

Tema 13
CURVA CARACTERISTICA DE LA PELICULA RADIOGRÁFICA
Miguel Alcaraz Baños

Objetivos:

1. Exponer las formas de obtener una Curva Característica de una película radiográfica
2. Explicar el objetivo de la densitometría
3. Enumerar las partes de una Curva característica de la película radiográfica
4. Enumerar los elementos y puntos de interés práctico que muestra una curva característica de la película radiográfica
5. Explicar el interés de conocer el valor del velo de la película radiográfica
6. Exponer diferentes situaciones que producen el aumento del velo de la película radiográfica
7. Exponer el concepto de sensibilidad de la película radiográfica.
8. Explicar el concepto de contraste radiológico y la obtención cuantitativa del factor de contraste
9. enumerar las relaciones entre el procesado radiológico automático y la curva característica
10. Describir como se podrían comparar las características de dos películas radiográficas para seleccionar la película menos sensible pero de mayor resolución
11. Enumerar las ventajas de utilizar la utilización de la curva característica en el cuarto oscuro de una sala de radiodiagnóstico.

Tema 13
CURVA CARACTERÍSTICA DE LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA
Miguel Alcaraz Baños

La imagen radiológica es el resultado de la absorción de la energía de radiación por parte de los haluros de plata que componen la emulsión fotográfica de la película radiográfica. Una vez que se ha expuesto, si se revela la película impresionada se observarán diferentes grados de ennegrecimiento (o escala de grises) según la atenuación que haya sufrido el haz de radiación al atravesar el paciente radiografiado. Este ennegrecimiento de la película no es uniforme, encontrando tonos muy claros y tonos oscuros, pasando por una escala intermedia de grises muy amplia. Cada uno de los tonos de escala de grises representados en la radiografía se corresponde con una densidad óptica determinada que se puede cuantificar numéricamente con los instrumentos adecuados.

Cada una de las densidades ópticas contenidas en una radiografía se debe a las diferentes exposiciones producidas en cada uno de los puntos que componen esa imagen radiológica.

13.1. SENSITOMETRÍA

La Sensitometría se define como la parte de la Fotografía que establece una relación entre las densidades ópticas producidas por las diferentes exposiciones en una película radiográfica. Así pues, la Sensitometría relaciona todos los aspectos de la exposición, el revelado y los ennegrecimientos obtenidos, constituyendo una herramienta de trabajo básica para el técnico radiógrafo, ya que le permite realizar el control de calidad del cuarto oscuro, el procesado radiológico y el control de los materiales utilizados en la obtención de la imagen en cada una de las salas de radiodiagnóstico.

La Sensitometría constituye el test básico diario que se debe realizar todos los días en cada una de las salas con reveladora automática (procesadora automática o luz día) antes de comenzar a trabajar realizando cualquier tipo de exploración al primer paciente; permite la valoración de los elementos más importantes que se emplean para la obtención de la imagen radiológica, poniendo de manifiesto su adecuado estado para permitir obtener una imagen de suficiente calidad técnica y diagnóstica.

La Sensitometría de una instalación se puede realizar de dos formas diferentes:

1.- mediante la utilización de una cuña sensitométrica (Fig.13.1) que colocada sobre un chasis cargado se realiza una exposición radiológica para obtener una imagen en escalera con diferentes ennegrecimientos (o escala de grises) (Fig.13.2) y que suponen diferentes densidades ópticas, sobre cada uno de esos escalones se procede a su medida y cuantificación para obtener unos valores con los que construir una curva sencilla.

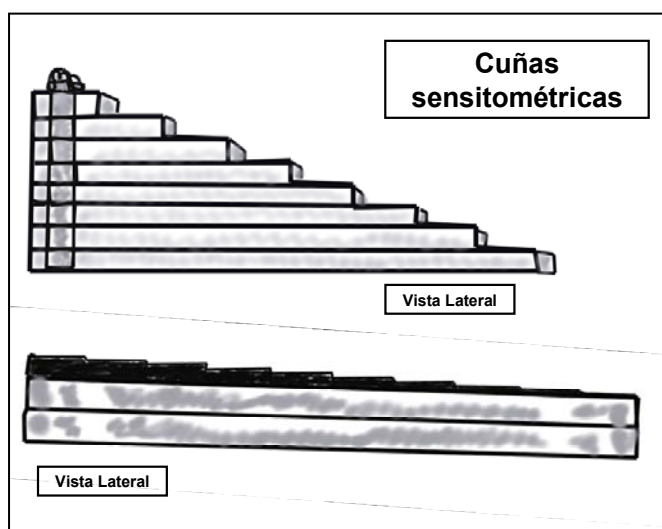


Fig.13.1: Diferentes cuñas sensitométricas.

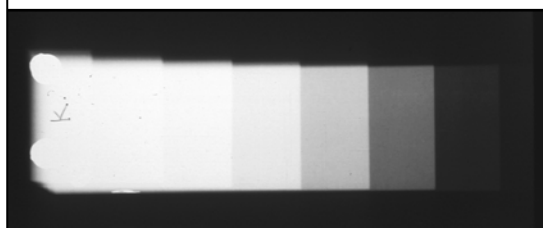


Fig.13.2.: Densidades ópticas por cuña sensitométrica

2.- mediante la realización de una “sensitometría”, en la cual , y sin mediar exposición a los rayos X, se procede a impresionar una película radiográfica mediante un instrumento denominado sensitómetro (Fig.13.3) que proporciona 21 escalones de diferente y creciente intensidad luminosa para, posteriormente, proceder a su revelado en procesadora automática, y obtener 21 escalones o densidades ópticas grises diferentes (Fig.13.4), que constituyen las densidades ópticas que se pueden medir y cuantificar para obtener la Curva Característica de esa película radiográfica impresionada en esa instalación y para la procesadora específica utilizada.

