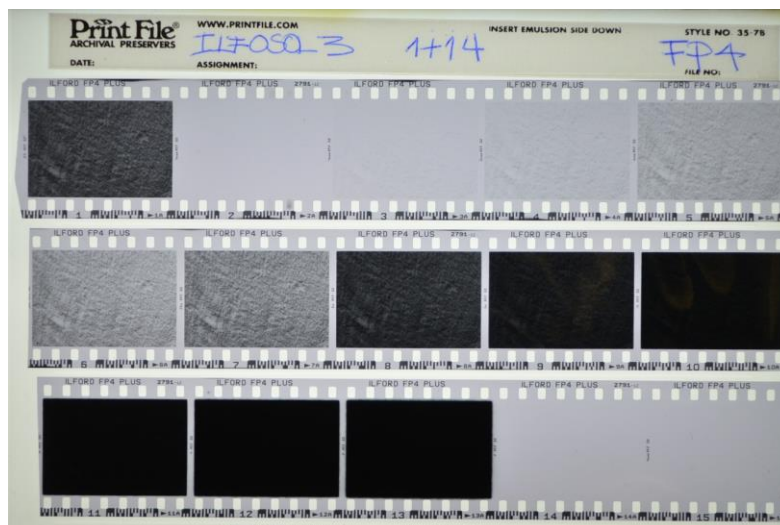


PROPUESTA METODOLÓGICA Y MODELO MATEMÁTICO PARA EL ESTUDIO Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ZONAS, EN EL REVELADO DE PELÍCULAS EN BLANCO Y NEGRO.



Rudolf Wedel

*Alajuela
2015-2016*

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer la colaboración de Juan Pablo García, estudiante de la carrera de Tecnología de la imagen, por la elaboración digital de las curvas características en una hoja de cálculo. A Stefanie González, profesora asistente de la carrera, por su limpio trabajo en el diseño del prototipo de la regla. A Josué Gamboa, Master en Física, profesor de la universidad y antiguo estudiante de foto, por su revisión a través del proceso de investigación

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimiento	1
Resumen ejecutivo	1
Resultados y conclusiones principales.	1
Antecedentes	2
Planteamiento del Problema de investigación	3
Objetivo de la investigación	3
Hipótesis.	1
Justificación	1
Metodología	1
MARCO REFERENCIAL	1
Sistema de zonas.....	1
Velocidades del obturador	3
Aberturas del diafragma.....	4
Sensibilidad espectral	6
Sensibilidad lumínica.....	6
Revelado Normal (N)	9
Discusión	10
METODOLOGÍA	11
Propuesta metodológica.....	12
La Toma	14
Materiales	14
Procedimiento	1
El revelado.....	2
Temperatura	3
Agitación	3
Reveladores	4

DD-X.....	5
Ilfosol 3.....	6
Baño de paro con indicador	6
Fijado.....	7
Lavado.....	9
Secado	10
Tabla resumen	10
Luego colgar en armario de secado. Dejar que seque naturalmente a temperatura ambiente.	11
La medición	11
La curva característica	12
Nuestras variables de la curva.....	14
Hipótesis N+, N-	14
La propuesta de modelo (hipótesis).....	17
La toma.....	17
El revelado.....	18
La medición	20
La curva	21
Interpolación.....	23
Resultados de las Curvas	24
Pan F+	24
Comentario	25
FP-4+	25
Comentario	26
HP-5+.....	26
Delta 100	27
Delta 400	28
Delta 3200.....	29
Diseño de regla.....	1



Conclusiones	2
Recomendaciones	1
Tabla de resultados	2
Bibliografía	4

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación tiene dos objetivos principales: por una parte una nueva metodología en la investigación del sistema de zonas creando un modelo matemático que nos llevarían al segundo objetivo: una regla de cálculo.

La metodología tradicional del sistema de zonas consiste en hacer varias pruebas, revelando más, revelando menos, hasta conseguir el resultado deseado. El método de prueba y error.

En esta investigación, en cambio, hemos utilizado el procedimiento de revelar $\times 0.7$ y $\times 2$ el tiempo normal de revelado, según el fabricante, lo que en teoría, equivaldría a $N-$ y $N+2$. A partir de los datos obtenidos por las dos curvas características las pusimos en relación y por interpolación, obtuvimos el resto de los resultados.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES PRINCIPALES.

Con respecto a la primera parte, una nueva metodología, el resultado fue exitoso aunque los parámetros obtenidos difieren de las expectativas. Partíamos de la hipótesis, experimentada anteriormente con reveladores tradicionales (D 76 o ID 11) de una variable de $1.4 (\sqrt{2})$ para el aumento y disminución de los revelados $N-$, $N+$. En vista de que cada película tiene un contraste inherente diferente suponíamos una variable en este coeficiente desde 1.2 hasta $1.7 (\sqrt{1.5}$ a $\sqrt{3})$. Sin embargo después de revelar y estudiar los resultados obtenidos la realidad fue totalmente diferente. El comportamiento de cada combinación película revelador fue prácticamente individual. Las variantes fueron tan diferentes que es imposible establecer constantes y por lo tanto un modelo



congruente.

Con la regla fue distinto. Un perfecto y rotundo fracaso. Al realizar la fase experimental notamos en la evaluación que cada una de las combinaciones película/revelador tenía un comportamiento distinto, un comportamiento individual. Partiendo de una regla teórica de coeficiente $\sqrt{2}$: 1,4 al comparar esta con las nuevas informaciones no había dos casos iguales, por lo tanto: es imposible encasillar estas conductas individuales en la camisa de fuerza de una regla igual, para todos los casos.

Se repite el caso de Sheimflug que fracasó en el intento de proporcionar una fórmula universal para el cálculo del fallo de la ley de reciprocidad- El comportamiento individual de cada película no permitió la creación de una fórmula. Pero se generó conocimiento nuevo.

En cambio si se pudo establecer una tabla de tiempos de revelado para cada N en cada una de las combinaciones película revelador. Este aspecto no estaba considerado al inicio sin embargo es el logro más importante y sustituye, la regla.

Antecedentes

En los cursos de revelado en blanco y negro se estudia el Sistema de Zonas y las variables en el contraste de la película. El sistema creado por Ansel Adams plantea revelar en diferentes tiempos hasta encontrar el resultado deseado. O sea el método de prueba y error y, anota que en una gran parte de los casos un 40% más se acerca al N+ y un 30% menos al N-. O sea un coeficiente $\sqrt{2}$.

Planteamiento del Problema de investigación

A pesar de la importancia que tiene el sistema de zonas para el dominio de la técnica de toma y revelado blanco y negro los procedimientos creados por sus inventores a mediados del siglo pasado son tan engorrosos que la gente a preferido ignorar la metodología. A los alumnos de la carrera de Tecnología de la Imagen también les parece complicado pero además un proceso caro, ya que deben usarse muchos rollos de películas para llegar a resultados aplicables en sus trabajos.

Es por ello que tratamos de sistematizar nuevos procedimientos que, sin afectar los resultados, simplifiquen los procesos.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Establecer una metodología nueva en la investigación del sistema de zonas que no sea tan engorroso como el actual y, sobre todo, que no sea necesario utilizar tantos revelados como en la actualidad.





Hipótesis.

Partimos de la hipótesis, expresada por Ansel Adams y ensayada por mi persona con materiales tradicionales, de que la variación del revelado mayor es de un 40% más y el menos de 30% o sea un Coeficiente de $\sqrt{2}$. Como los reveladores que vamos a utilizar son nuevos esperamos variantes en este comportamiento por lo que suponemos una variación entre $\sqrt{1.5}$ a $\sqrt{3}$.

Justificación

La investigación se justifica en el hecho de obtener procedimiento más simples y baratos para nuestros estudiantes en el estudio del sistema de zonas que hasta ahora ha desalentado a nuestros estudiantes por engorroso y caro.

Metodología

Corresponde a la descripción del plan ordenado de desarrollo de la investigación.

Después de una lectura y análisis crítico de la literatura consultada se procedió a realizar las diversas etapas de nuestro nuevo procedimiento.

1. Planificar la exposición y los dos revelados de todas y cada una de las seis películas usando los dos reveladores escogidos (Ilfosol 3 y DD-X).
2. Exponer las dos muestras de zonas, variando sólo la velocidad, en cada una de las películas según lo determinado en el punto 1.



3. Revelar cada una de las dos muestras de las seis películas utilizadas. Controlando, por supuesto, la temperatura y la agitación en cada caso.
4. Se procedió a medir con un exposímetro cada una de las muestras de densidad elaborando una tabla para cada caso.
5. En un papel cuadriculado y a mano (sin utilizar programas de cómputo) se trazaron las dos curvas características de cada una de las seis películas con los dos reveladores.
6. Se pusieron en relación los resultados de cada una de las curvas en un nuevo gráfico y por interpolación se obtuvieron todos los resultados de los diferentes enes (N-, N+) en cada película / revelador.
7. Se elaboró una tabla de tiempos de revelado para cada película en todos los N obtenidos.
8. Finalmente, tras los resultados obtenidos, se descartó la regla de cálculo ya que la experiencia demostró que la hipótesis era falsa, por lo menos con los reveladores que se utilizaron, que son los que se encuentran en nuestro mercado.

