

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

Los Rayos X se generan desde las órbitas de los átomos por la interacción entre electrones y núcleo de otros átomos. Por el cambio de energía cinética al chocar en un blanco llamado “ánodo”. Este efecto se denomina “Bremsstrahlung” o radiación de frenado.

Los Rayos Gamma se generan por la desintegración atómica procedente del núcleo atómico, creada por la inestabilidad en el número de neutrones respecto al de protones.

Ambas radiaciones son emitidas mediante paquetes de energía electromagnética llamados “fotones”.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.1 Penetración

1. Las radiaciones electromagnéticas X y Gamma son radiaciones penetrantes debido a su capacidad para no ser detenidas (atenuadas) por materiales metálicos de alta densidad y alto número atómico, a diferencia de la radiación Alfa y Beta que pueden ser detenidas por una fina hoja de papel y una fina lámina metálica respectivamente.
2. La capacidad de penetración se relaciona con la energía electromagnética en KeV o MeV y el espesor de material que es atravesado.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.2 Absorción

1. La absorción de la radiación electromagnética de alta energía, se refiere a la pérdida de la energía que ingresa al material que es penetrado e interactúa de diferente manera, según sea un material de alta densidad ó alto número atómico asociándose el término coeficiente de absorción lineal. Esta absorción varía a su vez con la cantidad de energía que recibe el material.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.3 Dispersión

La dispersión del haz está asociada con la divergencia del haz de radiación, el cual no mantiene un área focalizada sino, un área divergente proveniente del foco sea de rayos X o Gamma.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.4 Difracción

Las radiaciones X y Gamma son ondas electromagnéticas que siguen las leyes del principio de Huygens (todo punto de un frente de ondas es la fuente de un frente secundario de ondas esféricas). Esto provoca una distorsión de la imagen radiográfica por efectos de bordes en materiales.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.5 Transmisión

Las radiaciones X y Gamma al penetrar un material son atenuados por absorción y dispersión, esta transmisibilidad se traduce en una atenuación de la intensidad de la radiación emergente respecto de la incidente.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.6 Propagación Rectilínea

Las ondas electromagnéticas que caracterizan a los rayos X y Gamma se propagan en el espacio en líneas rectas.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

1. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LA RADIACION X y GAMMA

1.7 Propiedades Fotográficas

Las ondas electromagnéticas de alta frecuencia y energía provenientes de los rayos X y Gamma sensibilizan las emulsiones fotográficas al igual que la luz, cuando atraviesan materiales e impactan en dichas películas, para casos industriales, las películas aplicables a estos tipos de radiaciones poseen doble emulsión (ambas caras) , a diferencia de las normalmente usadas en fotografía y medicina que son de una sola emulsión (una sola cara).

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.1 Tipos de Películas empleados en Radiografía Industrial

Las películas para radiografía moderna consisten de una emulsión (gelatina a base de compuesto de haluro de Ag hidrofílico sensible a la radiación) sobre una flexible base transparente de Tereftalato o Naftalato de Polietileno de 0.175mm de espesor aprox., que algunas veces contiene una tonalidad de color y está cubierta por ambos lados de la base (0.0125 mm ó 50 mils aprox.).

El efecto de la emulsión por ambos lados resulta en mayor velocidad de exposición de la película.

Los haluros de Ag son a base de I y Br.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.2 Curvas características

También llamadas Curvas Sensitométricas o Curvas H&D (de Hurter y Driffield en 1890), expresan la relación entre la exposición aplicada a la película radiográfica y la densidad fotográfica resultante.

Se emplea la exposición aplicada en relativa porque es adecuada a todas las condiciones de KV y Act. para fuentes ionizantes. Está dada en Log decimal de Exposición, por muchas ventajas: disminuye el rango visual de la escala, intervalos iguales de logs. de exposición dan iguales cocientes de exposición, cocientes entre exposiciones son mas útiles que valores absolutos.

Son empleadas para resolver problemas cuantitativos de exposiciones aplicadas a la película radiográfica.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 Características de las Curvas Características

- a) Velocidad: Está dada por la localización de la curva característica lo largo del eje de exposición. Los más rápidos estarán a la izquierda.

- b) Contraste: El perfil de la curva es variable y posee una zona a partir de la cual la pendiente se mantiene casi constante. Se define como la pendiente instantánea en la curva característica. Varía con la densidad a ser obtenida.

- c) Definición: Es la nitidez de bordes de la imagen en la película que está influenciada por el tamaño de grano inherente de la misma.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 Características de las Curvas Características

d) Densidad: La densidad fotográfica se refiere a la medida cuantitativa del ennegrecimiento de la película y también se llama “densidad óptica” y “densidad sensitométrica”. Se define como el logaritmo decimal del cociente entre intensidad luminosa incidente y transmitida.

e) Niebla: Es la opacidad no deseada obtenida por la película por razones de exposición a calor, luz, tiempo de almacenamiento u otras causas que generan una densidad adicional sobre la necesaria para ser evaluada con la exposición requerida y que disminuyen la calidad de imagen resultante.

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 Características de las Curvas Características

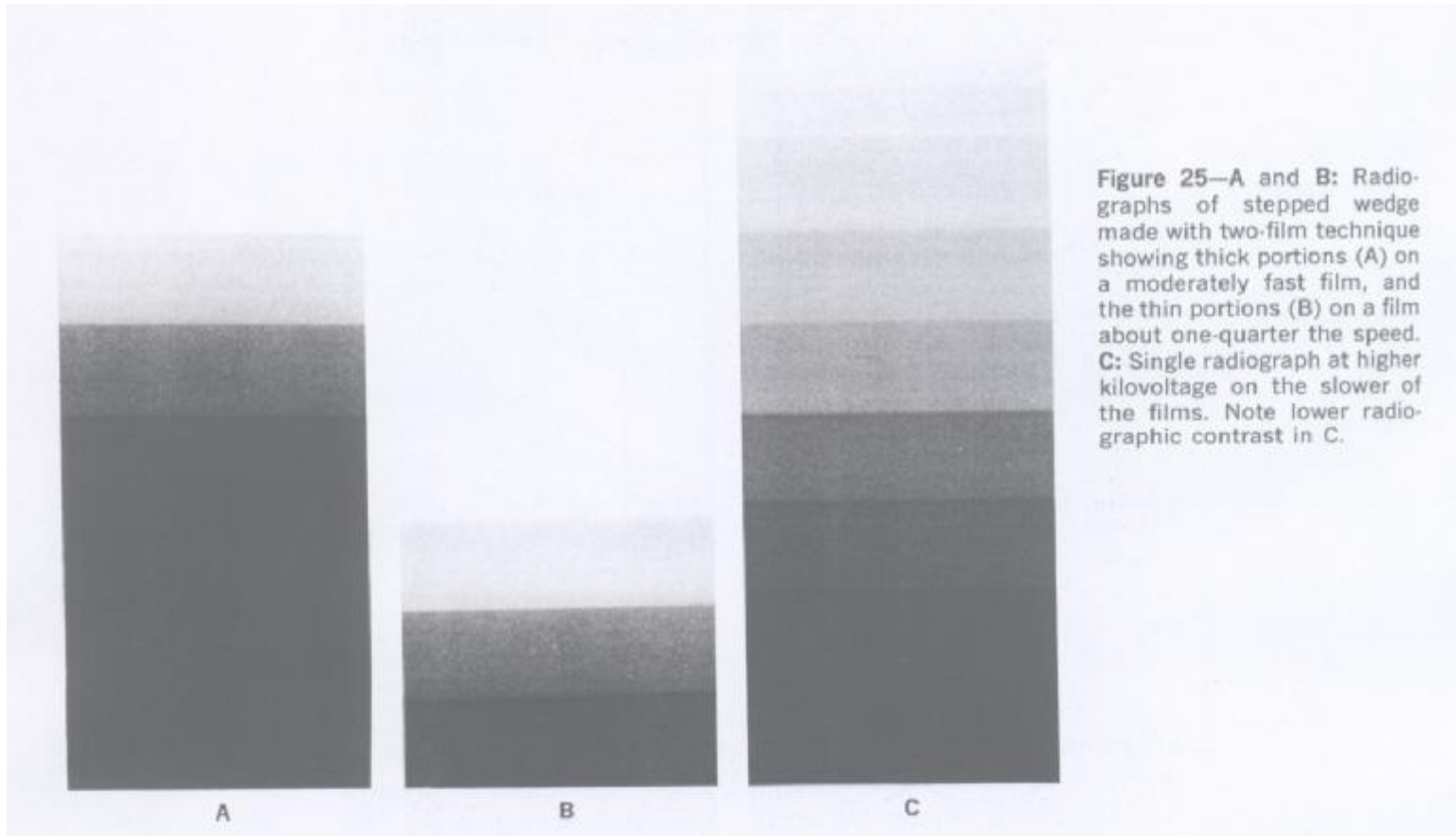
- f) Granularidad: Está referida a la imagen formada por los diminutos granos de Ag, visibles solo a microscopio. Estos se encuentran en grupos visibles a ojo desnudo o con lupas de poco aumento. La impresión visual de estos grupos es lo que se denomina Granularidad.
- g) Penumbra inherente: Es la falta de nitidez de borde de imágenes proveniente de la granularidad natural de la película y es independiente de la Penumbra geométrica.
- h) Latitud: Es la capacidad de la película radiográfica para poder permitir discriminar visualmente un amplio rango de espesores a radiografiar en una simple exposición.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 Características de las Curvas Características

La película C posee mayor latitud. La película B es 1/4 mas lenta que la película A.