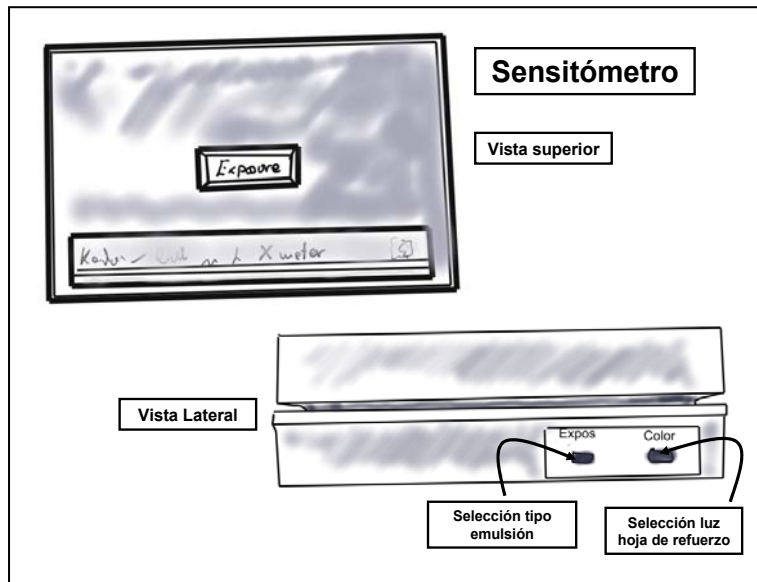


Fig.13.3: Sensitómetro.

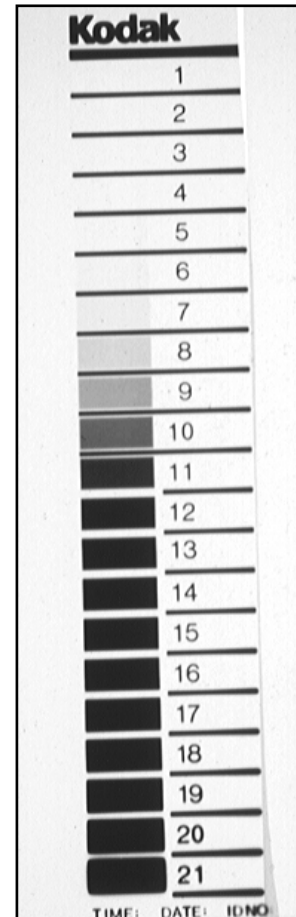


Fig.13.4: Densidades ópticas obtenidas por densitometría.

El sensitómetro impresionará la película con 21 intensidades de luz diferentes en orden creciente y de forma muy precisa. En este instrumento se deben seleccionar previamente a la exposición de la película que se realiza en cuarto oscuro, el número de emulsiones fotográficas de las que esté dotada la película radiológica, así como la longitud de onda para la que su emulsión es sensible (azul o verde) (Fig.13.3).

Una vez obtenida, por cualquiera de los dos procedimientos anteriores (sensitómetro o cuña sensitométrica), la escalera de grises o de densidades ópticas, es preciso medir y cuantificar el ennegrecimiento producido (el valor numérico de cada una de esas densidades ópticas) para cada uno de los escalones obtenidos. Para ello se utiliza otro instrumento denominado Densitómetro. El Densitómetro es un sencillo aparato que emite un fino haz luminoso que, tras traspasar la porción interpuesta de la película radiográfica impresionada, llega hasta un receptor que es capaz de cuantificar la cantidad de luz que es capaz de atravesar esa porción de película. Evidentemente, cuanto más transparente sea la zona de la película radiográfica analizada, mayor cantidad de luz la atravesará y alcanzará al receptor que será capaz de cuantificarla; en este caso, la densidad óptica medida (transparencia) se acercará al valor de 0.

Sin embargo, cuanto más ennegrecida se encuentre la zona de la película radiográfica analizada, menos cantidad de luz será capaz de atravesar esa zona y llegar al receptor que será capaz de

cuantificarla; en este caso la densidad óptica (ennegrecimiento) estará próxima al valor 3,5 o incluso valores mayores. La densidad óptica se determina como un valor numérico sin unidad específica.

Existen diferentes tipos de densitómetros que realizan la lectura de la densidad óptica de las películas impresionadas por el sensitómetro de forma automática o semiautomática (Fig.13.5), manual (Fig.13.6) o incluso son instrumentos fácilmente transportables y portátiles (Fig.13.7)

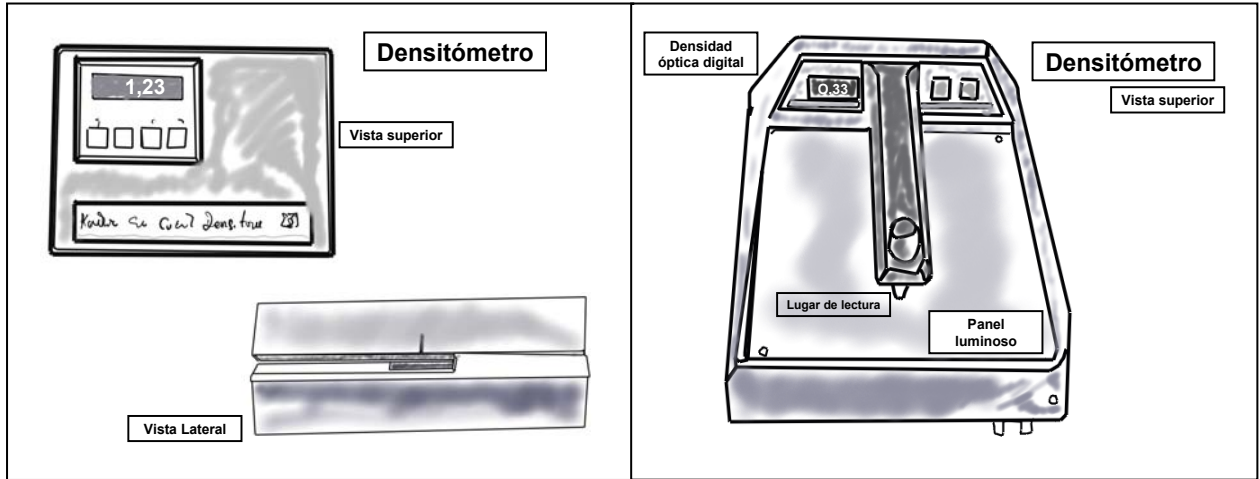


Fig.13.5: Densitómetro semiautomático

Fig.13.6: Densitómetro manual.