Uno de los aspectos negativos de esta investigación fue no haber planificado la posibilidad de cometer errores en la realización y por lo tanto la película que se tenía estaba justa para las pruebas lo que imposibilitó, por un lado, corregir errores y validar los instrumentos con una prueba piloto de los resultados obtenidos sobre todo en la interpolación.

MARCO REFERENCIAL

Nuestro marco de referencia está basado en la literatura sobre el sistema de zonas desarrolladas por su creador Ansel Adams y algunas actualizaciones de sus discípulos John P. Shaepher y Phil Davis así como algunos otros documento de revistas y la red. Para más detalle consúltese la bibliografía.

Sistema de zonas.

El *sistema de zonas* es una técnica de exposición y revelado fotográfico inventada por Ansel Adams y F. Archer quienes eran profesores de fotografía de *Los Ángeles Art Center School* propuesta en 1941 en su primera versión. El sistema está basado en los desarrollos de J.L. Davenport que en 1938 concibe un método “para producir negativos de contraste y densidad constantes: utilizando un fotómetro Weston (creado a partir de la invención de la celda fotoeléctrica a inicios de los treinta) se variaba la exposición y el revelado según la escala de luminancias de la escena”¹.

Posteriormente, en 1946, al establecerse Adams en San Francisco funda el departamento de Fotografía en la *California School of Fine Arts* donde contrata a Minor White que luego dirigirá la escuela de Fotografía en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) donde sigue colaborando en las investigaciones.

Las zonas le proporcionan al fotógrafo un método sistemático para definir con precisión la relación entre la manera en la que ve el sujeto fotográfico (el autor) y el resultado que alcanzará el trabajo (la copia). En cierta forma, el

¹ Fontcuberta, Joan, *Fotografía: conceptos y procedimientos, una propuesta metodológica*, México, Gustavo Gili, 1994, pág. 151

sistema de zonas juega el mismo papel que la gestión del color para los fotógrafos digitales. Permite una correlación directa entre el mundo visual y la copia fotográfica final.

“El Sistema de Zonas es acaso el sistema más riguroso y sistemático de control del proceso fotográfico. Aunque tiene implicaciones acerca de una particular concepción del trabajo fotográfico, su eficacia ha quedado demostrada como herramienta muy valiosa para la comprensión y dominio máximo de las variables y mecanismos del binomio clave exposición/revelado”².

El sistema fue desarrollado inicialmente para ser utilizado con películas en placa (el equipo de los profesionales de la época) con la comodidad de que cada imagen tiene un revelado individualizado, pero eso no impide que se pueda usar en películas en rollo, ya sea en formato medio, como el mismo Adams utilizó en su Hasselblad, o incluso en *película 35 mm* que es la que usaremos en esta investigación.

En la película en blanco y negro, los valores de luz del mundo, la *luminancia* del objeto, se reproducen como un tono de gris. Los medidores de luz indican una exposición para reproducir un *tono medio*, un tono que en negativo y positivo es el mismo. Esto equivale a un gris que refleja (en la copia) o transmite (en el negativo) el 18% de la luz incidente. Esto equivale a una densidad de 0.75. (Densidad [D] = logaritmo inverso de % de transmisión [%T]) y en el sistema de zonas lo llamamos *Zona V* (se usan los números romanos para diferenciarlos de tantos otros números, que la velocidad, que la abertura, que el IE, etc. etc.).

2 *Ibidem*

%T (% de transmisión)	D (densidad)
0.10	3
1	2
10	1
18	0.75
50	0.30
79	0.10
100	0.0

Vale decir que cualquier cosa o valor de luz que medimos en el objeto se representa en la película como Zona V.

La cámara cuenta con las velocidades del obturador y las aberturas del diafragma para controlar la exposición. Entre una velocidad y la siguiente, entre una abertura y la siguiente tenemos el doble o la mitad de exposición. Vale decir: un paso de diferencia.

Nótese que un paso de exposición equivale a una D de 0.30 o un porcentaje de absorción de 50%.

Velocidades del obturador

1 segundo, $\frac{1}{2}$ segundo, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{30}$, $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{125}$, $\frac{1}{250}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{4000}$ y $\frac{1}{8000}$.

(coeficiente: 2)

Aberturas del diafragma

1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32, 45, 64, etc.

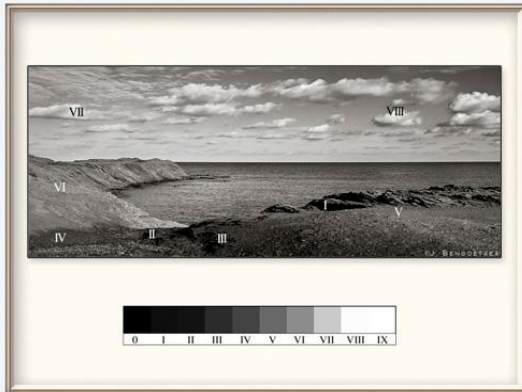
(coeficiente: $\sqrt{2}$) (la abertura es bidimensional)

Si la exposición normal la variamos en pasos de sobre y sub-exposición obtenemos una escala de las zonas correspondientes.

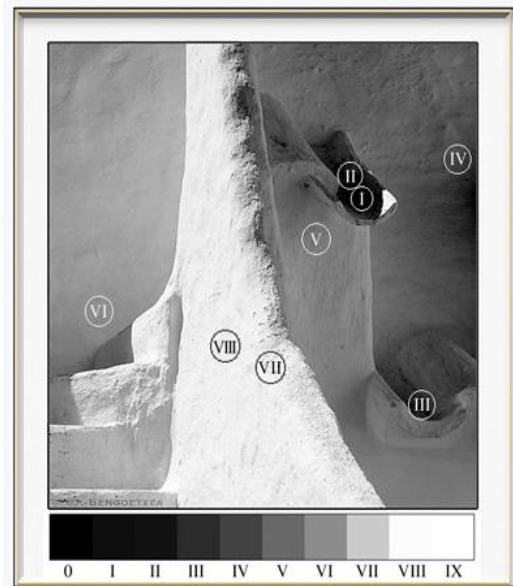


Y así, variando la exposición, representaremos los valores de exposición desde el negro absoluto, donde el negativo es absolutamente transparente ($D=0.00$), hasta el blanco puro, de la base del papel ($D=1.8$ aproximadamente en el negativo), pasando por una serie determinada de grises. Desde las sombras más densas de la escena hasta las altas luces más brillantes.

Ilustración



2: Ambas imágenes tomadas de <http://www.jbengoetxea.net/2007/06/sistema-de-zonas-y-fotografia-digital/>

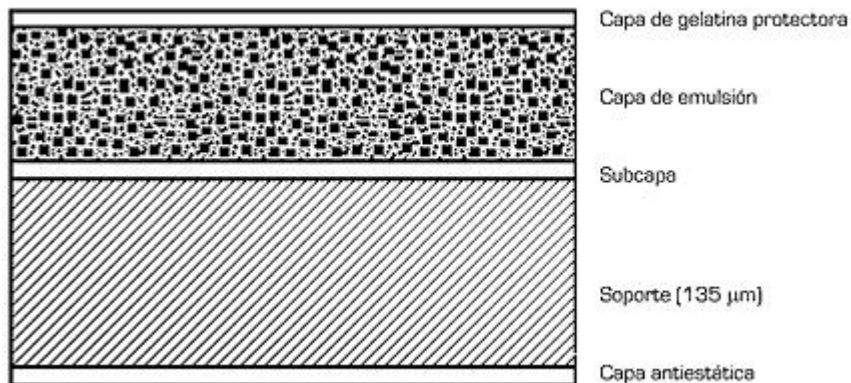


La película fotográfica en Blanco y Negro

La película fotográfica en blanco y negro está compuesta por una base o soporte de triacetato de celulosa o algún material parecido sobre el que se le coloca la emulsión³ foto-gráfica compuesta por gelatina y haluros de plata (sensibles a la luz); en el respaldo se coloca una capa antihalo para absorber los rayos de luz que logran penetrar hasta la base y, sobre la emulsión, una capa protectora de gelatina.

³ Líquido integrado por dos sustancias no miscibles, una de las cuales se haya dispersa en la otra en forma de gotas pequeñísimas (diccionario Océano de la lengua española).

Estructura de las capas



Sensibilidad espectral

La película fotográfica blanco y negro podemos clasificarla según, por ejemplo, su sensibilidad espectral, o sea, como responde al espectro electromagnético. Entonces tenemos película sensible al infrarrojo (SFX-200, en la marca Ilford), al azul, como fueron las primeras emulsiones, ortocromática (*orto*, del griego: correcto y *chromos*: color) que son sensibles al azul y al verde (como el papel de contraste variable) y pancromática (*pan*, del griego: todos), la más común, sensible a los tres colores básicos: azul, verde y rojo.