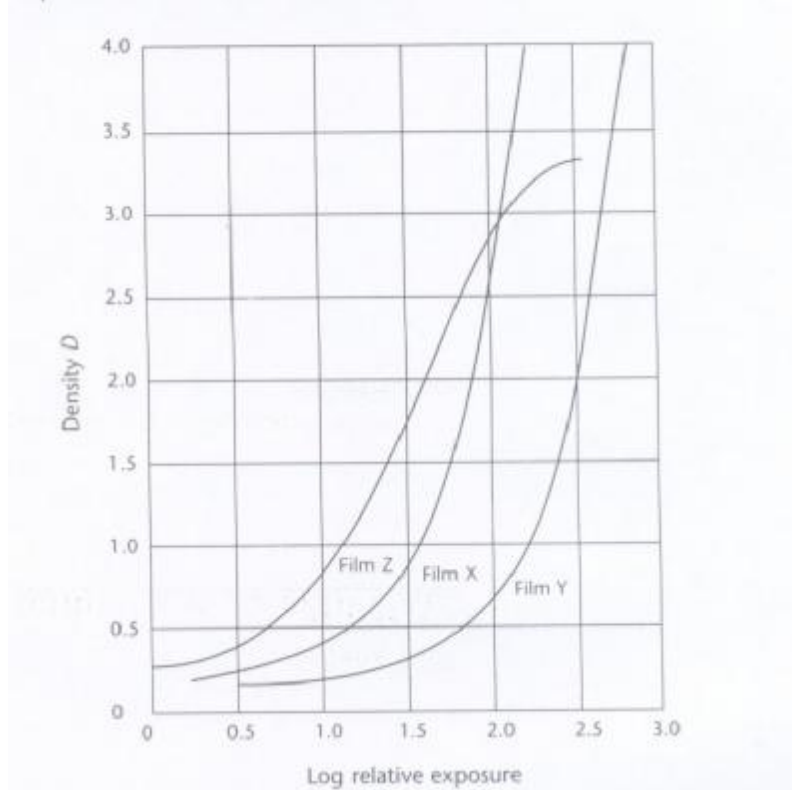


Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 Características de las Curvas Características

FIGURE 33. Characteristic curves of three typical X-ray films, exposed between lead foil screens.



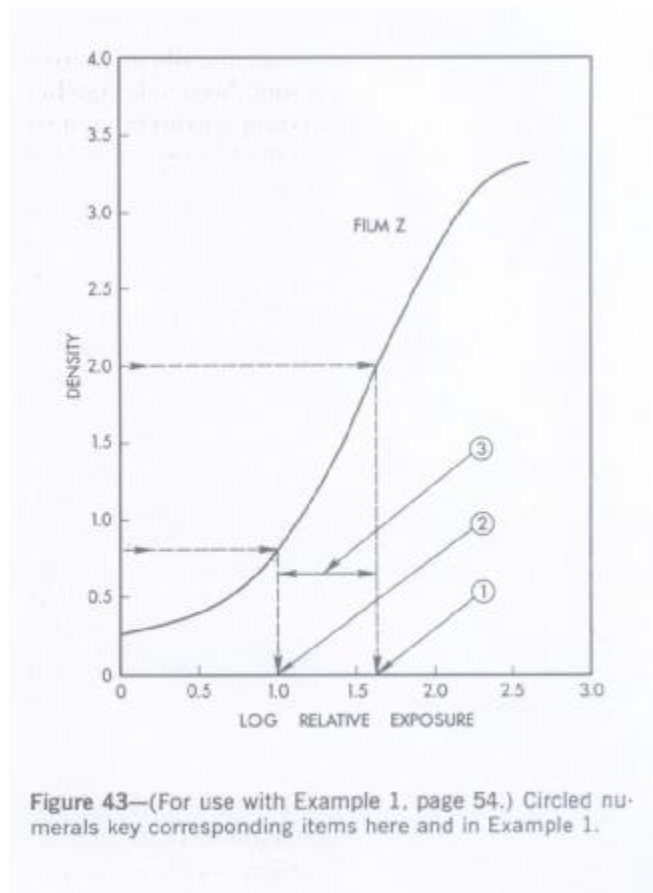
Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 USOS DE LA CURVA SENSITOMETRICA

Caso 1: Película Z recibió 12 mam obteniéndose $D=0.8$ en región de interés. Si se desea aumentar la densidad a $D=2.0$, cuál es la nueva exposición?

1. Para $D=0.8$, $\text{Log } E_1 = 1.00$
2. Para $D=2.0$, $\text{Log } E_2 = 1.62$
3. $\text{Log } E_2 - \text{Log } E_1 = 0.62$
4. $\text{Antilog}(0.62) = 4.2$
5. $E_2 = 4.2 \times E_1 = 4.2 \times 12 \text{mam} = 50 \text{mam}$



ASNT ACCP PTOT. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 USOS DE LA CURVA SENSITOMETRICA

Caso 2: Película X tiene mayor contraste que película Z a $D=2.0$. Es necesario reajustar la exposición de la película X respecto de la exposición de la película Z a $D=2.0$

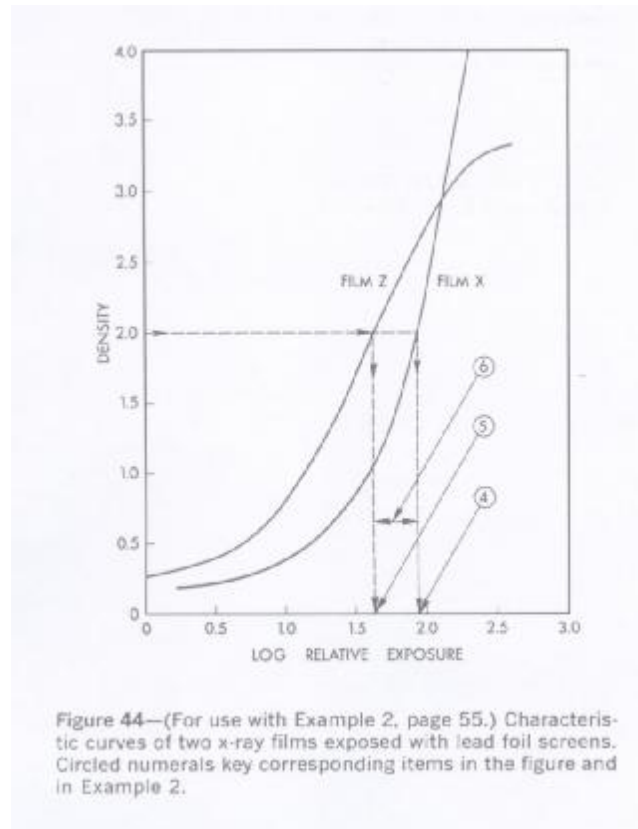
1. Para $D=2.0$ película X, $\text{Log } E_1=1.91$

2. Para $D=2.0$ película Z, $\text{Log } E_2=1.62$

3. $\text{Log } E_1 - \text{Log } E_2 = 0.29$

4. $\text{Antilog}(0.29) = 1.95$

$E_2 = 1.95 E_1$



ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

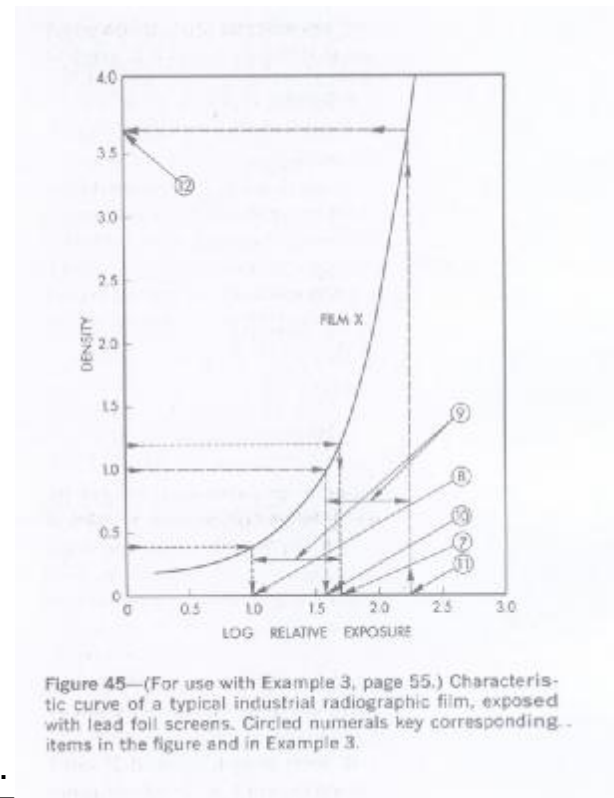
2.3 USOS DE LA CURVA SENSITOMETRICA

Caso 3: Una Película X radiografiada da $D_{min} = 0.4$ y $D_{max} = 1.2$. Siendo 0.4 una densidad fuera de rango adecuado de contraste, es necesario elevarla a una $D_{min} = 1.0$, que densidad obtendremos para D_{max} .