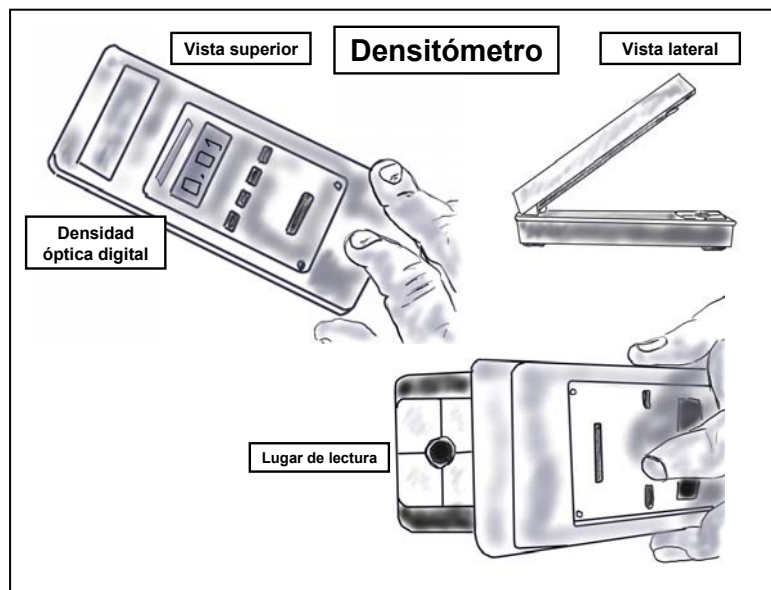


Fig.13.7: Densitómetro portátil

Al final, lo que se obtiene de la medida de cada uno de los 21 escalones impresionados por el sensitómetro son 21 valores diferentes de densidad óptica (del 0,15 hasta el 3,7) que siguen un orden creciente, y que pueden ser traspasados a una gráfica con escala logarítmica para la obtención de una Curva. La curva obtenida de esta forma se denomina **Curva Característica de la película radiográfica** (Fig.13.8), y por sí sola es capaz de dar una información muy valiosa sobre los elementos más importantes que intervienen en la cadena de obtención de una imagen radiológica. Es capaz de poner de manifiesto numerosas alteraciones en esa cadena de obtención de la imagen mucho antes de que sean capaces de ser observados por cualquier otro procedimiento, permitiendo conocer cuales son los elementos alterados y permitiendo valorar si las modificaciones correctoras son suficientes para eliminar el problema. Por ello, se debe hacer todos los días en todas las instalaciones, antes de comenzar a trabajar con los pacientes. Ello permite comenzar a trabajar con la seguridad de que todos los parámetros envueltos en la obtención de la imagen se encuentran en

condiciones suficientemente adecuadas para su empleo para la obtención de una imagen diagnóstica.

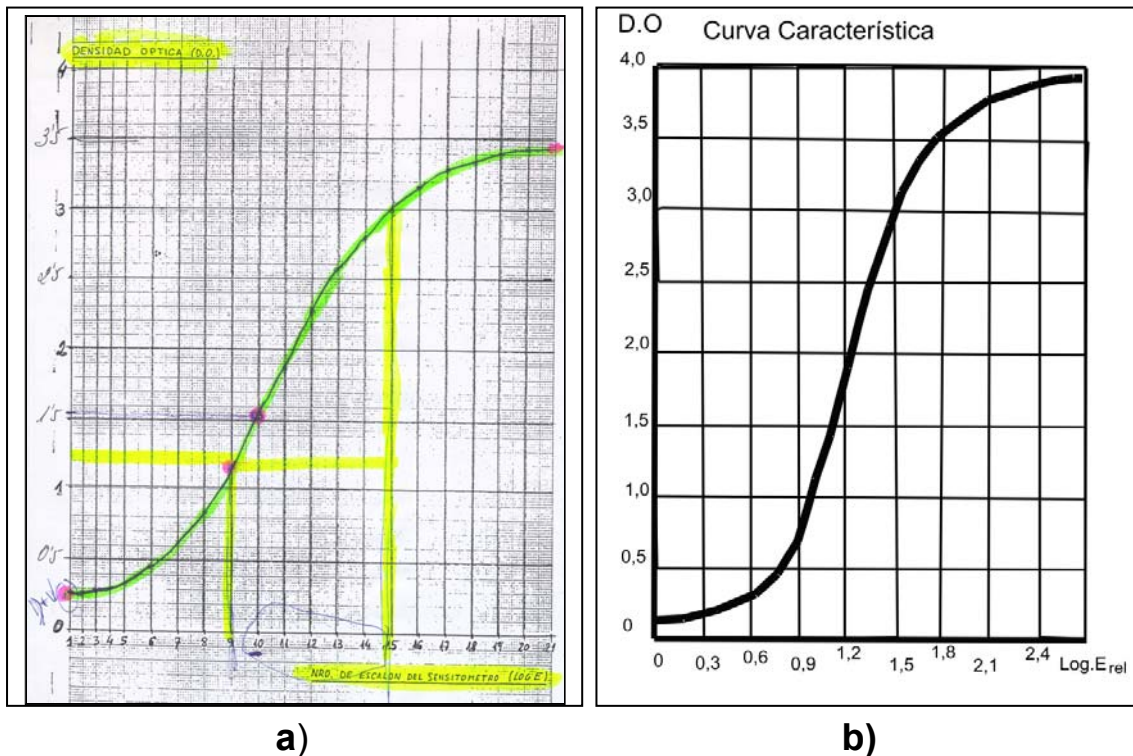


Fig.13.8: Curva característica de la película radiológica: a) curva manual sobre plantilla; b) En escala logarítmica

Aunque construir la curva sobre una gráfica a escala logarítmica puede entorpecer la obtención manual de la misma, existen diferentes razones para su utilización: facilidad en la expresión de la gráfica sobre papel, similitud en la percepción de las intensidades luminosas por el ojo humano, facilidad en interpretar la forma y los valores obtenidos en la curva. En la práctica se reduce a tener preparada una plantilla con los valores adecuados de los escalones y la densidad óptica sobre la que traspasar los valores cuantificados por el Densitómetro.