Sensibilidad lumínica

Pero también se clasifican por su sensibilidad a la *cantidad* de luz, lo más usual. Según esto tenemos películas de baja, media, alta y ultra alta sensibilidad. Esta cualidad de la película se mide por el índice *ISO* (International Organization for Standardization) que es un resumen de los sistemas *ASA* (American Standards Association, conocida desde 1969 como *ANSI*) y *DIN* (Deutsches

Institut für Normung). El primero, una escala aritmética y el segundo, una logarítmica. Entre más bajo el índice ISO más baja la sensibilidad.

En esta investigación usaremos el término *Índice de Exposición* (IE) que se refiere a lo mismo pero no sigue la metodología de ISO.

ASA	DIN	ISO	IE
25	15	25/15°	25
50	18	50/18°	50
100	21	100/21°	100
200	24	200/24°	200
400	27	400/27°	400
800	30	800/30°	800

Tabla 1: Equivalencias ASA/DIN/ISO

Según esta categoría tendríamos en la marca *Ilford* las siguientes películas que utilizaremos en esta investigación:

Sensibilidad:	baja	media	alta	ultra alta
ISO	25-50	100-200	400	más de 1000
Ilford grano tradicional	<i>Pan-F+</i>	<i>FP-4+</i>	<i>HP-5+</i>	
Ilford grano Delta		<i>Delta 100</i>	<i>Delta 400</i>	<i>Delta 3200</i>
Granularidad *	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Contraste inherente**	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo

En esta investigación usaremos los productos Ilford ya que son los que se traen al país por medio de un distribuidor autorizado (DIMA) y por lo tanto fáciles de conseguir por lo que es el material que utilizan nuestros estudiantes.

**Granularidad*: Apariencia de grano provocada por el tamaño propio de los granos de plata que, entre más grandes son más sensibles y de su agrupación luego del revelado. La *granularidad* está en el negativo. Algunos fabricantes (Fuji y Agfa y ocasionalmente Kodak, no así Ilford) proporcionan el dato como valor de *granularidad difusa RMS*, basado en la raíz cuadrada media (abreviado RMS, por sus siglas en inglés), también conocida como la *media cuadrática* (una medida estadística que se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados) de una muestra tomada de la densidad 1.0, ampliada 12 veces y medida con un microdensitómetro con una abertura de 48 nm.

La *granulosidad* está en la copia y depende de la *granularidad* de la película, del tipo de revelador (enérgico produce más grano, de grano fino reduce el tamaño del grano), del nivel de ampliación de la copia y del tono (es más notorio en los tonos medios).

***Contraste inherente*: Dícese del contraste que le es *propio* a cada película. No suele hacerse referencia a esta característica ya que todas las películas se revelan para un contraste normal, C.I. (ver infra). Sin embargo es una característica muy importante para tomar en cuenta en las alteraciones al revelado N ya que las películas de baja sensibilidad tienen el contraste inherente muy alto y por lo tanto reaccionarían rápidamente a un aumento

del revelado y conforme son más sensibles el contraste inherente va bajando, lo que daría un cambio más lento.

Esta característica es clara en las películas tradicionales pero estaría por establecerse esta propiedad con las películas Delta, de nueva tecnología.

Revelado Normal (N)

Toda norma es arbitraria, una convención. Decimos que un objetivo normal (lente en el enjuague lego) es aquel que tiene una distancia focal tal que la imagen que vemos a través de la cámara es idéntica a la que ve el ojo. Si con un ojo vemos a través de visor y el otro ve la escena directamente, ambos ojos ven exactamente la misma imagen. Matemáticamente decimos que esta condición se da cuando la distancia focal es igual a la diagonal del formato ($c^2 = a^2 + b^2$).

En el caso del *contraste normal* de la película, establecemos, en esta investigación, un determinado tiempo/temperatura para una combinación de película/revelador/dilución con los cuales obtendremos diez zonas, de la cero a la nueve.

Los fabricantes establecen, cada uno, un índice diferente para el contraste. Agfa calculaba la γ , gamma, como la tangente de la pendiente de la porción recta de la curva característica. Ilford usa el $\bar{G}$, gradiente medio, calculando la curva en un punto a 1.5 Log. E a partir de D 0.10. Kodak usa el CI, contrast index, intercepta un arco de D 2.0 de radio con la curva desde el punto D 0.10



En esta investigación usaremos el N, (ene) contraste, ubicando la intersección de zona VII con D 1.00 a partir del punto de excitación (D 0.10).

Marca	Índice revelado normal*	cálculo
Agfa	γ 0.62 gamma	Tangente 4a
Ilford y Fuji Gradiente medio	$\bar{G}$ 0.52 Gradiente medio	Punto de la curva ubicado a 1.5 Log. E de D 0.10
Kodak	C.I. 0.56 Contrast Index	Punto de intersección con la curva del arco D 2.00 desde punto D 0.10
Esta investigación	N	Intersección de Z VII con D 1.0 a partir de D 0.10

* Si bien los índices cambian, por el diferente cálculo que se realiza, todos se refieren, a lo mismo. Como en el caso de la temperatura de un cuerpo en la que °F, °C y °K tienen diferente escala pero miden la misma temperatura objetiva.

Discusión

En los ya clásicos libros de Ansel Adams editados, en su versión definitiva, por primera vez en 1981, en *The Negative* el autor, al referirse al revelado normal establece once zonas, desde la zona 0 hasta el blanco puro en la zona X. Pero aquí Adams hace trampa. Establece como su norma exponer todas las películas a la mitad de la sensibilidad nominal para obtener menos grano.

La película de ISO 125 a 64, la de 400 a 200. En realidad está sobre exponiendo con lo cual corrige el revelado haciendo uno menor. De aquí la zona extra. Sin embargo comenta que la zona IX utilizando película de formato pequeño (35 mm) y utilizando una ampliadora de condensador es indistinguible de la zona X.⁴

En la primera adición de su libro *The Negative, Exposure and Developer* de 1968 se establecen 10 zonas de la 0 a la IX, que son los resultados que se obtienen con los reveladores normales y de grano fino de sensibilidad completa con las películas actuales. Su asistente y discípulo John P. Schaefer en su libro *Basic Techniques of Photography, Book 2*, publicado en 1998 establece el mismo rango de diez zonas. Phil Davis, también asistente de Adams en su *Beyond the Zone System* de 1988 también establece diez zonas "Zone IX Pure paper white" (pag. 59) al igual que Fontcuberta.

METODOLOGÍA

El método de Ansel Adams para determinar el revelado normal y sus variables parte de algunos conceptos e instrumentos con los cuales no contamos. Por ejemplo la posición de un *densitómetro*, aparato costoso con el que no contamos y, si la universidad contara con él, de todos modos, los estudiantes no lo tendrían.

En esta investigación utilizaremos un *exposímetro*, al alcance de todos, ya que hasta en la misma cámara hay uno. Nosotros utilizaremos un exposímetro de mano. Este método es el que he estado utilizando en mis cursos pero que luego vi descrito por Manolo Laguillo en su libro *El sistema de zonas* usando un exposímetro y un negatoscopio, caja de luz, le decimos nosotros.

4 Adams, Ansel, *El negativo*, Madrid, Omnicom, 2001, pág. 60



Fontcuberta agrega un cono de cartulina para reducir el tamaño de la lectura.

A partir de que Ansel Adams hace sus mediciones con un densitómetro sus muestras las toma de una tarjeta gris del 18%, enfocada al infinito (para que sea una imagen desenfocada donde se pierda cualquier imperfección de la tarjeta).

Dice la teoría que en la zona I se distingue un primer tono diferenciado del nivel de velo y que la zona II representa la *primera textura*. Entonces, si fotografiamos una textura, podremos ver la zona II a simple vista, sin ningún aparato. Por ello recomendamos fotografiar una superficie texturada. En la investigación usamos un paño blanco (aunque este puede ser de cualquier color siempre y cuando sea liso, no con figuritas).

Por otra parte Ansel Adams era una persona de recursos económicos y, aunque no lo fuera, estaba patrocinado por Kodak y otros fabricantes. Con este apoyo, a él, por el costo, no le importaba hacer muchas pruebas hasta llegar a lo que quería demostrar. El recomendaba probar haciendo cambios de 10%, 20%, 30%, 40% más o menos hasta llegar al punto exacto. *El método científico de prueba y error*. Pero muy oneroso para nuestros estudiantes, además que hace muy tedioso el proceso. Además de que esto es, probablemente, lo que ha hecho que los estudiantes vean en el sistema un asunto aburrido, engorroso.

Propuesta metodológica

En este punto es donde establecemos el cambio más radical y original en el proceso. Partiendo de que el fabricante proporciona los datos del revelado normal vamos a revelar una primera muestra menos tiempo del normal y una segunda más de lo normal. Fontcuberta propone *la mitad y el doble* del tiempo N. Nosotros aplicaremos una propuesta parecida: .7 y 2 del revelado N.