1. $D_{min} = 0.4$, $\text{Log } E_{min} = 1.02$; $D_{max} = 1.2$, $\text{Log } E_{max} = 1.67$; Diferencia $(1.67 - 1.02) = 0.65$

2. $D_{min} = 1.0$, $\text{Log } E_{min} = 1.56$; $\text{Log } E_{max} = \text{Log } E_{min} + 0.65 = 2.21$

3. $D_{max} = 3.64$ para este $\text{Log } E_{max}$.



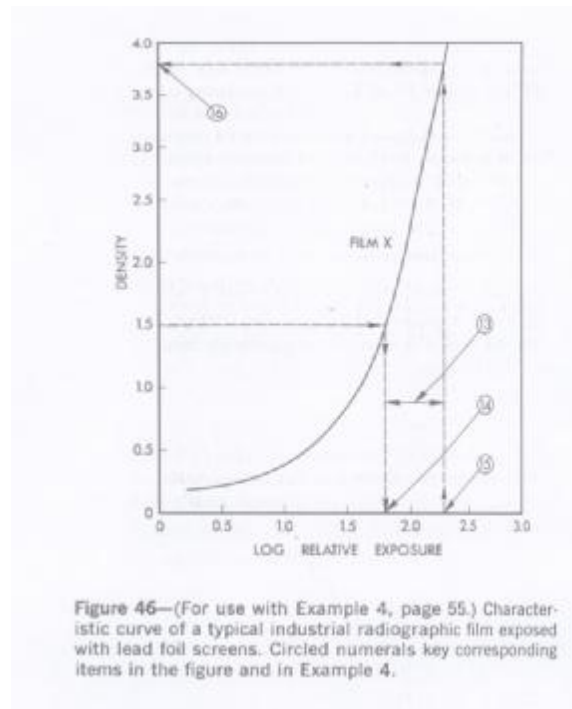
Ing.
ASNT ACCP PTOI. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.3 USOS DE LA CURVA SENSITOMETRICA

Caso 4: Se expone un material de 1" esp. Con 24mam y se obtiene $D=1.5$, cual será la densidad en el espesor de $\frac{3}{4}$ " para la misma exposición, si se expusieron a 180KV?

1. De la carta de exposición, $E_1=24\text{mam}$ para 1", $E_2=8.6\text{mam}$ para $\frac{3}{4}$ ".
2. El cociente $24/8.5=2.8$, cuyo $\log 2.8=0.45$ será la separación constante en la curva sensitométrica de los $\log E$ en dicha curva.
3. Para $D=1.5$, $\text{Log}E_1=1.79$ 4. $1.79+0.45=2.24$ 5. Para $\text{Log}E_2=2.24$ corresponde $D=3.80$



ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

El término Contraste indica el contraste promedio derivado de la curva característica de una película radiográfica, usando como primer punto de referencia 1 la densidad D_1 de 0.25 por encima de la mínima y se – gundo punto de referencia 2 la densidad D_2 de 2.0 por encima de la – mínima, donde la diferencia de contraste es ΔD dividido entre $\log \Delta E$ ($\log E_2 - \log E_1$).

$$D_1 = D_{\min} + 0.25$$

$$D_2 = D_{\min} + 2.00$$

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

“Gamma” es descrita como la variación instantánea o Gradiente de la densidad fotográfica a cualquier valor de log E de la curva sensitométrica.

Las películas NDT adecuadas para tipos específicos de trabajos están subdivididos por la Norma EN 584-1 según parámetros que garanticen como mínimo seis grupos denominados del C1 al C6. Para incluir una película en un grupo, son relevantes cuatro parámetros que especifiquen la habilidad de la película para diferenciar detalles en la radiografía:

1. Gradiente local a $D_{min} + 2$ (G_2)
2. Gradiente local a $D_{min} + 4$ (G_4)
3. Granularidad de película a $D_{min} + 2$ (σ_D)
4. Parámetro del sistema G/σ_D , definido como razón del gradiente a la granularidad a $D_{min}+2$ y representa la razón señal útil-ruido.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

La “velocidad fotográfica” para las películas radiográficas de Haluro de Ag se refiere a la exposición necesaria para la obtención de una densidad de $D_{min} + 1.00$ en la imagen blanco-negro resultante.

La “sensitividad al azul” se refiere a la sensibilidad del grano de haluro de Ag a las longitudes de onda de 360 a 540 nm y preferencialmente de 380 a 470nm.

La “sensitividad al verde” se refiere a la sensibilidad del grano de haluro de Ag a las longitudes de onda de 460 a 560nm y preferencialmente de 490 a 550nm.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

El término “pre -endurecido completo” (fully forehardened) es empleado para indicar el pre – endurecido de las capas coloidales hidrofílicas a un nivel, que limita el aumento de peso de la película hasta menos de un 120% del peso original (seco) en el proceso de secado. Este aumento de peso es atribuible a la ingestión de agua durante el proceso químico. Las películas actuales poseen dos tipos de haluros de Ag cuya presencia se especifica en orden molar ascendente.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

Requerimientos del Estándar EN 584-1 de un sistema de película radiográfico

<i>Clase según EN 584-1</i>	<i>G a Dmin+2</i>	<i>G a Dmin+4</i>	<i>s D</i>	<i>G/sD</i>
C3	≥ 4.1	≥ 6.8	≤ 0.023	≥ 180
C4	≥ 4.1	≥ 6.8	≤ 0.028	≥ 150
C5	≥ 3.8	≥ 6.4	≤ 0.032	≥ 120
C6	≥ 3.5	≥ 5.0	≤ 0.039	≥ 100

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

Agfa Tipo Structurix "Proc. MANUAL" (5min, 20° C G 128/G328)

				G	G	σD	G/ σD	ISO	Dosis mGy
TIPO DE PELICULA	CEN EN 584-1	ISO 11699-1	ASTM E1815-96	D=2	D=4	D=2	D=2	Speed S	D=2
D2	C1	T1	Especial	5.1	9.0	0.013	392	32	23.5
D3	C2	T1	I	4.8	8.4	0.016	303	64	14.0
D4	C3	T2	I	4.6	8.0	0.020	232	100	8.7
D5	C4	T2	I	4.6	8.0	0.026	177	160	4.4
D7	C5	T3	II	4.6	8.0	0.032	144	320	3.2
D8	C6	T4	III	4.1	6.8	0.035	117	400	2.2

Ing. Adalberto Ruiz LI

ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

Medida de retención de Vida (Hipo-retención)

Es la cantidad de hipo residual o thiosulfato remanente en la emulsión después del procesamiento de la película. Los niveles de hipo-retención varían con los fabricantes de películas, tipo de procesamiento, ciclo y situación de los químicos. Esta hipo-retención afecta las calidades de archivamiento de la radiografía y se mide en $\mu\text{g}/\text{sqin}$. ó $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de Thiosulfato. El límite máximo de $4\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$ de Thiosulfato retenido es Aceptable para almacenamientos mayores a 5 años. Una retención mayor a este nivel – colorea la película de forma marrón, con $500\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dura solo 1 año y la película se mancha y se vuelve legalmente en desuso.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

Medida de retención de Vida (Hipo-retención)

El aspecto mas importante de la formación de sulfuro de Ag es la condición de almacenamiento. Las películas que requieren largos plazos de almacenamiento requieren las mismas condiciones ambientales que las películas sin exponer es decir, 21°C o menos y 60% de Humedad Relativa máxima. Aún con niveles bajos de hipo-retención manchas indeseables pueden resultar de almacenamiento inapropiado, por ejemplo: 32°C y 90% HR. Las películas que deben archivarse deben estar sin manchas.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.4 Películas comerciales y sus propiedades

Almacenamiento de películas (Film storage)

Las películas no-expuestas deben almacenarse en paquetes originales intactos sellados a prueba de la luz, en ambientes secos fuera del alcance de vapores y gases agresivos. Las temperaturas ideales de almacenamiento son de 5 a 20°C. A altas temperaturas y tiempos largos de almacenamiento se acelera cambios físicos y químicos indeseados en las emulsiones. Además deben almacenarse fuera del alcance de radiaciones ionizantes que excedan 100 n Gy /hr (0.01 m Rad /hr). Una recomendación práctica de almacenamiento de películas es de 18 a 24°C y 40 a 60% HR.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.5 Almacenamiento a largo plazo

La estabilidad de radiografías procesadas depende del perfecto Fijado y Lavado de película. Siguiendo las instrucciones del procesado químico del fabricante se garantizan 10 años mínimos de vida de archivamiento.