En una radiografía médica los valores máximos y mínimos de densidad óptica tienen muy poca utilidad diagnóstica, sobre todo si se tiene en cuenta que en una radiografía las estructuras anatómicas y patológicas que aportan mayor información diagnóstica suelen tener densidades ópticas comprendidas entre 0,2 y 2,0. Considerando estos valores de ennegrecimiento o densidad óptica, se puede apreciar que las zonas que han producido poca o ninguna atenuación del haz de radiación y que aparecerán negras en la radiografía, tienen densidades entre 2,5 y 3,0. Las densidades ópticas de valor superior, resultan tan negras que incluso es difícil que el ojo humano pueda apreciar alguna diferencia. Por contra, densidades ópticas muy claras, por debajo de 0,25, también aportarán una información de escaso valor diagnóstico, puesto que resultan demasiado blancas como para poder distinguir ninguna estructura en ellas. Como consecuencia de lo anterior, se definió el concepto de **margen de densidad útil** al comprendido entre los valores de densidad 0,25 y 2,0, ya que densidades por encima de 2,5 y por debajo de 0,25 aportan muy poca información, son poco útiles por tanto para ayudar a un diagnóstico preciso. Estos márgenes de densidades ópticas útiles coincidirán con lo que se denominará Parte Recta de la Curva característica

13.2. CURVA CARACTERÍSTICA DE LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA

La curva característica de una película radiográfica es la representación gráfica de la relación existente entre el logaritmo decimal de la exposición y la densidad óptica. Los valores de log E se representan en abscisas y el valor de la densidad óptica (ennegrecimiento) se representa en

ordenadas. El término E se refiere a los miliamperios por segundo, mAs, que se han utilizado en un disparo o exposición radiológica. En la obtención de la curva característica, se utilizan generalmente los valores del logaritmo de la exposición relativa ($\log E_{rel}$) ya que en radiografía se utiliza con mayor frecuencia que los valores absolutos.

De forma más sencilla, la dosis de radiación o exposición realizada se representa en el eje de abscisas y el ennegrecimiento de la película radiográfica densidad óptica en el eje de ordenadas. En la Curva característica, que presenta una forma de S itálica, se pueden distinguir diferentes porciones de interés práctico (Fig.13.8 y Fig.13.9):

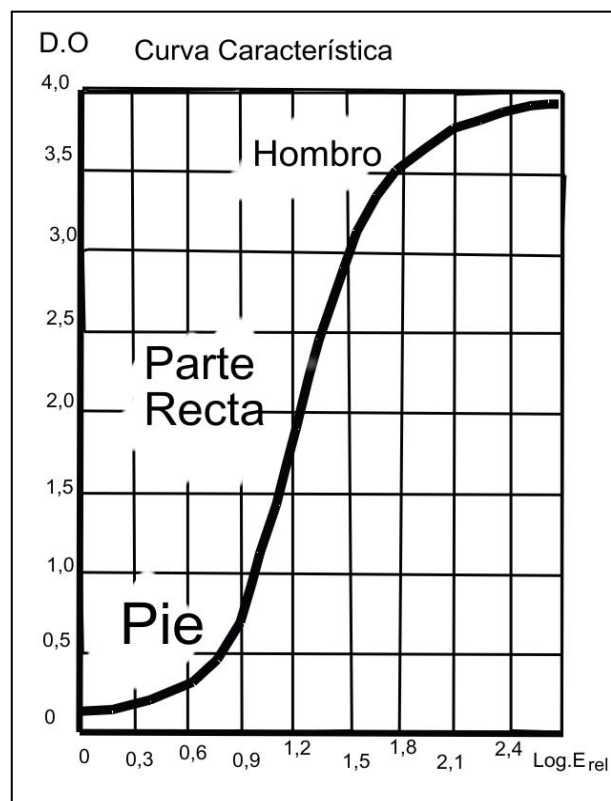


Fig.13.9: Partes diferenciables de una Curva característica de la película radiológica.

- **PIE DE LA CURVA O TALÓN:** corresponde a las densidades ópticas más bajas y por tanto a la lectura de los escalones más claros de la escalera sensitométrica.

- **PARTE RECTA DE LA CURVA:** donde la curva asciende rápidamente formando una recta, de manera que cualquier incremento en la exposición o dosis de radiación, aunque sea mínimo, produce un marcado aumento en los valores de la densidad óptica (ennegrecimiento). Constituye la zona en donde se encuentra el denominado margen de densidades útiles; siendo ésta una de las partes que mayor información aporta sobre las características fotográficas de la película que se está estudiando. Por esta razón, es necesario prestar especial atención a este tramo cada vez que haya que comparar diferentes películas sobre todo porque constituye la escala de grises que se puede obtener en cada exposición con una determinada película y coincide con la escala de grises de interés diagnóstico en Medicina.

- **HOMBRO:** se aprecia un crecimiento de la curva moderado, de tal modo que, según van aumentando los valores de la exposición, menores van siendo los incrementos en la densidad. El punto más elevado de la curva coincide el *valor de la densidad máxima*. En ocasiones, a partir del *punto de densidad máxima* se produce un fenómeno aparentemente ilógico como es que a medida que aumentan los valores de la exposición, los correspondientes a la densidad óptica comienzan a decrecer y se denomina *región de solarización*. Para que la solarización ocurra es necesario que los

valores de la exposición sean muchísimo más elevados que los utilizados normalmente, lo cual ocurre por ejemplo cuando se deja por descuido una película en la sala radiográfica durante cierto tiempo, o bien cuando se deja una película durante mucho tiempo expuesta a la luz, en las que se podrá observar, una vez reveladas, que salen blancas (o grises) en vez de intensamente ennegrecidas.