	DDX 1+4	DDX 1+6 0.7	DDX 1+6 2	ILFOSOL 3 1+14	ILFOSOL 3 0.7	ILFOSOL 3 2
Pan F+	8	05:30:00	18	04:30:00	3	9
FP-4+	10	7	20	7	5	14
HP-5+	9	6 (1+4)	18 (1+4)	11	8	20
D 100	12	8	25	07:30:00	5	15
D 400	9	6	20	12	8	20
D3200	07:30:00	5 (1+4)	15 (1+4)	14	10	25

A partir de las dos curvas características producidas trazamos una tercera de tiempo/contraste y, con ella, por *interpolación*, obtendremos los datos de todos los N (N+, N-). Y, todo esto, con un sólo rollo. Dependiendo de los resultados, en última instancia, podría hacerse un tercer revelado, medio rollo.



La Toma

Materiales

- Cámara
- Trípode
- 1 rollo de película
- 1 paño blanco
- Luz del sol

PROCEDIMIENTO

En dependencia de la velocidad máxima de la cámara como zona 0, la colocamos en la velocidad correspondiente a zona V. Si la cámara tiene 1/1000 entonces 30, 2000 a un 60, si 4000 entonces 125 y con una cámara con un 8000 a 250. Con esa velocidad establecemos la abertura de diafragma que establezca la exposición exacta para la zona V.

Si bien hoy en día las cámaras más modernas tienen una exactitud de 1/3 de paso partimos de modelos más primitivos en los cuales las velocidades tienen un paso completo, pero las aberturas pueden ajustarse en puntos intermedios con lo que puede conseguirse una exposición exacta. En las cámaras más sofisticadas puede programarse en $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, pasos completos.

Veloc. Max.	1000	2000	4000	8000
Zona				
0	1000	2000	4000	8000
I	500	1000	2000	4000
II	250	500	1000	2000
III	125	250	500	1000
IV	60	125	250	500
V	30	60	125	250
VI	15	30	60	125
VII	8	15	30	60

VIII	4	8	15	30
IX	2	4	8	15
X	1	2	4	8
XI	2"	1	2	4

Una vez revelado el rollo de película lo cortamos un tiras de 5 cuadros para guardarlos en la fundas de archivo con lo que se obtiene una muestra como la siguiente



Se puede observar en esta muestra que en la primera fila se ubican las sombras, en la fila media los tonos medios y en la tercera las altas luces, mientras que la zona V, centro del sistema, se encuentra en el centro de la muestra.

El revelado

Existen varios tipos de revelado en blanco y negro. Algunos priorizan la velocidad, otros incrementan la sensibilidad (revelado forzado). Para esta investigación usaremos el procedimiento de permanencia, cuya finalidad es la de



preservar la imagen lo más posible: bajo condiciones correctas de archivo debería durar más de un siglo.

Este procedimiento creado por Ansel Adams es utilizado hoy en día por la mayoría de los autores y fabricantes y se basa en un lavado químico al final del proceso y evitar así los residuos de fijador que quedan en un lavado deficiente y son los que degradan, con el tiempo, la imagen.

Temperatura

La temperatura usual en el revelado blanco y negro es la de 20°C. Una mayor temperatura aumenta la energía del revelador y una menor la disminuye. Según los autores no deben bajarse de 13°C, temperatura a la cual algunos compuestos dejan de actuar, ni debería ser mayor de 27°C por el peligro de ablandamiento de la gelatina y su posible desprendimiento del soporte. Conseguir una temperatura constante de 20° implica controles térmicos del medio ambiente.

Hemos utilizado la temperatura ambiente, que es la más constante sin controles, y variado los tiempos de revelado según la tabla de tiempo/temperatura publicada por Ilford (ver anexo correspondiente) que ha probado, en el tiempo, ser exacta.

Agitación

Usamos el método corriente de agitación por inversión. En este punto los diversos fabricantes plantean modos diferentes de hacerlo. Kodak recomienda empezar por unos golpes del tanque contra la superficie de trabajo con el objetivo de eliminar burbujas (y de paso romper el tanque -al fabricante le interesa la venta, más que nada), luego cinco segundos cada treinta. Ilford sugiere quince segundos iniciales y luego ciclos de diez cada minuto.



Recomiendo una agitación inicial de treinta segundos (por supuesto sin golpear el tanque) que ha demostrado, en mi experiencia personal, ser eficiente para eliminar las burbujas.

Aunque cinco segundos cada treinta y diez cada sesenta son, finalmente, la misma agitación, la experiencia académica me ha demostrado que cinco cada treinta permite una mayor concentración en la tarea. En el caso del fijado aplicaremos diez cada sesenta ya que se debe abrir el tanque cada minuto para inspeccionar el fijado.

Para indicar la agitación usaremos la siguiente forma de expresarlo resumidamente: 30+5/30 o, en el caso del fijador 30+10/60.

Reveladores

Durante muchos años se utilizaron como agentes reveladores la mezcla del *metol* (sulfato de metil-para-amidofenol) y la *hidroquinona* (para-dihidroxibenceno). Sin embargo el metol es un compuesto bastante tóxico e irritador de la piel lo que producía alergias cutáneas.

La casa Ilford empezó a utilizar como agente revelador la *fenidona* (1-fenil-4-hidroximetil-3-pirozolidona) que es menos tóxico y, que como es un agente revelador muy enérgico, se usa en cantidades muy pequeñas (aproximadamente 0.3 gramos por litro), lo que baja aún más su toxicidad. Posteriormente la casa Kodak lo utilizó en sus más recientes reveladores el *T-Max*, (líquido concentrado) desarrollado para las películas T-max de nueva tecnología y especial para el proceso de revelado forzado y el *Xtol* (en polvo, soluble en agua fría) a base de *fenidona* y *ácido ascórbico* (*aspirina*),



un revelador publicitado como ecológico (este revelador es altamente recomendable pero como en este país no tenemos un distribuidor de Kodak se hace muy engorroso adquirirlo).

En esta investigación utilizaremos los reveladores de Ilford *Ilfotec DD-X* y el *Ilfosol 3* ya que estos son los que trae normalmente el distribuidor, aunque el fabricante tiene algunos más.

DD-X

Casi con el advenimiento del siglo XXI la casa Ilford sacó al mercado su novísimo revelador DD-X a base de fenidona-hidroquinona, que están especialmente recomendados para forzados y las nuevas películas Delta, en particular la Delta 3200.

El DD-X es un revelador del tipo de grano fino pero que conserva todo la sensibilidad de la película. Proviene del revelador DD (*Dip and Dunk*⁵) que se utilizaba en laboratorios industriales pero que debido a su calidad y rendimiento se envasó, con el nombre de Ilfotec DD-X, en pequeñas cantidades (1 litro) para el consumidor no industrial.

El fabricante indica una dilución de 1+4 (1 parte de químico y 4 partes de agua), sin embargo en un estudio que realiza Phil Davis⁶, antiguo asistente de Ansel Adams, sugiere la dilución de 1+6 con la que se obtiene una correcta sensibilidad en el revelado normal, para las películas de baja y media sensibilidad, no así con la HP-5+, de alta sensibilidad y tecnología tradicional

5 En el revelado industrial en b&n se utilizaban grandes tanques donde la película se ponía estirada (con un largo de 1.80 m. aproximadamente) y la agitación se realizaba con burbujas de nitrógeno para evitar la oxidación.

6 Davis, Phil, "Ilford Ilfotec DDX" en *Photo Technique*, enero-febrero, 2000, págs. 51-53



y la Delta 3200, de ultra alta sensibilidad y nueva tecnología, que tienen, ambas, un contraste inherente más bajo, en las que mantiene la dilución de 1+4. En nuestra investigación usaremos esta sugerencia porque además con ello economizamos revelador, lo cual es una ventaja adicional para los estudiantes.

En el transcurso de esta investigación el sitio de internet <http://www.digitaltruth.com> propone la dilución económica de 1+9 que, por su reciente aparición no fue probada en esta oportunidad. Sin embargo sería interesante hacerlo.

Ilfosol 3

El *Ilfosol 3* es un revelador líquido concentrado, con una nueva formulación del viejo *Ilfosol S* que tenía el inconveniente de oxidarse muy rápidamente una vez abierto, inconveniente superado en este nuevo revelador.

El fabricante indica una solución de 1+9 como dilución normal y 1+14 como dilución económica. En vista de que en la dilución 1+9 el revelador se comporta muy parecido al DD-X utilizaremos para estos ensayos la dilución de 1+14. Además tomamos en cuenta la mayor economía para el estudiante, pero, lo más importante, la dilución de 1+9 da tiempos muy cortos que al utilizarse en temperaturas altas (23° – 25°) se hacen inmanejables. Se recomienda no revelar menos de 3:30 minutos.