Para asegurar mayores tiempos se recomienda usar el THIO Test kit, (variación en coloración de la emulsión) y Methylene Blue Test que sirve para determinar la cantidad remanente de iones de tiosulfato en la Gelatina de Ag de la película después de procesada (ISO 18917).

Correctamente procesadas las películas logran una vida teórica esperada de 500 años.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

a) Lay – Out 1

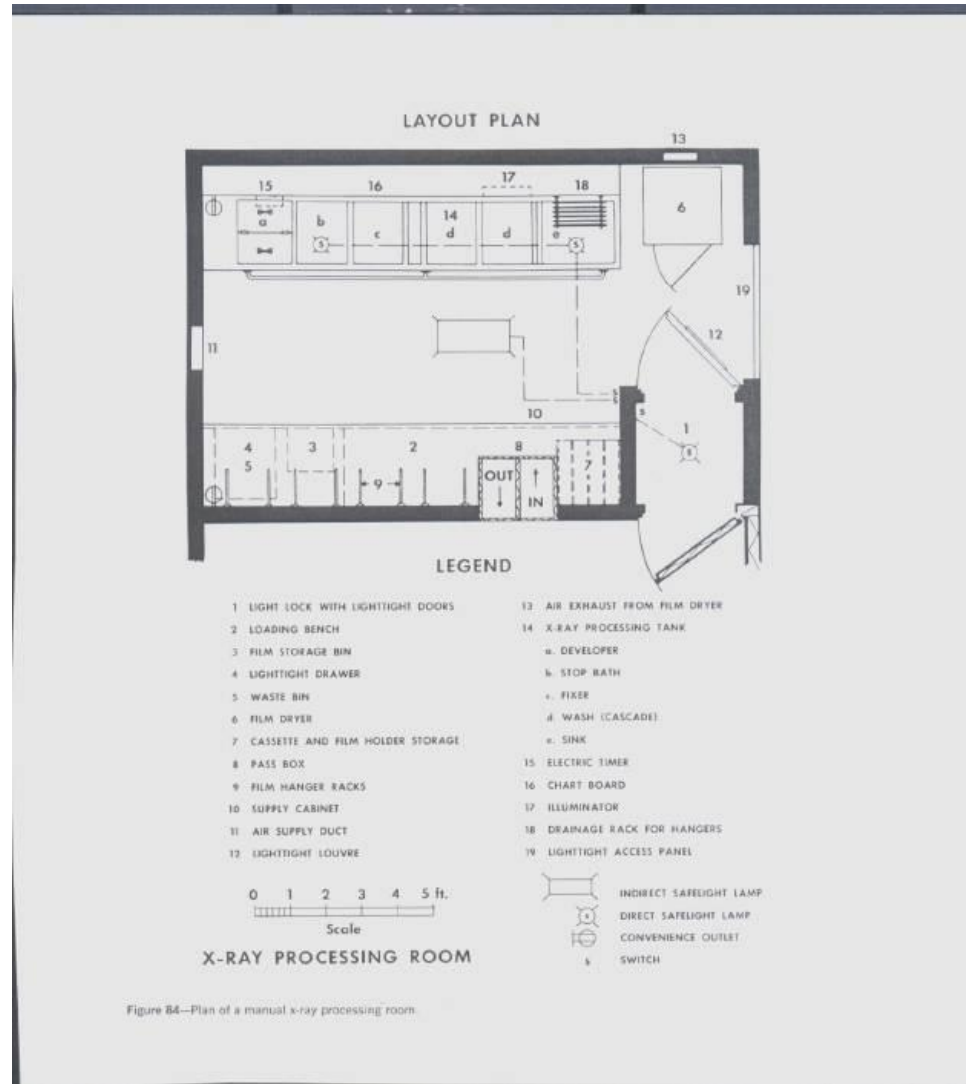


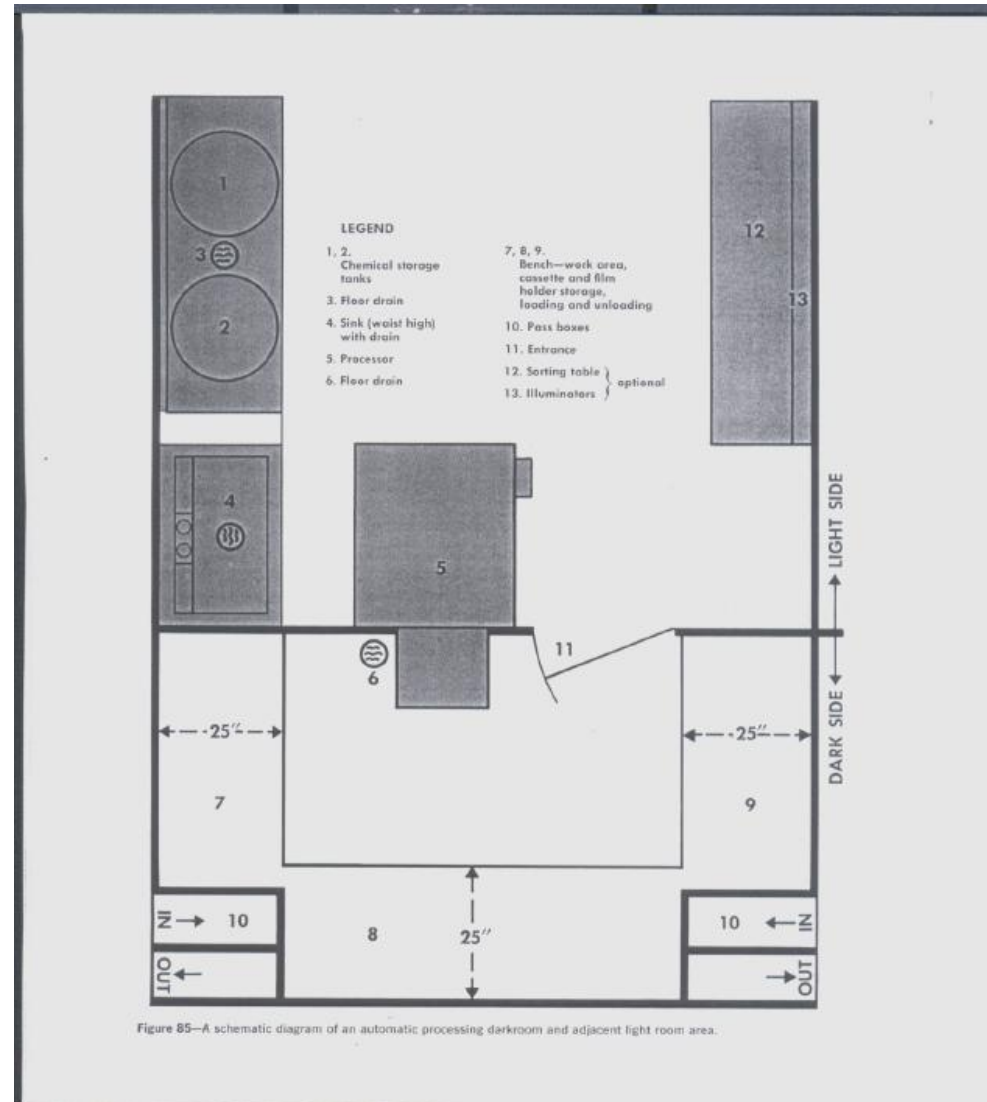
Figure 84—Plan of a manual x-ray processing room.

ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

a) Lay – Out 2

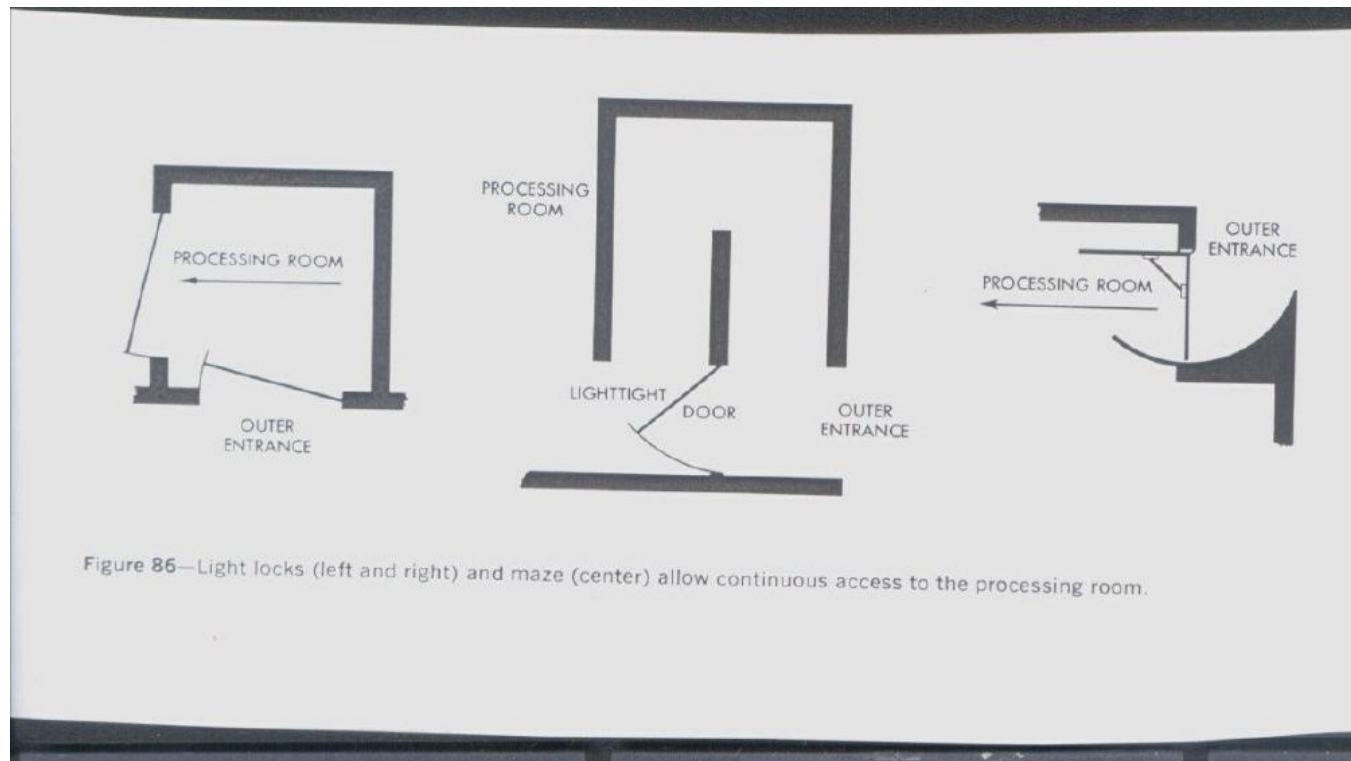


ASNT ACCP Pt01, Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

b) Trampas de luz y entrada al cuarto oscuro



Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

c) Zona de trabajo húmeda y seca

Zona seca:

Mesa de trabajo (carretes, ganchos, densitómetro, negatoscopio para evaluación de radiografías, reportes.

Zona húmeda:

Tanques de procesamiento, termómetro, área de Secado.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

d) Compuertas de pase de películas

Cuando no es posible acceder directamente dentro del oscuro, se puede introducir las radiografías a través de una compuerta conducto que se extiende fuera de la pared del laboratorio, de tal manera que se envíen las placas protegiendo la zona de cuarto oscuro de la luz externa.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

e) Unidades de Procesamiento

El procesamiento de la película (imagen latente a visible) es la fase final después de la exposición radiográfica.

EQUIPAMIENTO PARA PROCESAMIENTO MANUAL:

1. Termómetros: deben ser verificados con regularidad y leídos mientras se mantienen dentro de las soluciones.
2. Soluciones químicas: En tanques limpios, las mezclas de acuerdo a instrucciones de Fabricante. Evitar altas temperaturas, inclusión de aire y contaminación durante la preparación.
3. Agua para el procesamiento: La temperatura se recomienda este varíe entre $\pm 3^{\circ}\text{C}$ de las dadas por el Fabricante para las mezclas.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

EQUIPAMIENTO:

4. Técnica de Tiempo y Temperatura: Provee de las condiciones para la obtención de una consistente información radiográfica. La temperatura de los químicos definen el tiempo de revelado, dependiendo este último solo de dicha temperatura (óptimo 5min. a 20°C), mayores tiempos y temperaturas afectan la calidad de la imagen.
5. Reveladores: Los tiempos difieren del tipo de película, revelador y temperatura de la solución. Las radiografías requieren solamente la justa cantidad de contraste. Mucho contraste reduce el rango de densidades a ser cubiertas en una simple exposición, insuficiente contraste promueve mayor latitud, pero disminuye la diferenciación entre detalles. Se obtienen mejores resultados con marcas iguales de fabricante para películas y químicos.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

EQUIPAMIENTO:

6. CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESAMIENTO

Se usan películas previamente expuestas provenientes de gradillas de varios espesores para ser procesadas a diferentes intervalos de tiempo y así poder evaluar las variaciones en la respuesta de los químicos.

Se usan los “control strips”, tales como Agfa Structurix PMC (pre - exposed film strips according to EN 584-2 & ISO 11699-2).

Mediciones de densidad y sus adecuadas diferencias para el adecuado contraste y hacer visible detalles estructurales en la imagen.

7. Fijador: La falta de fijado ocasiona decoloración con el tiempo. Esta etapa es crucial para obtener la calidad de archivamiento.

8. Lavado: Importante para evitar decoloración con el tiempo.

9. Secado: Evitar temperaturas por encima de 49°C. Baja HR genera marcas de agua o manchas en la superficie de la película.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

EQUIPAMIENTO PARA PROCESAMIENTO AUTOMATICO:

Se disminuye el efecto de control humano en los ciclos de procesamiento de películas.

Ventajas principales:

- Calidad consistente
- Calidad mejorada
- Economía de tiempo y mano de obra.

Los químicos son especialmente formulados para altas velocidades de procesamiento en estos equipos. La limpieza al recambio de químicos es muy importante.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

f) Luz de Seguridad

Las luces de seguridad (pueden tener filtros) deben ser probadas para verificar el tiempo de generación el efecto “fog” (niebla).

El método consiste en ir sacando una película inexpuesta de su sobre Cada 1.5 pulg. y mantenerla a la luz de seguridad 5 min aprox. cada vez de tal manera que después de procesarla se ubique el tiempo máximo de permanencia de la película a la luz de seguridad sin general “fog”.

Verificar las fugas de luz hacia el cuarto oscuro.

Ya que la máxima sensibilidad de las películas radiográficas está en la región del azul, se usan filtros color ámbar o rojo.

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

g) Almacenamiento, manipuleo y carga de películas

Las películas deben mantenerse en ambientes entre 15 y 25°C, 40 a 60% HR aprox. y se posicionan sobre la superficie de almacenaje, estas se deben situar sobre sus bordes. Para evitar que las pantallas de Pb se aplasten una a otras en la parte inferior.

El manipuleo en el área seca debe ser con mucho orden y limpieza, considerando el posible efecto “fog”.

Las cargas de películas que se suministran sin pantalla Pb, deben hacerse con el cuidado de evitar rozamientos excesivos entre película y pantalla que pueden generar marcas estáticas en ambientes muy secos.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.6 Procedimientos de Cuarto Oscuro

h) Control de Temperaturas.

La temperatura óptima del revelado manual de películas radiográficas es de 5min a 20°C. A mayor temperatura, el tiempo de revelado disminuye y a menores temperaturas aumenta. Además el contraste disminuye.

En el procesamiento automático, la procesadora posee un control de termostato interno que evita el control humano de esta temperatura.

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.7 Pantallas Intensificadoras

La radiación X y Gamma es solamente 1% absorbida por la película.

El 99% de dicha energía no es útil a la radiografía.

Existen las pantallas de Pb, Fluorescentes y Fluoro metálicas.

2.7.1 Pantallas de Pb

Para energías entre 150kV y 2MeV en contacto directo con las películas. Reduce tiempos de exposición y aumenta la calidad radiográfica al reducir la radiación dispersa.

La radiación ionizante libera electrones del Pb para incidir en la emulsión.