13.4. INFORMACIÓN QUE APORTA LA CURVA CARACTERÍSTICA.

Hasta este momento, se han expuesto, de forma teórica, las partes fundamentales que componen la curva característica; pero su utilidad es enorme ya que sabiendo interpretar su forma, y lo que define cada una de sus partes, se podrá obtener una información detallada de una determinada película. Podría decirse, en cierta manera, que la curva característica puede ser considerada como el documento de identidad de una película radiográfica y que desvela todas sus características.

A partir de la gráfica obtenida para la realización de la Curva característica de la película radiográfica se extraen los siguientes valores de utilidad práctica:

1. Densidad de base:

Es la densidad óptica que corresponde a la absorción del soporte o poliéster de la película radiográfica de un proceso de revelado sin exposición a la radiación. Representa la densidad óptica que absorben los propios materiales de los que está construido el plástico o poliéster de soporte de la película radiográfica.

2. Velo:

Es el aumento de la densidad óptica que presentan los blancos sobre la densidad de base de una película procesada normalmente. El velo es un defecto tolerado de la película, y es el resultado de un ligero depósito de plata producido por el revelado, sin la intervención de la luz o la radiación. El velo aumenta con la edad de la película y es uno de los factores determinantes de su caducidad; también aumenta con la inadecuada iluminación del cuarto oscuro (entradas de luz y alteraciones en los filtros de seguridad), con la radiación dispersa que incide sobre la película y con un revelado defectuoso (exceso de temperatura, exceso de tiempo o sobrerregeneración de líquidos). Es un valor numérico fácil de obtener y que pone de manifiesto numerosos tipos de manipulaciones inadecuadas de la película radiográfica con consecuencias importantes en la calidad diagnóstica de la imagen radiológica obtenida.

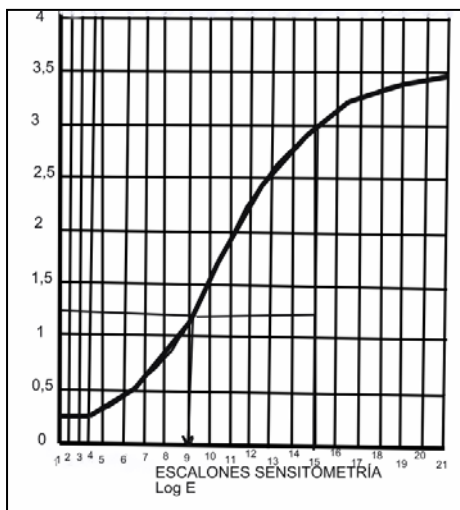
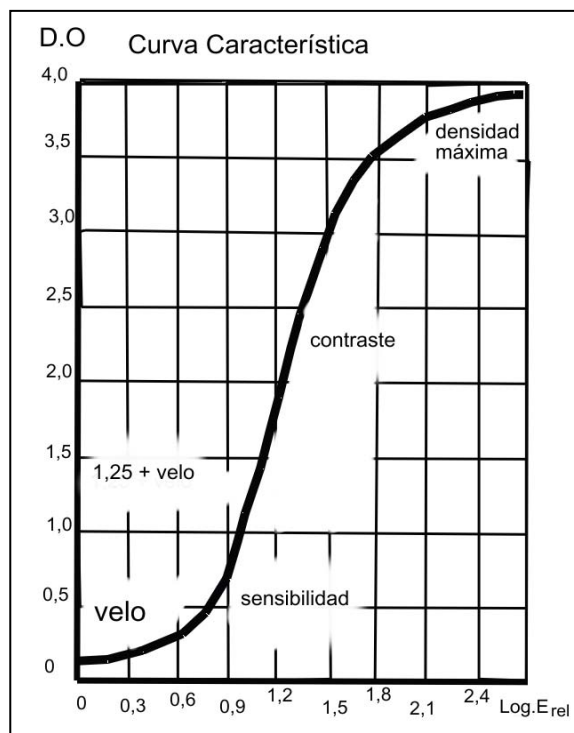


Fig.13.10: valores que aporta la Curva característica de la película radiológica.



En la práctica, la densidad de base y el velo se miden conjuntamente en el escalón número 1 de la sensitometría. No debe superar los valores de 0,18 en mamografía, ni de 0,21 en radiología convencional. Cuando el velo aumenta se limita la capacidad de información diagnóstica de la película radiológica, ya que al suprimir las zonas más blancas de la película los grises se oscurecen. En mamografía las microcalcificaciones más pequeñas y en el límite de la visibilidad, al agrisarse, desaparecerían completamente de la imagen, impidiendo su visualización y como consecuencia su diagnóstico.

3. Sensibilidad:

La sensibilidad se define como el mayor ennegrecimiento de la película radiográfica obtenida con la menor dosis de radiación posible. Es decir, entre dos películas expuestas a una misma dosis de radiación será la más sensible aquella que presente el mayor ennegrecimiento. En términos prácticos, sensibilidad, rapidez y velocidad de la película radiográfica son términos sinónimos que definen una misma cosa en la película radiográfica.

Se evalúa como el inverso de la exposición necesaria para obtener una densidad o un efecto fotográfico deseado. La densidad elegida habitualmente en radiodiagnóstico general es un valor arbitrario que coincide con la siguiente expresión: $1/25 + \text{Velo}$.

En la práctica, basta observar la curva característica de dos películas radiográficas para conocer la película que presenta una mayor sensibilidad/velocidad /rapidez radiológica: será aquella que tiene la pendiente o parte recta de la curva más cercana al eje de ordenadas. Cualquier película cuya curva quedase situada a la derecha de otra tendrá un valor de sensibilidad inferior, lo que indicará que es preciso aumentar la dosis de exposición (dosis de radiación) con el propósito de obtener una curva próxima o idéntica a la descrita. Por ello, una curva situada a la derecha de otra procede de una película más lenta, menos veloz o menos sensible que aquella (Fig.13.12).

4. Gamma (γ):

Es el término matemático que cuantifica el contraste de la película radiográfica. Corresponde a la pendiente del tramo recto de la curva característica y se denomina también **factor de contraste**. El factor de contraste se obtiene del cociente entre los valores obtenidos entre la densidad óptica de la parte recta de la curva característica (b) (Fig.13.11 y Fig.13.12) y la exposición o dosis de radiación que la produce (a).