Baño de paro con indicador

Debido a la alcalinidad de todos los reveladores y la acidez del fijador debe usarse como baño intermedio el baño de paro, o baño detenedor, para neutralizar la reacción y darle más vida útil al fijador. Durante muchos años

se utilizó para este fin una dilución de aproximadamente el 2% de ácido acético. Pero, este ácido es altamente corrosivo y de olor penetrante. En la década de los 80' la Kodak le agregó bromocresol púrpura como indicador del pH que pasa la solución de un brillante color amarillo cuando la solución está activa a violeta cuando pierde su acidez. Posteriormente Ilford sustituyó el ácido acético por ácido cítrico con lo que se obtuvo un baño de paro inodoro. Tenemos, pues, con el *Stop Bath* de Ilford la ventaja de no tener olor y de poder saber cuándo deja de ser útil por su variación de color y así rendirlo lo más posible.

Unos diez segundos antes de que termine el proceso del revelador lo sacamos del tanque y echamos el baño de paro. Esto detendrá de manera inmediata la acción del revelador. Le damos su agitación inicial (30 s) y listo. Vertemos el baño de paro y echamos el fijador.

Fijado

Desde el siglo XIX, se utiliza el *tiosulfato sódico*, (*hiposulfito*, para el gremio fotográfico) descubierto por Sir John Frederick William Herschel (1792-1871) al que, además, se le debe la palabra fotografía. Durante casi todo el siglo XX se utilizó el *fijador ácido endurecedor* para el fijado fotográfico (por ejemplo el *Kodak Fixer* que aún se fabrica). Agregándole al hiposulfito unos gramos de alumbre potásico se endurecía la gelatina de la emulsión lo cual la hace más resistente pero, al mismo tiempo, más difícil de lavar (unos 30 minutos en agua corriente). Más tarde se plantea el uso del endurecedor como optativo y se vende en botella aparte para su posterior mezcla (por ejemplo el *Kodak Rapid Fixer*). Finalmente, en la década de los 90's Ilford plantea, sobre todo para el papel de fibra, el uso de un *fijador rápido*, a base de

tiosulfato amónico, no endurecedor. Por supuesto ya no puede utilizarse calor para el sacado pero el tiempo de fijado se acorta de 10 a 4 minutos como tiempo máximo de fijado y el lavado disminuye también notablemente (de 30 a 15 minutos).

El fijado "implica una serie de reacciones mediante las cuales el bromuro de plata se convierte en una serie de tiosulfatos de plata complejos que contiene variadas proporciones de plata con respecto al tiosulfato (H. Baines, 1929). La primera reacción entre un haluro de plata y el hiposulfito forma un compuesto bastante insoluble y no estable. Si en esta primera fase se detiene el proceso de fijado, el negativo no será permanente y presentará un aspecto lechoso. El compuesto intermedio reacciona con más hiposulfito hasta formar por último compuestos complejos muy solubles de tiosulfato sódico de plata, que pueden ser eliminados fácilmente por medio de un lavado. (...) Una regla general, muy útil, consiste en dejar por lo menos el doble de tiempo que es necesario para la eliminación de todo rastro de lechosis que pueda presentar la película. Sólo con este proceder podemos asegurarnos de que no dejamos en el negativo ningún residuo pernicioso susceptible de afectar a la permanencia del negativo."⁷

Tomando en cuenta esta teoría fijamos *por inspección*. Se vierte el fijador en el tanque de revelado, se da la agitación inicial, al cumplirse el primer minuto se abre el tanque y se saca el negativo para observar si está todavía lechoso. Si lo está se continúa con el fijado observando cada minuto (observando en el segundo 0 y agitando 10 s. en el segundo 30), hasta que se aclare el negativo; y se duplica ese tiempo.

7 Jacobson, C.I. y Jacobson R.E, *El revelado. La técnica del negativo*, Barcelona, Omega, 1978, pág. 250

Sin embargo esto tiene un límite. Las moléculas del hiposulfito se van apoderando de los haluros de plata hasta que se saturan y el fijador ya no actuará más. Esto ocurre cuando el punto de aclarado es igual al tiempo máximo de fijado, en el caso de *Rapid Fixer* de Ilford de 4 minutos. En ese momento se descarta el fijador.

Nótese que con este procedimiento no sólo tenemos un fijado correcto sino que además podemos establecer el momento en que el fijador ya no es activo y así aprovecharlo al máximo.

Lavado

Tradicionalmente se lava un negativo fijado en *fijador endurecedor* en 30 minutos de agua corriente y fijado en *fijador no endurecedor* en 15 minutos. Sería interesante calcular cuánta agua se utiliza con este procedimiento. Por esta razón planteamos un lavado químico con lo que sin desmejorar la calidad del lavado, todo lo contrario, acortamos el tiempo del agua corriente.

Se inicia con un breve lavado de 2 minutos en agua corriente con el objetivo de minimizar la contaminación en el siguiente proceso. Continuamos con el aclarador de hiposulfito (*Wash aid*, en la marca Ilford) por 2 minutos agitando normalmente y, por último lavamos por 5 minutos en agua corriente.

(Podría establecerse un tiempo menor con la manguera de lavado de los tanques *Jobo* que aumenta la presión del agua y adiciona burbujas de aire que arrastran los químicos, en teoría, acortarían el tiempo de lavado).

La tensión superficial del agua impide que las gotas se deslicen por efecto de la gravedad lo que provoca “manchas de secado” que luego no desaparecen. En realidad no se trata de manchas sino de roturas en la emulsión de gelatina. Para evitar esto algunos autores y fabricantes recomiendan el uso de unas pinzas de escurrimiento.

¡NO! ¡Por nada del mundo! Es la manera más eficiente de rayar negativos ya que las pinzas podrían tener partículas de polvo. Y, según la ley de Murphy, se rayarán.

Para reducir la tensión superficial se utiliza una solución de agente humectante (*Ilfotol*, 1:200) por 1 minuto sin agitación y se seca a la temperatura ambiente el tiempo que sea necesario.

Por supuesto no se utiliza ningún proceso en caliente para evitar aquella horrible escena que narra Robert Capa en *Ligeramente desenfocado*, cuando el ayudante de laboratorio metió los siete rollos que había tomado del día D, el desembarco aliado en Normandía, en el armario de secado, encendió el calor pero se olvidó del abanico y ante la mirada atónita de todos... los rollos empezaron a derretirse. Se salvaron cuatro fotos de casi ciento cincuenta.

Tabla resumen

Proceso de revelado en blanco y negro

Procedimiento de permanencia

Proceso	Tiempo	Agitación
Revelador	Según tabla	30+5/30
Baño de paro	30 s	30
Fijador	2 veces el tiempo de aclarado	30+10/60
Enjuague	2 minutos	Agua corriente
Aclarador	2 minutos	30+5/30
Lavado	5 minutos	Agua corriente
Humectante	1 minuto	SIN

Luego colgar en armario de secado. Dejar que seque naturalmente a temperatura ambiente.

La medición

No partimos, como habíamos referido más arriba, de un densitómetro sino que utilizaremos un exposímetro (medidor de luz, lo llaman incorrectamente

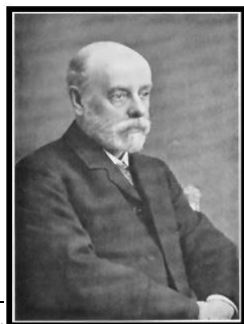
algunos) para hacer nuestras lecturas de las diversas zonas en los diversos negativos obtenidos.

A una caja de luz le colocamos una mascarilla de cartón con un pequeño bocado ligeramente más pequeño que el tamaño de un negativo 35mm (24x36) y a través de este medimos, con el exposímetro, las densidades en valores de EV (Valor de Exposición, por sus siglas en inglés).

Con estos valores hacemos una tabla con cuya información realizamos, en papel cuadriculado corriente, las curvas características correspondientes.

La curva característica

La curva característica se estudia en la *sensitometría*. Esta, la sensitometría, “estudia la acción fotoquímica de la luz sobre las emulsiones fotosensibles; suministra un medio para medir esta acción y determinar la relación que existe entre la cantidad de luz recibida por una capa sensible y la cantidad de sal de plata que se reducirá por ennegrecimiento por un revelado ulterior”⁸ El estudio tiene su origen en la obra de los químicos Ferdinand Hurter, propulsor del sistema métrico en Inglaterra y Vero Charles Driffield allá por el año 1876 con las primeras emulsiones blanco y negro.