Espesores de Pb de 0.10 a 0.15mm(0.004 a 0.006 pulg.)Pantalla Frontal.

Para evitar la radiación retrodispersa con espesores de 0.12 a 0.25mm.

Para acero a partir de 6.3mm y 130kV empieza a ser útil.

Existen películas cerradas al vacío con pantallas Pb.

El contacto entre película y pantalla de Pb es esencial para una buena calidad radiográfica. La falta de este contacto produce imágenes difusas.

Están compuestas por 94% Pb y 6% Sb para la resistencia al desgaste.

Las pantallas deben estar libres de contaminantes y daños en su superficie.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.7 Pantallas Intensificadoras

Efecto del contacto de las pantallas de Pb con la película.

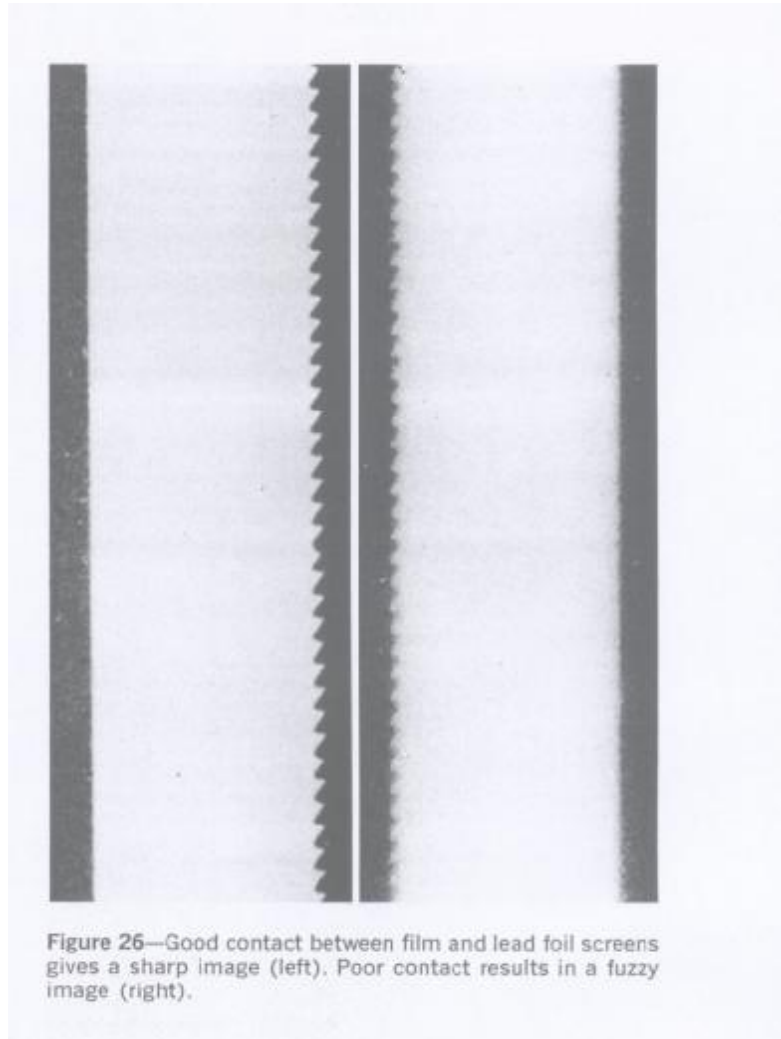


Figure 26—Good contact between film and lead foil screens gives a sharp image (left). Poor contact results in a fuzzy image (right).

ASNT ACCP Prof. Level III

2. ASPECTOS FOTOGRAFICOS

2.7 Pantallas Intensificadoras

2.7.2 Pantallas Fluorescentes

Se aprovecha el efecto de la fluorescencia de algunos químicos.

La emisión de luz es utilizada con factores de aumento de exposición de 40 veces el efecto con pantallas de Pb. Con Co -60 los factores son menores a 10 a altos espesores.

A pesar de esto no son ampliamente usados, dan pobre definición comparada a las de Pb. Esto debido a la dispersión de la luz emitida.

La otra desventaja de su no continuo uso es debido a la generación de imágenes moteadas que crecen aumentando la energía de la radiación.

Pueden ser hechas de CaWO_4 (Tungstano de Calcio monocristalino), Yterbio y Gadolinio.

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.1 Calidad de Radiación

La calidad de la radiación se refiere al tipo y cantidad de la energía ionizante con la que se expone la película radiográfica.

El tipo de radiación blanda (baja energía de rayos X $< 150\text{kV}$) y radiación dura (alta energía de rayos X $> 200\text{kV}$ y rayos Gamma) es una terminología usual, teniendo en cuenta la diferencia entre el espectro de energías de los rayos X (continuo) y rayos Gamma (discreto), que influyen en las calidades de imagen radiográfica.

Ya que como se verá mas adelante a menor energía se mejora el contraste de la imagen, el hecho de emitir una serie continua de energías (espectro continuo con rayos X) permite tener una calidad de imagen de mejor contraste comparada con otra de una serie discreta de longitudes de onda.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.2 Densidades Optimas de Trabajo

El rango óptimo de densidades utilizables es función del contraste a obtener en la imagen radiográfica, un mayor contraste se obtiene de la curva sensitométrica en la zona entre $D=1.5$ y $D4.0$ H&D.

En esta zona la pendiente (gradiente G) de la curva se mantiene casi constante y de elevado valor con relación a bajas densidades.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.3 Contraste Radiográfico

El contraste Radiográfico es la diferencia de densidades entre dos zonas adyacentes de la imagen radiográfica.

Esto se debe a las diferentes intensidades transmitidas a través de los espesores de material radiografiados.

Está influenciado por el Contraste Objeto (Subject) y Contraste de Película (Objective).

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.3 Contraste Radiográfico

3.3.1 CONTRASTE OBJETO (Subject Contrast)

Afectado por:

3.3.1.1 Diferencias de Absorción en el material ensayado

3.3.1.2 Calidad de la Radiación

3.3.1.3 Radiación dispersa

Se reduce por:

Diafragmas y máscaras de protección alrededor de la probeta.

Filtros de radiación secundaria (blindajes)

Pantallas de Plomo

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.3 Contraste Radiográfico

3.3.2 CONTRASTE PELICULA (Objective or Film Contrast)

Afectado por:

3.3.2.1 Tipo de película (contraste particular para cada tipo)

3.3.2.2 Grado de Procesamiento (Tipo de Revelador, Tiempo y Temperatura de Revelado, actividad del Revelador, grado de agitación).

3.3.2.3 Densidad (Curva característica)

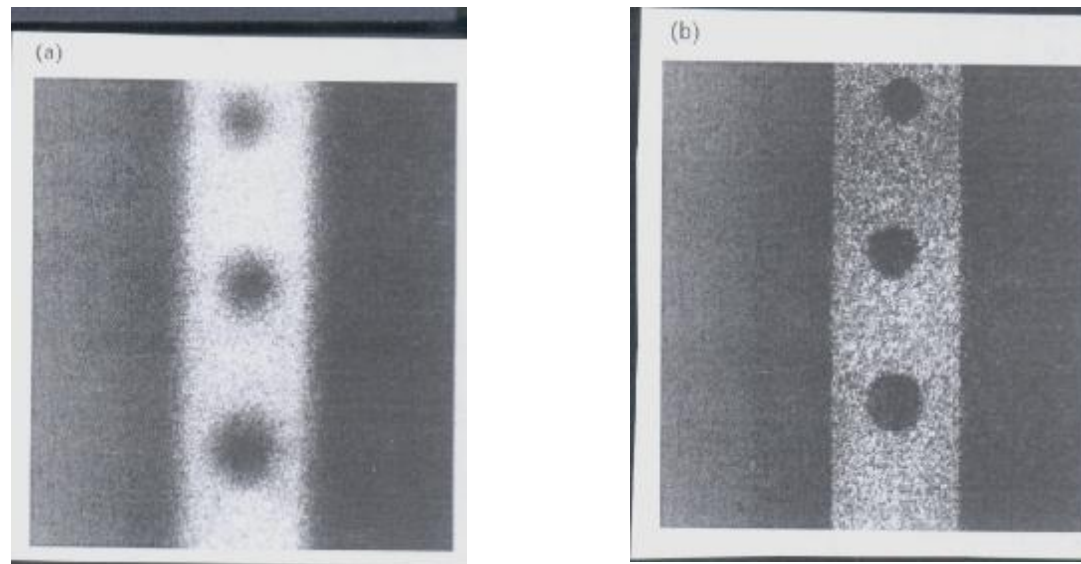
3.3.2.4 Tipo de pantallas intensificadoras (fluorescentes o de Pb).