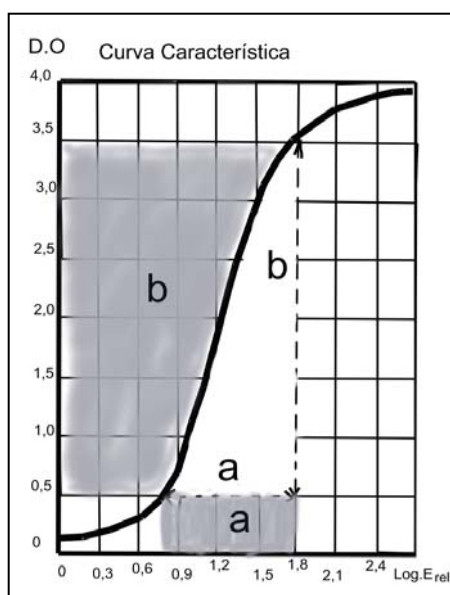


Fig.13.11: Obtención de gamma (γ): contraste de la película radiológica.

Por ello, cuanto mayor sea las densidades ópticas (o escala de grises) obtenidas con la menor variación de la exposición (o dosis de radiación), tanto mayor será el contraste de esa película. Coloquialmente se resume diciendo que “cuanto mayor es la escala de grises obtenida mayor es el contraste de la película”. Sin embargo esto se denomina como “contraste radiológico”, para diferenciarlo de un concepto radicalmente opuesto como es el de “contraste” exclusivamente físico. Una película con gran contraste físico es aquella que pasa del blanco al negro rápidamente; mientras que una película con gran “contraste radiológico” es aquella que presenta una gran cantidad de grises intermedios entre el blanco y negro. Estos conceptos suele suponer un problema de interpretación para el técnico radiólogo, ya que una película de gran contraste “físico” corresponde a una película de escaso nulo contraste “radiológico”.

En la práctica, basta observar la curva característica de dos películas radiográficas para conocer la película que presenta un mayor contraste radiológico: será aquella que tiene la pendiente o parte recta de la curva más verticalizada (Fig.13.13).

El factor de contraste (γ) es de gran importancia en radiodiagnóstico, pues significa que un detalle del paciente es multiplicado por el valor de gamma (γ) en su reproducción radiológica; y, como suelen ser valores superiores a 2, aumenta la capacidad de percepción de las lesiones cuando se utiliza el radiodiagnóstico

5. Densidad máxima:

Es el máximo ennegrecimiento que se puede obtener con esta película. Suele tener un valor óptimo para un negatoscopio normalizado que se sitúa en un valor próximo a la densidad 3,2-3,5.

13.4.1. SENSIBILIDAD DE LA PELICULA RADIOGRÁFICA.

La sensibilidad, velocidad, o rapidez de una película radiográfica se puede conocer interpretando su curva característica. Su mayor utilidad está en la comparación de dos películas diferentes, de dos pantallas intensificadoras con factor de refuerzo distinto, o de dos Unidades Película-Pantalla de diferentes características. La sensibilidad, velocidad o rapidez se puede definir como la capacidad de ennegrecerse más con la menor dosis de radiación. En general, se puede considerar que una película será tanto más sensible o rápida, cuanto menor sea la exposición requerida para obtener una determinada densidad.

Si observamos la Fig.13.12., se representan dos curvas características de dos películas diferentes, se puede observar que la curva que presenta mayor sensibilidad, es más rápida o tiene mayor velocidad es la que consigue la densidad óptica prefijada ($1'25 + \text{velo}$) con la menor exposición (Log E_{rel}), y que en nuestra gráfica corresponde a la Curva A.

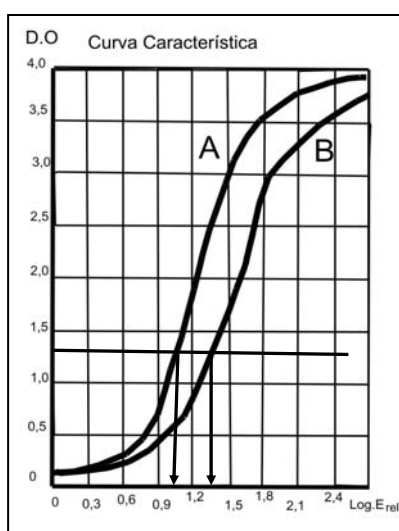


Fig.13.12: Comparación entre sensibilidades de distintas películas radiográficas.

Así, siempre que se comparen dos curvas características para determinar la película más sensible, se puede afirmar que:

- La curva que quede **MÁS PRÓXIMA** al eje de ordenadas será la **MÁS SENSIBLE**. También se podría expresar diciendo que la curva que esté situada más a la **DERECHA**, será la más **LENTA**, menos veloz o menos sensible.
- La curva que quede **MÁS ALEJADA** del eje de ordenadas será la **MENOS SENSIBLE** de las películas que se estén comparando.

Una película va perdiendo sensibilidad con el paso del tiempo de forma continuada. Desde su fecha de fabricación, se puede observar como su curva característica va desplazándose de forma progresiva y rápida hacia la derecha, poniendo de manifiesto su pérdida de sensibilidad, velocidad o rapidez hasta que se hace inadecuada para su utilización en clínica, constituyendo uno de los valores para la determinación de la fecha de caducidades de dichas películas. A nivel práctico, esta situación explica la necesidad de utilizar siempre las películas lo más próximo posible a su fecha de fabricación, por lo que no es adecuado mantener un stock durante mucho tiempo en los servicios de radiodiagnóstico. Por la misma razón se impone la recomendación de utilizar siempre las películas con fecha de fabricación más reciente, ya que se encuentran en mejores condiciones que el resto. Todo ello, además, con la consideración de que corre algo similar con el resto de valores estudiados de la película radiográfica determinados mediante la curva característica de la película radiológica.

13.4.2 .CONTRASTE DE LA PELICULA RADIOGRÁFICA.

