que se obtenga una densidad óptica sobre la placa mayor que 1,2. Use la rejilla antidifusora si esta es normalmente usada. Recoger todos los datos sobre el formulario de datos.

- 2) Coloque sobre la superficie del receptor de imagen una lámina de acrílico o material equivalente BR12 que cubra toda la superficie de este. Se deben usar espesores que permitan tiempos de exposición de 0.5 seg o mayores.
- 3) Use un chasis con una sola pantalla intensificadora (debe ser escogido uno que presente un buen contacto entre la película y la pantalla).
- 4) Coloque un marcador en la esquina del campo de radiación, preferentemente fuera de la zona que ocupa la mama, paralelo al eje mayor de la película.
- 5) Realice una exposición.
- 6) Procese la película, teniendo cuidado de insertar la película en la procesadora tal como se muestra el figura 2. Medir la densidad óptica en el centro de la película y verificar que esta es mayor que 1.2 recoger estos datos en el formulario.

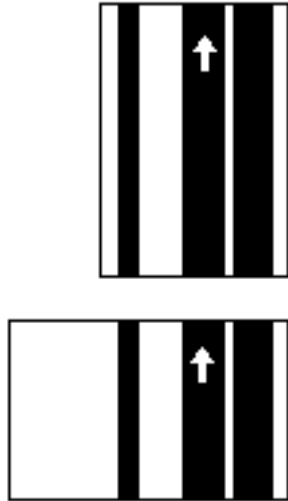


**Fig 2.** Dirección en la que deben ser insertadas las películas en el procesador.

- 7) Cargue el chasis con una nueva película y repita las condiciones del experimento pero en este caso con el marcador desplazado  $90^\circ$  de su orientación original, de tal forma que en este caso el marcador estará paralelo al menor eje de la película. Repetir la exposición usando los mismos parámetros.
- 8) Procese la película como se muestra en la figura 2.
- 9) El proceso anterior se debe repetir para otros tamaños del receptor de imagen, además de, para los diferentes focos y filtros usados clínicamente.

### **Interpretación y acciones:**

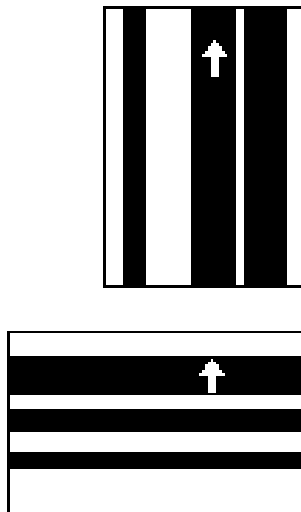
- 1) Examine las dos imágenes obtenidas orientando las dos películas como se muestra en la figura 3
- 2) Los artefactos que se observen paralelos entre las dos películas son debidos al procesador.



**Figura 3.** Vista de las dos películas orientadas de tal forma que los indicadores sean paralelos. Cualquier artefacto que se localice paralelo en las dos películas es debido al procesador.

3) Los artefactos que se orientan perpendiculares entre las dos películas (ver figura 4) son debidos al equipo de rayos x. La fuentes de estos pueden ser: la rejilla, el receptor de imagen, el dispositivo de compresión. Es posible que se requiera realizar futuras pruebas para determinar una fuente específica dentro de equipo de rayos x que causa la aparición de estos.

4) Otros artefactos pueden aparecer esporádicamente en las imágenes estos pueden ser debidos a fuentes tales como los mismos pacientes, manejo de placas, pantallas defectuosas etc.



**Figura 4.** Vista de las dos películas orientadas de tal forma que los indicadores sean paralelos. Cualquier artefacto que se localice perpendicular en las dos películas es debido al equipo de rayos X.

**Bibliografia**

- 1.- American Association of Physicists in Medicine; "Basic Quality Control in Diagnostic Radiology" 1990.
- 2.- American Association of Physicists in Medicine; "Basic Quality control in Diagnostic Radiology" 1994.

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA

CENTRO DE CONTROL ESTATAL DE EQUIPOS MEDICOS

CONTROL DE CALIDAD DE UNA INSTALACION MAMOGRAFICA

i

Datos Generales:

Fecha: \_\_\_\_\_  
Institución: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_ Telef: \_\_\_\_\_  
Radiólogo responsable del servicio: \_\_\_\_\_  
Técnico colaborador del servicio: \_\_\_\_\_

Datos del Equipo:

Fabricante: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
No de Serie del equipo: \_\_\_\_\_ Forma de la Onda: \_\_\_\_\_  
Tipo de tubo: \_\_\_\_\_ No de serie del tubo: \_\_\_\_\_  
Material del anodo: \_\_\_\_\_ Filtración total: \_\_\_\_\_  
Material del Filtro: \_\_\_\_\_ Espesor: \_\_\_\_\_  
Foco Grueso: \_\_\_\_\_ mA Foco Fino: \_\_\_\_\_ mA  
Tamaño foco: \_\_\_\_\_ mm Tamaño Foco: \_\_\_\_\_ mm

Receptor de imagen:

Fabricante del procesador: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_  
Fabricante de las pantallas: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_  
Fabricante de las películas: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_

Factores técnicos usados según la situación clínica:

Tipo de mama	kVp	Modo de exposición	Control de densidad	Uso de rejilla
pequeña				
mediana				
grande				

## 1. Evaluación del montaje de la unidad de mamografía

1. La unidad en posición libre e inmóvil es mecánicamente estable
2. Todas las partes que permiten movimiento se mueven sin dificultad
3. Todos los cierres y detenedores trabajan correctamente
4. El montaje del sostenedor del receptor de imagen está libre de vibraciones
5. El receptor de imagen se desliza suavemente dentro del montaje de su sostenedor
6. La escala indicadora de compresión de la mama es exacta dentro del  $\pm 10$  % y reproducible en  $\pm 1$  mm
7. El paciente o el operador no están expuestos a bordes punteagudos, ásperos o a otros riesgos
8. Existe carta técnica y está colocada en el puesto de control del equipo
9. El blindaje protector del operador durante la exposición es adecuado

## 2. Colimación.

DFI: \_\_\_\_\_

a. Desviación entre el campo de radiación y el lumínico.

Campo	18 x 24		
Desviación Eje Izquierdo (cm)			
Desviación Eje Derecho (cm)			
Suma			
Suma como % de DFI			
Desviación Eje anterior			
Desviación Eje pared torácica			
Suma			
Suma como % de DFI			

b. Alineación de los ejes del compresor a nivel de la pared torácica y el receptor de imagen:

Campo	18 x 24		
Diferencia entre el eje del compresor y el receptor de imagen en la pared torácica			
Diferencia % de SID			

### 3. Medición del tamaño del punto focal.

kVp						
Tamaño foco						
Tiempo de exp. (seg)						
mA o mAs						
Patrón de estrella						
d. punto focal-película						
d. foco-película						
F. magnificación						
d. blur, paralelo						
d. blur, perpendicular						
f perpendicular						
f. paralelo						

#### 4.Exactitud y Reproducibilidad del kVp.

Kilovoltímetro usado:\_\_\_\_\_

NS:\_\_\_\_\_

kVp						
Tamaño foco						
Tiempo de exp. (seg)						
mA o mAs						
kVp1						
kVp2						
kVp3						
kVp4						
kVp5						
Media						
$\sigma$						
Media-kVp						
CV						

### 5.Determinación del Espesor Hemirreductor (HVL).

Sistema Dosimétrico usado:

Dosimetro: \_\_\_\_\_

NS: \_\_\_\_\_

Cámara: \_\_\_\_\_

NS: \_\_\_\_\_

kVp						
mA						
Tiempo o mAs						
mediciones exposición						
Sin Filtro						
0.2 mm Al						
0.3 mm Al						
0.4 mm Al						
0.5 mm Al						
Sin Filtro						
HVL						

## 6.Control del exposímetro automático.

### Compensación por espesor

Receptor	espesor de BR12	kVp	mA	mAs	densidad óptica
1	2 cm				
2	4 cm				
3	6 cm				

### Compensación por potencial

Receptor	espesor de BR12	kVp	mA	mAs	densidad óptica
1	4 cm				
2	4 cm				
3	4 cm				

## 7. Evaluación de la uniformidad en la velocidad de las pantallas

Tipo de pantalla: \_\_\_\_\_

kVp: \_\_\_\_\_

Tipo de película: \_\_\_\_\_ mA: \_\_\_\_\_ ó mAs: \_\_\_\_\_

Procesadora usada: \_\_\_\_\_ tiempo de exp.: \_\_\_\_\_

tamaño del foco: \_\_\_\_\_

identificador pantalla	identificado r de la imagen	mAs	densidad óptica
pantalla control			
1			
$\sigma$			
otras pantallas			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

O.D. promedio: \_\_\_\_\_

O.D. máxima: \_\_\_\_\_

O.D. mínima: \_\_\_\_\_

Rango: \_\_\_\_\_

límite superior (+10%): \_\_\_\_\_

límite inferior (-10%): \_\_\_\_\_

8.Evaluación de la calidad de la imagen. Resolución de la imagen mamográfica

Maniquí usado:\_\_\_\_\_

NS:\_\_\_\_\_

kVp		Puntos
mAs		
# fibrilos vistos		
# grupos de microcalcificaciones vistas		
# de masas vistas		

## 9.Exposición de entrada y determinación de la Dosis Glandular Promedio.

Sistema dosimétrico usado:

Dosímetro:\_\_\_\_\_

NS:\_\_\_\_\_

Cámara:\_\_\_\_\_

NS:\_\_\_\_\_

Modo de Exposición:\_\_\_\_\_

Receptor de imagen:\_\_\_\_\_

Tamaño:\_\_\_\_\_ x\_\_\_\_\_ cm

DFI:\_\_\_\_\_

Maniquí:\_\_\_\_\_

kVp											
Rejilla SI/NO											
Blanco/Filtro											
HVL (mmAl)											
mA Fce											
Exposición	R	mAs	R	mAs	R	mAs	R	mAs	R	mAs	
1											
2											
3											
<b>4</b>											
Media											
SD %											
CV %											
Dgn											
Dg promedio											

## 10.Evaluación de artefactos.

Receptor de imagen		
D.O.		
Son visibles algún tipo de artefactos		
Artefactos debidos al procesador		
Artefactos debidos al equipo de rayos x		
Otros		
Descripción		