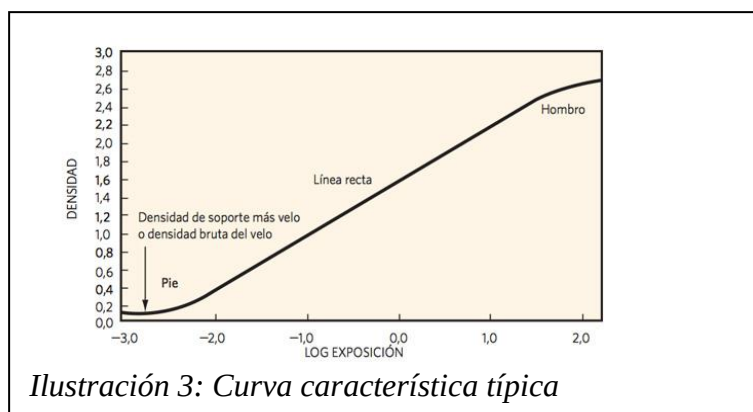


Ferdinand Hurter



Vero Charles Driffield

La *curva característica* es un gráfico de dos ejes de coordenadas cartesianas que recoge la densidad de la imagen producida por una emulsión fotográfica (y) frente al logaritmo de la exposición (x)



Una curva característica típica suele ser de la siguiente manera:

En la ordenada (coordenada vertical) se representa D, la densidad obtenida; en la abscisa (coordenada horizontal) se representa log. E, la cantidad de exposición recibida. Aunque la cuadrícula es aritmética los valores, representados, la escala, tanto de D (densidad) como de E (Exposición) son una base logarítmica. E es igual a cms (la luz de una candela (medida física estándar) a la distancia de 1 metro durante 1 segundo de exposición).

La curva tiene tres porciones bien definidas. El *talón* (en el gráfico aparece la palabra pie) que va creciendo lentamente y representa las sombras, luego la *porción recta* que indica un ennegrecimiento proporcional a la exposición representando los tonos medios y, por último, el *hombro*, las altas luces, que también crece lentamente y que, eventualmente, puede



quedarse en el mismo nivel. Esto quiere decir que aunque se exponga más a la luz no se obtendrá mayor densidad.

Dos puntos son importantes al inicio de la curva. Primero: el nivel de velo (n_v) que representa realmente la densidad de la base, o soporte de la película y el velo que es la densidad que produce el revelado químico de un área no expuesta. $n_v = b + v$ (nivel de velo = base. O sea, la película no expuesta y revelada. Aunque tiene una determinada magnitud, incluso a veces hasta de 0.30, esta magnitud podemos considerarla como la base 0.

El segundo punto de intersección importante es la magnitud 0.10 sobre n_v , el umbral, en la ordenada. Es la mínima cantidad de densidad discernible a partir de n_v , de la no exposición. El punto de excitación, el momento en donde la película empieza a reaccionar ante la luz. En esta magnitud se representa la sensibilidad de la película (ASA, DIN, ISO), por tanto en este punto establecemos también nuestro Índice de Exposición, I.E.

Nuestras variables de la curva

Para nuestra curva característica haremos algunas variables. En lugar de D , densidad, que se mide con un densitómetro, colocamos el término EV, exposure value (en inglés), obtenido con un exposímetro y, en lugar de $\log E$, logaritmo de exposición, ponemos las zonas, empezando por el n_v (tapa) O, I, etc.

Hipótesis N+, N-

Ansel Adams en "*El negativo*" plantea que para conseguir un N+ debe revelarse entre un 40% y un 60% más del tiempo normal y recomienda empezar por un

40% más para N+ y 30% para N-. Esto equivale a $\sqrt{2}$ como coeficiente. Igual que la abertura del diafragma en la cámara, con lo que todo fotógrafo está familiarizado.

“La mayoría de las películas actuales parecen requerir entre un 40 y un 60 por ciento más de revelado de lo normal para alcanzar un verdadero N+1. Su primer ensayo para establecer un tiempo de revelado N+1 podría ser un 40 por ciento más largo de lo normal. Para N-1 pruebe con una reducción de cerca del 30 por ciento como punto de partida.”⁹

Con esto tendríamos una escala de la siguiente forma:

N	Coeficiente de revelado
N-2	0.5
N-1	0.7
N	1
N+1	1.4
N+2	2
N+3	2.8
N+4	4
N+5	5.6

9 Adams, Ansel, *El negativo*, Madrid, Omnicom, 2001, pág. 244.

Sin embargo, como hemos planteado arriba, que por las variables de *contraste inherente* de la película y la actividad del revelador, esto podrá cambiar. Proponemos la hipótesis de las siguientes variables que deberá ser confirmada en esta investigación.

N	$\sqrt{1.5}$	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$
N-2	0.69	0.5	0.34
N-	0.83	0.7	0.58
N	1	1.	1
N+1	1.2	1.4	1.7
N+2	1.4	2	2.8
N+3	1.7	2.8	4.9
N+4	2.0	4	8.3
N+5	2.4	5.6	

En todo caso estará por verse la conducta de cada película en la fase experimental. Hay que tomar en cuenta que este modelo tiene sus límites en el sentido en que, por ejemplo, las películas de alta sensibilidad (ISO elevado) tienen un contraste inherente bajo y por lo tanto muy difícil de alcanzar N+ elevados, lo cual las haría inoperantes; mientras que, por el contrario, las películas de baja sensibilidad (ISO bajo), por su contraste inherente alto, no son apropiadas para revelados N- pero sí lo son para el N+ que conseguirían en menos tiempo.

LA PROPUESTA DE MODELO (HIPÓTESIS)

Nuestra propuesta consta de varias etapas. En primer lugar el proceso de toma de las muestras; en segundo lugar el revelado, de tercero la medición, seguidamente la realización de las curvas y finalmente la valoración de las mismas donde vamos a relacionar los contraste y los El resultantes para, por interpolación, obtener los datos restantes y terminar con las conclusiones.

Desde luego antes de iniciar debemos tener todo claro y planificado.

La toma

En este proceso necesitamos una cámara, un paño blanco, un trípode, ya que haremos tomas hasta de un segundo y la luz del sol que deberá ser constante durante todas las tomas.

La muestra a fotografiar será un paño, preferiblemente blanco pero en todo caso liso, vale decir sin figuras ni brocados o cosas por el estilo. El paño debe alisarse lo más posible para evitar sombras y por tanto tonalidades diferentes. De lo que se trata es de utilizar únicamente la textura de la trama de los hilos.

Partiendo de que la mayor velocidad de obturación en equivalente a zona 0 colocamos la cámara en la velocidad correspondiente a la zona V. Si la máxima velocidad es 1000 la ajustamos en 30, si es 2000, entonces 60; un 125 si se trata de una cámara con un 4000 y, finalmente un 250 si se trata de un 8000. En esa velocidad se hace la medición y se ajusta la abertura del diafragma en la abertura que indica la exposición correcta que se



mantiene igual en todo el muestreo. Tomamos la primera foto (zona V) y luego nos situamos en la velocidad mayor y tomamos una foto con la tapa puesta (nivel de velo), quitamos la tapa y tomamos la siguiente foto y para las siguientes se varía la velocidad en un punto completo hasta llegar a la zona X u XI. En la primera muestra debemos llegar hasta la zona X y en la siguiente que tendrá menor revelado debe llegarse hasta zona XII o XIII.

Debe tomarse en cuenta que como se va a variar el revelado debemos variar el ISO. En la primera muestra se doblará este y en la segunda se reduce a la mitad.

Una vez hecha la primera muestra (mayor revelado) disparamos unas cinco fotos con la tapa puesta para dejar un espacio para realizar el corte de la película.

Variamos el ISO de la cámara (a la mitad de la sensibilidad nominal) y procedemos de nuevo repitiendo los mismos pasos anteriores hasta terminar el rollo.

Devolvemos el rollo a su carrete (tratando de dejar la lengüeta afuera) y estamos listos para la siguiente etapa.

El revelado.

Antes de iniciar este proceso debemos planificar el tipo de revelador y dilución que vamos a utilizar en la investigación además de las herramientas de revelado acostumbradas.



Determinamos cual es el revelado normal propuesto por el fabricante en sus tablas de revelado y duplicamos ese tiempo para la primera muestra y revelamos el tiempo nominal por 0.7 para la segunda.

A la hora de proceder con los revelados concretos tomamos la temperatura y ajustamos el tiempo según corresponda. Para efectos de información utilizamos el tiempo a 20°C, no el ajustado en el momento de la realización.

Ya estamos listos para proceder con el proceso de revelado acostumbrado.

Revelado blanco y negro - Procedimiento de permanencia			
Proceso	Tiempo	Agitación	
Revelado	El programado	30"+5/30" *	* 30 segundos de agitación inicial y luego durante cinco segundos cada 30 hasta finalizar
Baño de paro	30"	30"	
Fijado	Fijado por inspección. El doble del tiempo de aclarado*	30"+5/30"	* Cada minuto observamos hasta cuando el negativo pierde la lechosidad y se hace transparente. Duplicamos ese tiempo.
Lavado	2 minutos		En agua corriente
Aclarado	2 minutos	30"+5/30"	
Lavado final	5 minutos		En agua corriente
Humectante	1 minuto	SIN agitación	
Secado	El que sea necesario		En un ambiente libre de polvo

La medición

En este proceso necesitamos un exposímetro (que en el peor de los casos puede ser el de la cámara) y una caja de luz que en última instancia puede ser una ventana y una hoja de papel.

En vista de que en una caja de luz puede haber valores diferentes en posiciones diferentes recomendamos una mascarilla de cartón que solo deje pasar la

luz por la ventana de poco menos que el tamaño del fotograma (24 x 26) y, a través de éste tomar las mediciones de cada uno de los negativos.