El contraste de la película radiológica corresponde a la capacidad de ésta de poner de manifiesto la mayor gama o escala de grises con una misma dosis de radiación. Por ello, cuanto más perpendicular sea la parte recta de la curva característica, mayor es el contraste de una película radiológica.

En la Fig.13.13., se observan tres curvas pertenecientes a tres películas radiológicas diferentes, y en donde la película número 1 presenta el Mayor o Mejor contraste de las tres estudiadas.

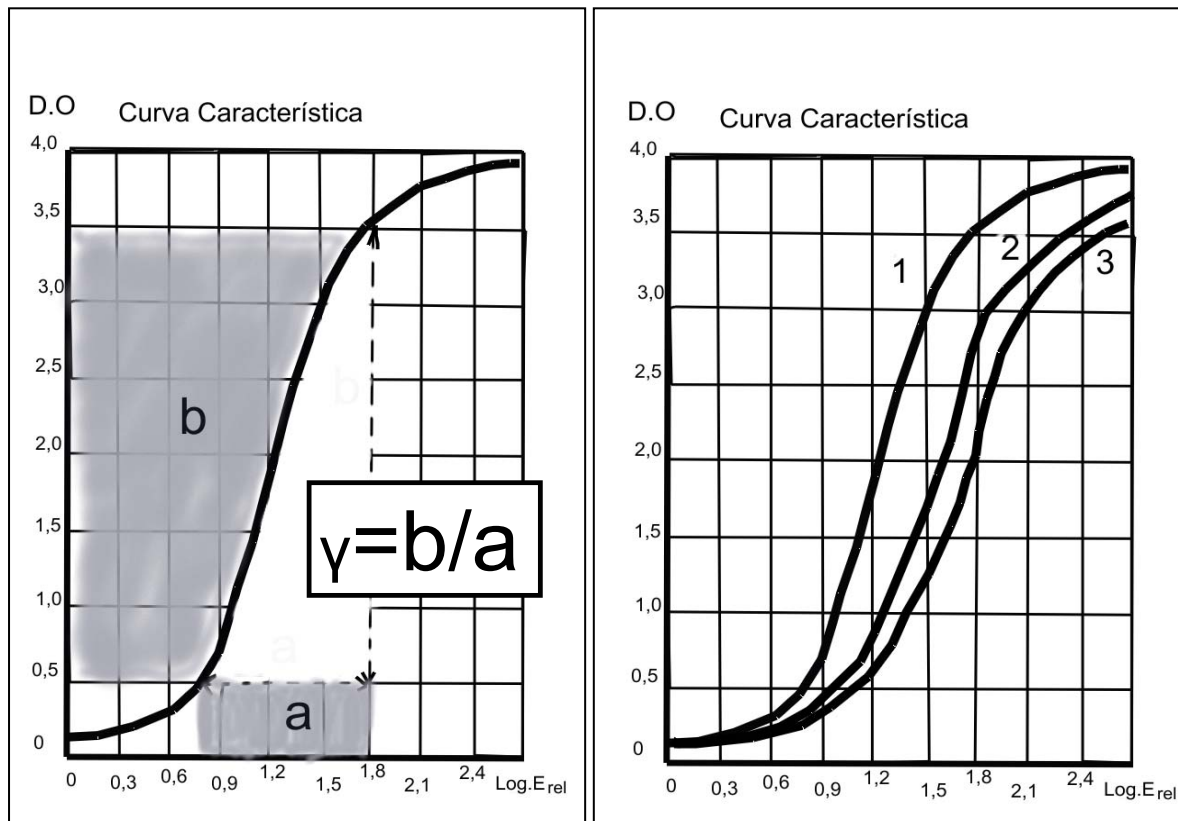


Fig.13.13: Comparación entre el contraste radiológico de distintas películas radiológicas. La película número 1 tiene mayor contraste radiológico y también mayor sensibilidad (más próxima al eje de ordenadas).

Sin embargo, el único inconveniente de poseer este gran contraste en la película radiográfica estriba en que la exposición necesaria para ponerla de manifiesto (la técnica radiológica), que ha de seleccionar el técnico radiógrafo precisa ser muy exacta y minuciosa, ya que una ligera modificación de los parámetros técnicos (mA, kV o tiempo), nos podría colocar fuera de la gama de grises y produciría imágenes subexpuestas (nos quedamos cortos) o sobreexpuestas (demasiada técnica) con gran facilidad; lo cual produciría errores frecuentes y numerosas repeticiones. Por ello, no se dota de toda la capacidad de contraste a las películas radiográficas como técnicamente podría ser posible.

Dado que la latitud de la película radiológica es la inversa del contraste, se puede decir que cuando una película tiene mucho contraste radiológico, tiene también una escasa latitud. Pero que cuando una película radiológica tiene poco contraste radiológico, esa película posee una gran latitud. Habitualmente se insiste en la propiedad de algunas películas radiográficas que, gracias a presentar una gran latitud, permiten obtener películas correctamente expuestas, incluso si el técnico radiógrafo se equivoca notablemente en los parámetros técnicos de exposición seleccionados. Lo que es dado como virtud de este tipo de película radiográfica corresponde a características de contraste radiológico muy escasos.

Basándonos en lo anterior, será fácil comprender que cuando se hable de una determinada curva característica, es necesario especificar todas aquellas condiciones bajo las que ha sido obtenida, ya que cada curva característica es específica de una determinada película y única para un determinado conjunto de condiciones (procesadora, tiempo y líquidos de revelado), por lo que cualquier información de la misma sólo será válida para las condiciones previamente establecidas. Por eso, el interés de la obtención de la curva característica esta en la comparación día tras día de las curvas obtenidas en una misma instalación, ya que permite el control de los parámetros estudiados y sirve para la detección precoz de los problemas técnicos que pueden aparecer en esa instalación. Hoy día, se recomienda la sensitometría diaria en cada instalación ya que supone el control de las variables de la procesadora automática y del revelado radiográfico que suelen ser el origen de los problemas más frecuentes en una instalación radiológica.