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.3 Contraste Radiográfico

El procesamiento manual de la película influye en el contraste resultante el cual disminuye cuando existe un sub - o sobre- revelado de la película. El contraste es medible, observando las diferencias de densidades entre los alambres o agujeros de los indicadores de calidad de imagen llamados penetrámetros, los que deben mostrar un contraste mínimo para ser discernibles.



Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.4 Definición Radiográfica

La definición está relacionada con la nitidez de bordes de la imagen radiográfica.

Está influenciada por los factores geométricos y la granularidad de la película.

Dentro de los factores geométricos se encuentra la penumbra geométrica inherente (debido a la película) y la penumbra geométrica propiamente dicha.

La película debe estar en contacto íntimo con la pantalla de Pb a fin de evitar una falta de definición.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.4 Definición Radiográfica

3.4.1 Factores Geométricos.

La radiación X y Gamma obedecen a las leyes de la luz. Por tanto, la formación de sombras obedecen a las mismas.

El efecto del cambio de tamaño de una fuente radiactiva (tamaño focal), las posiciones de la fuente, objeto y película, nos llevan a las siguientes recomendaciones afín de obtener una mínima penumbra geométrica:

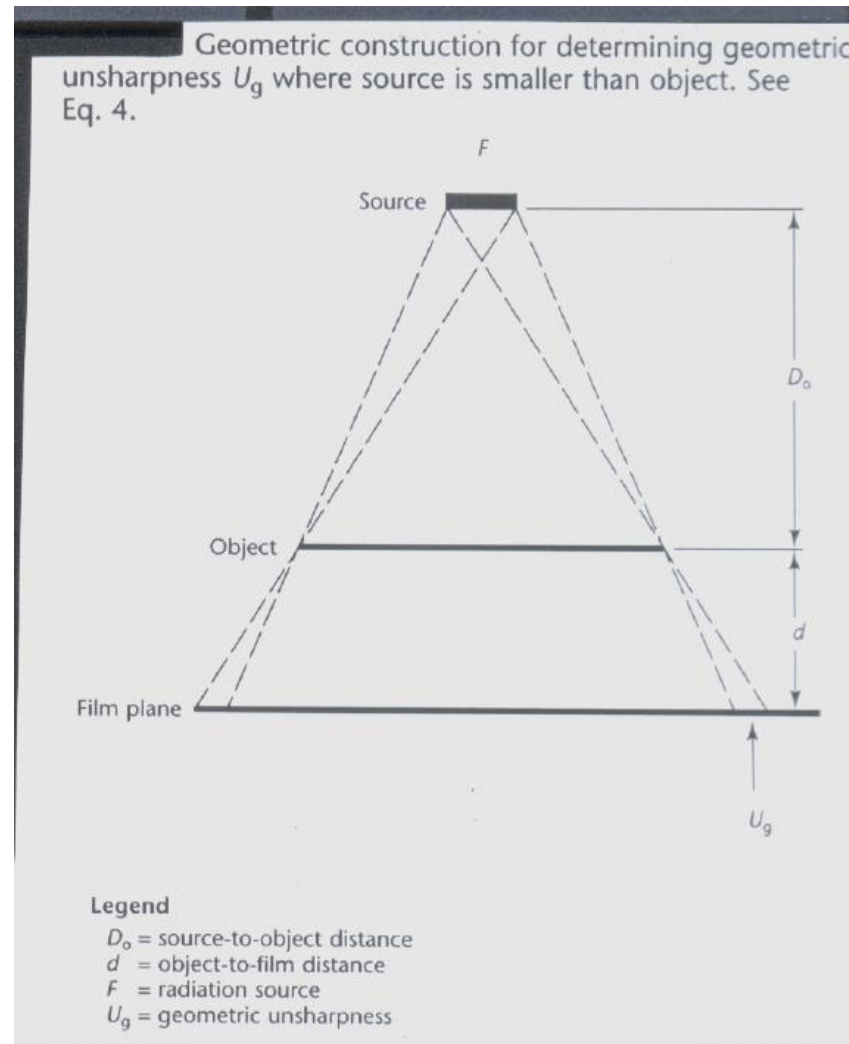
1. El tamaño de la fuente debe ser la menor posible.
2. La fuente debe estar lo mas lejos del objeto de ensayo.
3. La película debe estar lo mas cerca del objeto de ensayo.
4. La radiación debe ser direccionada perpendicularmente a su superficie.
5. El plano de la película y del objeto deben ser paralelos.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.4 Definición Radiográfica

3.4.1 Factores Geométricos



$$U_g = F \times (d/D_o)$$

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.4 Definición Radiográfica

3.4.2 Granularidad de Película

La imagen en una película radiográfica está formada por incontables granos de Plata diminutos, estas partículas pequeñas son visibles solamente al microscopio. Sin embargo estas, están agrupadas en masas visibles al ojo desnudo llamadas granos. Dan así la impresión de Granularidad.

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

3.5 Sensitividad Radiográfica

Se refiere al tamaño del detalle mas pequeño que puede ser observado en una radiografía.

Sensitividad radiográfica= (Contraste + Definición) radiográficas.

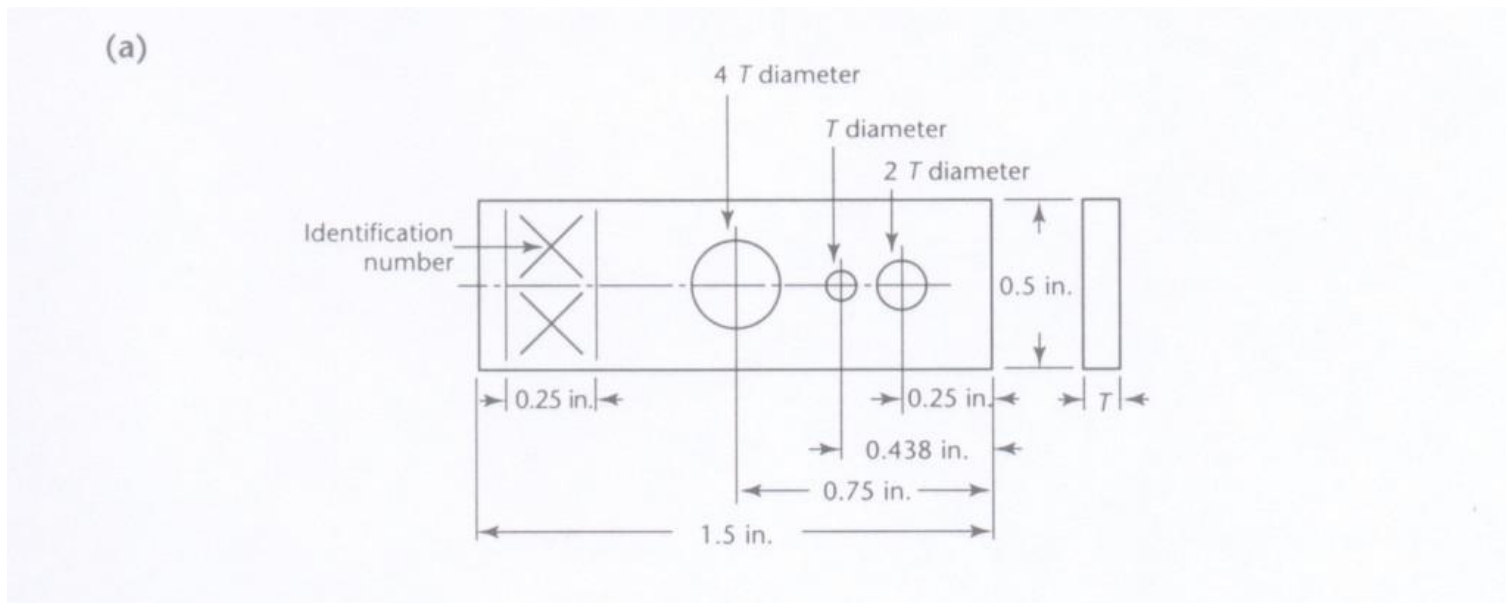
El control de la sensibilidad de las películas radiográficas se efectúa con una pieza estandarizada (penetrómetro) incluida en cada radiografía como una verificación de la aplicación adecuada del método.

Penetrómetro = IQI = Image Quality Indicator.

La selección se encuentran tabuladas en los códigos y estándares.