Recomendamos que para minimizar los errores se hagan varias lecturas de cada muestra y sacar un promedio entre ellas.

Medimos cada uno de los valores y hacemos una tabla

Valores EV									
Película Pan-F+ , revelador Ilfosol 3 , dil. 1+14 , revelado 3 min. a 20°C , agit. 30+5/30									
TAPA	13.4 (nv)	II	13	V	11.6	VIII	9.5	XI	8.3
0	13.3	III	12.8	VI	10.8	IX	8.9	XII	8.1
I	13.2	IV	12.2	VII	10.1	X	8.6	XIII	8

Con los datos de los dos revelados elaboramos las curvas características. La variante Y corresponde a los valores de EV y X a las Zonas.

La curva

Para trazar la curva necesitamos una hoja cuadrículada (cuadrícula 0.5) y un lápiz (para corregir, por aquello de los errores).

La información de EV la colocamos en Y y las zonas en X.

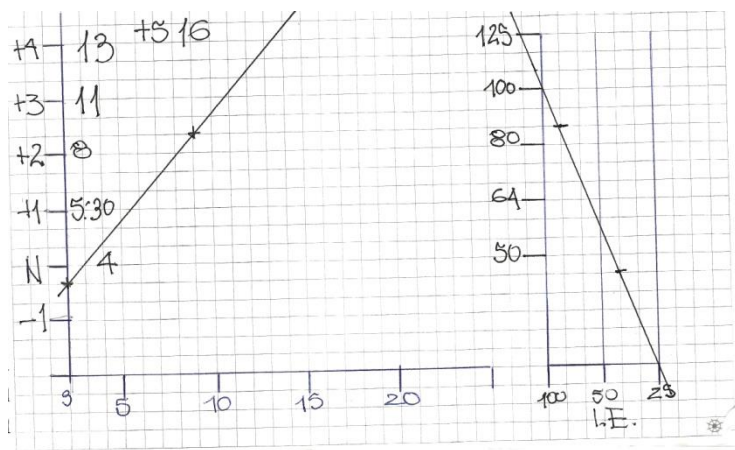
Cada 3 cuadritos constituye tanto la diferencia de EV como de las zonas. Una vez hecha la cuadrícula trasladamos la información EV a la cuadrícula para luego unir los puntos y con ello tener la curva característica.



Interpolación

Esta es la variación más importante en esta propuesta del modelo. Hasta el momento tenemos dos únicos datos, no necesariamente redondos, pero por interpolación conseguiremos todos los demás.

Con los datos obtenidos hacemos otra cuadrícula. Esta vez con los datos de tiempo de revelado en x y contraste obtenido en Y. Trazamos una línea recta entre los dos puntos y conseguimos así la información faltante. Hacemos la misma operación, a la par con respecto al IE.

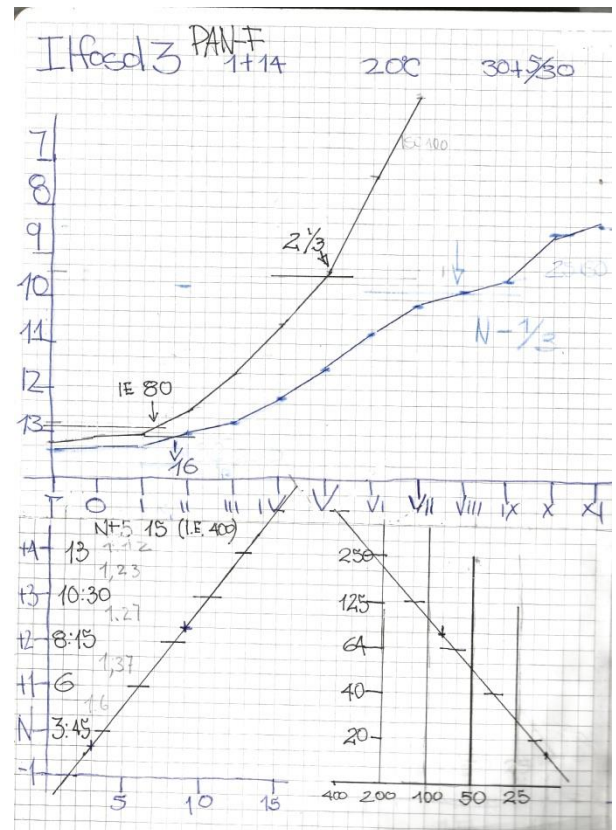
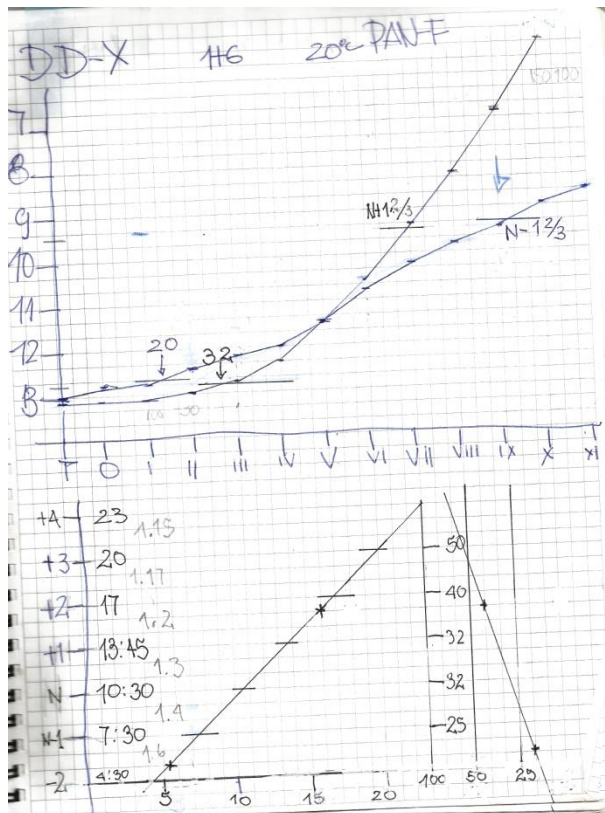


Nótese que en este ejemplo donde los datos de la curva nos proporcionó el tiempo para $N+2 \frac{1}{3}$ y $N-1 \frac{1}{3}$, ahora tenemos desde N hasta $N+5$, para cada contraste el respectivo Índice de Exposición (IE).

Resultados de las Curvas

Finalmente tenemos la información necesaria de cada una de las películas con los dos reveladores utilizados.

Pan F+



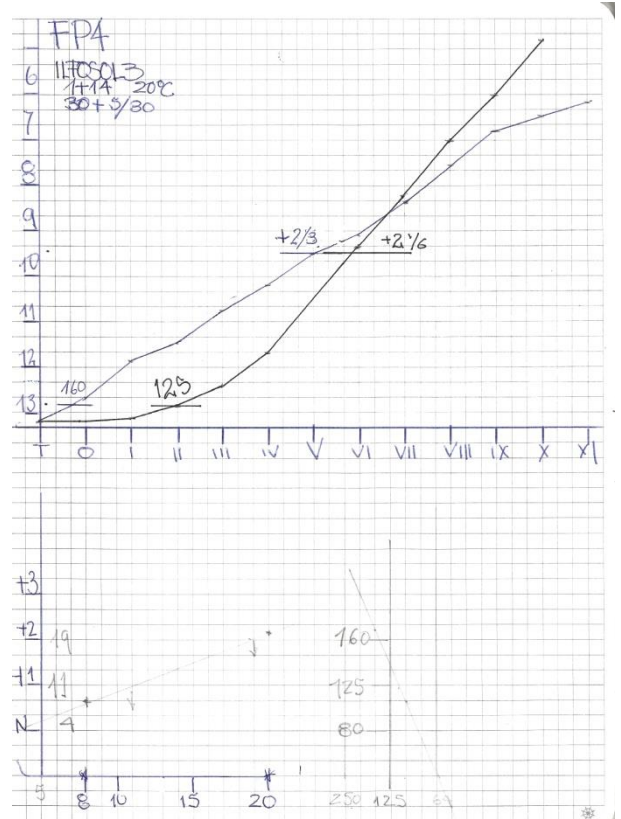
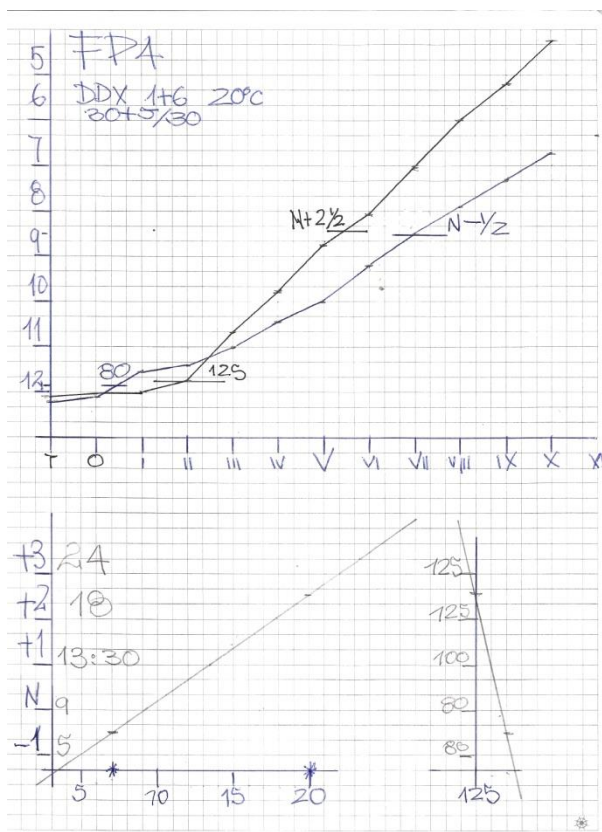
Comentario

Como era de esperar, por su alto contraste inherente, es una película muy apropiada para los negativos más. Con el revelador DD-X podemos trabajar desde N-2 hasta N+4 sin modificarse la sensibilidad (IE) significativamente.