En la práctica, cuando ya se conocen los principios en los que se basa la obtención de la curva características y se esta familiarizado con la interpretación de sus resultados todo el proceso puede realizarse en unos pocos segundos, ya que el escalón número 1 pone de manifiesto el valor del velo, el escalón 21 el valor de la densidad máxima y el escalón 9,10 u 11 (se puede elegir entre ellos) daría una densidad óptica que serviría de referencia y control en sucesivas lecturas, considerándose correctas si no se produce una gran dispersión entre los valores obtenidos.

13.5. .INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DEL REVELADO RADIOGRÁFICO.

La curva característica, aún es mayor la influencia que tienen sobre ésta las condiciones de procesado a las que sea sometida, para lo cual se analizará por separado cada una de ellas, pone de manifiesto las condiciones en las que se está realizando el revelado automático de la película, ya que cualquier alteración del mismo puede provocar alteraciones en la curva característica. Así, se pueden controlar los siguientes parámetros:

a) Temperatura del revelador

Los cambios en la temperatura del revelador pueden ser tanto por su aumento como por su descenso. Conforme aumenta la temperatura del revelador aumenta la densidad media de la película. Cuando aumenta la temperatura del revelador también se produce un aumento del velo, así como de la sensibilidad de la película.

b) Tiempo de revelado

El aumento en el tiempo de revelado aumenta el velo de la película en la curva característica, tanto más cuanto mayor sea la temperatura, llegando incluso a alcanzar un valor tan elevado que produzca una imagen de calidad inaceptable. Sin embargo el contraste radiológico puede aumentar al principio con ligeros aumentos de temperatura hasta un punto a partir del cual comienza a disminuir rápidamente. Por último, si se aumenta el tiempo la película en el líquido revelador también se produce un marcado incremento del ennegrecimiento de la película que puede ser interpretado como un aumento de su sensibilidad radiológica.

Hoy día, el revelado radiológico mediante procesadora automática es la forma habitual de trabajar en radiodiagnóstico, por lo que la curva característica de la película radiográfica se utiliza para el mantenimiento y control de calidad de las mismas.

c) Concentración del revelador

El aumento en la concentración del revelador producirá un incremento en la velocidad y el contraste de la película radiográfica, así como y un incremento ligero del velo de la misma. Por el contrario, si el líquido revelador llega a contaminarse con líquido fijador, por pequeña que sea la cantidad de esa mezcla, se apreciará un aumento significativo del velo y de la velocidad de la película, con una pérdida del contraste radiológico.

En resumen, cuando se trabaje con curvas características y se quiera obtener una información concluyente sobre determinados aspectos de la película radiográfica, será obligado obtenerlas siempre bajo las mismas condiciones de exposición y revelado radiográfico. Por esta razón resulta muy difícil comparar la calidad de imagen exclusivamente por las curvas características obtenidas entre dos instalaciones radiológicas diferentes entre sí. Sin embargo, es un procedimiento idóneo y extremadamente útil para constatar el mantenimiento de los parámetros que previamente se han considerado adecuados en una misma instalación y sus modificaciones con el paso del tiempo y el desgaste de los materiales empleados.

En resumen la obtención e interpretación de una Curva **característica de una película radiológica** aporta la siguiente información de interés práctico en radiodiagnóstico:

1. Conocer el **velo de la película radiográfica** que es el origen en ordenadas de la curva característica. Ayuda a descartar las alteraciones que producen un incremento en el velo radiográfico y que, generalmente suelen agruparse en tres tipos de alteraciones en una instalación de radiodiagnóstico:
 - a) **Velo por luz:** producidas por entradas de luz al cuarto oscuro por rendijas en las puertas o alteraciones y grietas en la membrana de los filtros y luces de seguridad, o a la utilización de la luz de tubos fluorescentes que no permanecen completamente apagados, e incluso películas de cajas mal cerradas o que permanecieron abiertas con la luz del cuarto encendidas.
 - b) **Velo por radiación:** cuando la película radiográfica ha recibido pequeñas dosis de radiación pueden no velarse completamente, pero pueden presentar un aumento del valor del velo radiográfico: chasis cargados olvidados dentro de la sala, almacenamiento de películas en lugares cercanos a tubos de rayos X...etc.
 - c) **Velo por revelado:** el aumento de la temperatura del revelador, del tiempo de revelado, la sobrerregeneración del revelador o la contaminación del revelador por líquido fijador. Por todo ello, constituye un valor que se necesita determinar todos los días, antes de comenzar el trabajo diagnóstico.
2. La **sensibilidad o velocidad** de la película según su proximidad o lejanía al eje de ordenadas.
3. El **contraste radiológico** de una película determinada, para lo cual hay que fijarse en la inclinación de la parte recta de la curva.
4. La **densidad máxima** que corresponde a la parte más alta del hombro de la curva.

Posteriormente, como consecuencia de las anteriores, también es posible establecer:

5. La comparación de diferentes emulsiones de **películas fotográficas** para unas mismas condiciones de exposición y procesado.
6. La comparación de la velocidad de diferentes **pantallas de refuerzo**.
7. La **latitud** de la película para lo que se considera la inversa del contraste.
8. La zona de solarización, que comienza en el punto de densidad máxima, a partir del cual la curva comienza a decaer.
9. El **Control del revelado automático** de las películas sobre todo en lo referente al control de calidad y constancia en las procesadoras automáticas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.

ALCARAZ BAÑOS, M. (2002).- *Bases físicas y biológicas del radiodiagnóstico médico*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia, (pp. 21-36).

PIZZUTIELLO, R.J. y CULLINAN, J.E. (1999).- *Introducción a la Imagen radiográfica Médica*”. *División Diagnóstico por Imagen*, Kodak, Valencia

GARATE ROJAS, M (1988).- *Fundamentos de la Técnica radiológica*. Agfa-Gevaert-Ancora ediciones médicas, Barcelona

GONZÁLEZ RICO, J., DELABAT, R, y MUÑOZ, C. (1996). *Tecnología Radiológica*. Paraninfo, Madrid

BUSHONG, S. (1998).- *Manual de radiología para técnicos. Física, Biología y Protección Radiológica* (6ªed.). Harcourt & Brace, Madrid.