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI)

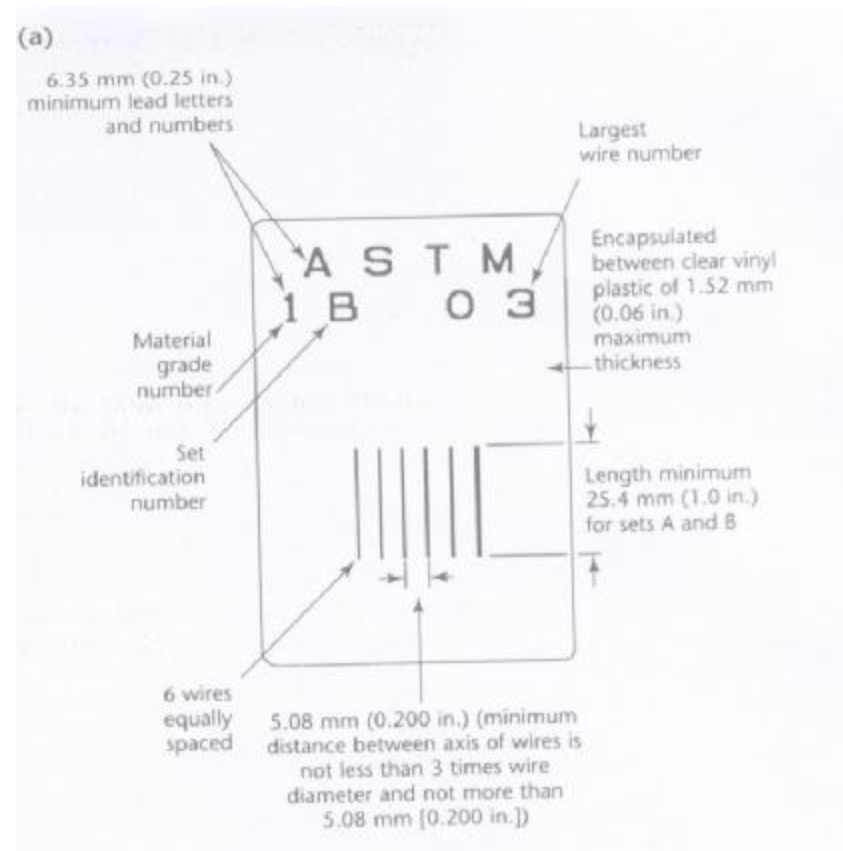
Penetràmetro IQI ASME B&PVC Sec. V SA-1025 (ASTM E1025)



Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI)

Penetràmetro IQI ASME B&PVC Sec. V SA-747 (ASTM E 747)

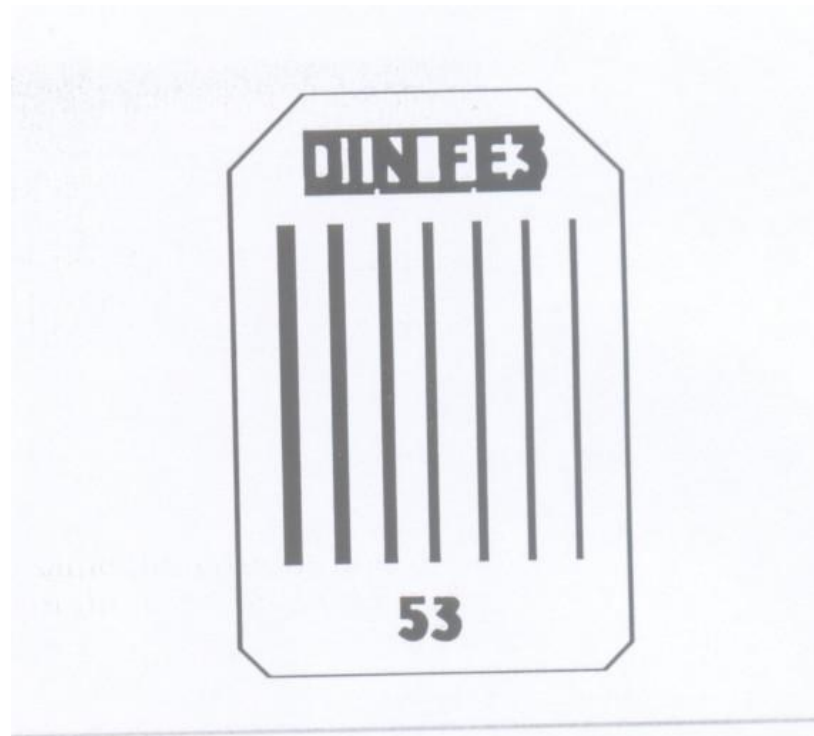


Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI)

PENETRAMETRO (IQI) DIN 54109 (Alternativo al ASTM E747)



Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA Selección del agujero y alambre esencial (ASME V Art.2)

TABLE T-276
IQI SELECTION

Nominal Single-Wall Material Thickness Range		IQI			
		Source Side		Film Side	
		Hole-Type Designation	Wire-Type Essential Wire	Hole-Type Designation	Wire-Type Essential Wire
in.	mm				
Up to 0.25, incl.	Up to 6.4, incl.	12	5	10	4
Over 0.25 through 0.375	Over 6.4 through 9.5	15	6	12	5
Over 0.375 through 0.50	Over 9.5 through 12.7	17	7	15	6
Over 0.50 through 0.75	Over 12.7 through 19.0	20	8	17	7
Over 0.75 through 1.00	Over 19.0 through 25.4	25	9	20	8
Over 1.00 through 1.50	Over 25.4 through 38.1	30	10	25	9
Over 1.50 through 2.00	Over 38.1 through 50.8	35	11	30	10
Over 2.00 through 2.50	Over 50.8 through 63.5	40	12	35	11
Over 2.50 through 4.00	Over 63.5 through 101.6	50	13	40	12
Over 4.00 through 6.00	Over 101.6 through 152.4	60	14	50	13
Over 6.00 through 8.00	Over 152.4 through 203.2	80	16	60	14
Over 8.00 through 10.00	Over 203.2 through 254.0	100	17	80	16
Over 10.00 through 12.00	Over 254.0 through 304.8	120	18	100	17
Over 12.00 through 16.00	Over 304.8 through 406.4	160	20	120	18
Over 16.00 through 20.00	Over 406.4 through 508.0	200	21	160	20

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

Identificación del alambre esencial SA-747 (ASME V Art.2)

TABLE T-233.2
WIRE IQI DESIGNATION, WIRE DIAMETER,
AND WIRE IDENTITY

Set A			Set B		
Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity
0.0032	(0.08)	1	0.010	(0.25)	6
0.004	(0.10)	2	0.013	(0.33)	7
0.005	(0.13)	3	0.016	(0.41)	8
0.0063	(0.16)	4	0.020	(0.51)	9
0.008	(0.20)	5	0.025	(0.64)	10
0.010	(0.25)	6	0.032	(0.81)	11
Set C			Set D		
Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in.	(mm)	Wire Identity
0.032	(0.81)	11	0.100	(2.54)	16
0.040	(1.02)	12	0.126	(3.20)	17
0.050	(1.27)	13	0.160	(4.06)	18
0.063	(1.60)	14	0.200	(5.08)	19
0.080	(2.03)	15	0.250	(6.35)	20
0.100	(2.54)	16	0.320	(8.13)	21

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

Identificación del alambre esencial alternativo DIN 54109

TABLA SEGUN DIN 54109

DIN Fe 10/16 Drahtdurchmesser (Dia. del alambre) mm (pulg.)	Bildguete Klasse I (Calidad Clase I) Alta Sensitividad		Bildguete Klasse II (Calidad Clase II) Sensitividad Normal	
	Wanddicke (Espesor de pared mm)	Bildguete Zahl (No. alambre)	Wanddicke (Espesor de pared mm)	Bildguete Zahl (No. alambre)
0.40 mm (0.016")	>32-40	10	>16-25	10
0.32 mm (0.013")	>25-32	11	>10-16	11
0.25 mm (0.010")	>16-25	12	>8-10	12
0.20 mm (0.008")	>10-16	13	>6-8	13
0.16 mm (0.006")	>8-10	14	0-6	14
0.13 mm (0.005")	>6-8	15	---	---
0.10 mm (0.004")	0-6	16	---	---

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III

3. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CALIDAD RADIOGRAFICA

Identificación del alambre esencial API 1104

Table 7—Thickness of Pipe Versus Diameter of ASTM E 747 Wire Penetrameter

Pipe Wall or Weld Thickness		Essential Wire Diameter		ASTM Set Letter
Inches	Millimetres	Inches	Millimetres	
0–0.250	0–6.4	0.008	0.20	A
> 0.250–0.375	> 6.4–9.5	0.010	0.25	A or B
> 0.375–0.500	> 9.5–12.7	0.013	0.33	B
> 0.500–0.750	> 12.7–19.1	0.016	0.41	B
> 0.750–1.000	> 19.1–25.4	0.020	0.51	B
> 1.000–2.000	> 25.4–50.8	0.025	0.64	B

Ing. Adalberto Ruiz LL.
ASNT ACCP Prof. Level III