El Ilfosol 3 diluido a 1+14 resulta más enérgico; consiguiéndose contrastes desde N en 3:45 hasta N+5 en tan sólo 15 minutos. Si hay un cambio sustancial en el IE. en los N+

Por su ISO tan bajo es la película de granularidad más baja, lo que la hace la ideal para los N+.

FP-4+

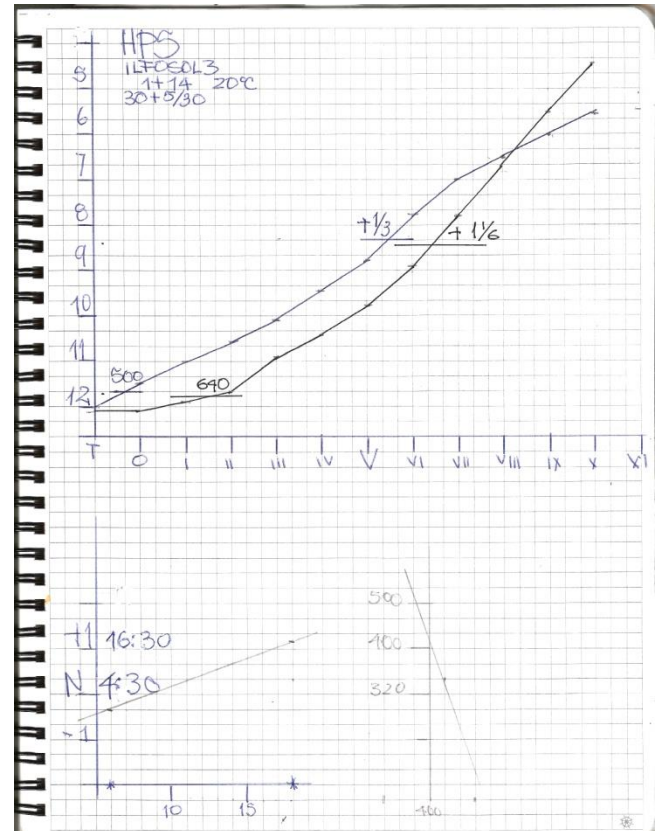
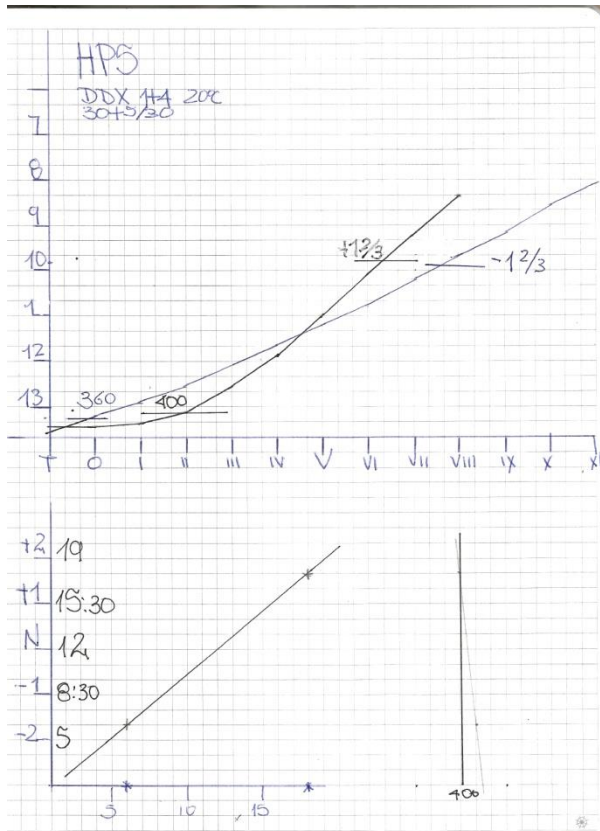


Comentario

Esta película con el DD-X puede procesarse desde el N- hasta el N+3 con baja variante en el IE.

Con el Ilfosol 3 vamos del N en 4 minutos (muy poco tiempo), a N+2 en 19 el N+ en 11. Muy rápido al inicio pero poco efectivo posteriormente.

HP-5+

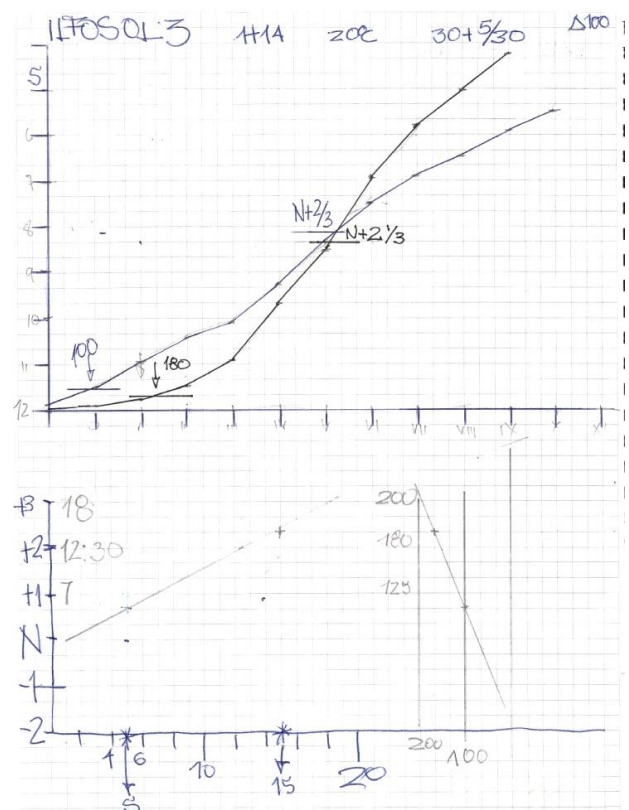
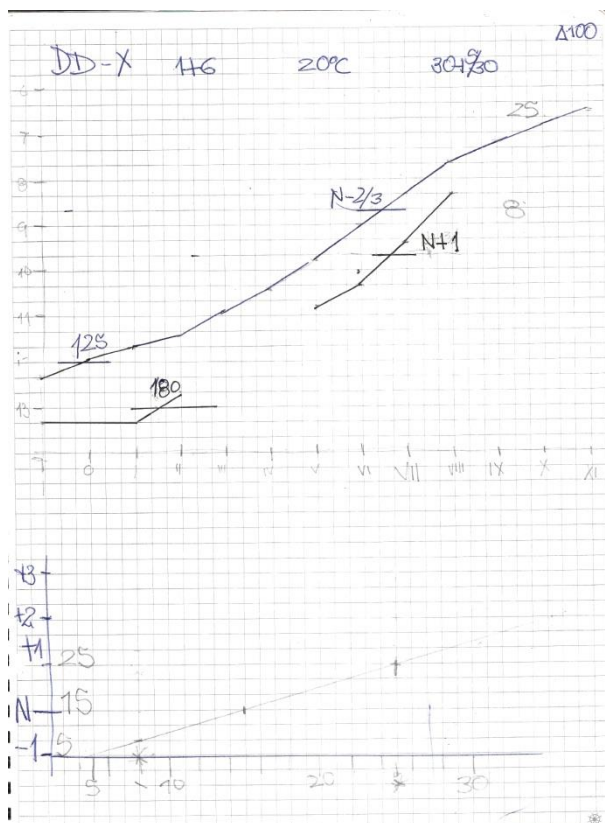


Comentario

En el caso del revelador DD-X tenemos resultados óptimos. Con un rango de N-2 a N+2 en tiempos de revelado apropiados; la limitante para el N+2 sería la granularidad obtenida que podría ser elevada. El IE se mantuvo casi sin variantes.

Con el revelador Ilfosol 3 los resultados dejan mucho que desear. A pesar de que los tiempos de revelado son muy distantes (5 y 18), la variación del contraste es muy poca de N a N+ de 8:30 a 16:30, casi el doble. Sería interesante probar este revelador con una dilución de 1+19 para obtener ené menos.

Delta 100

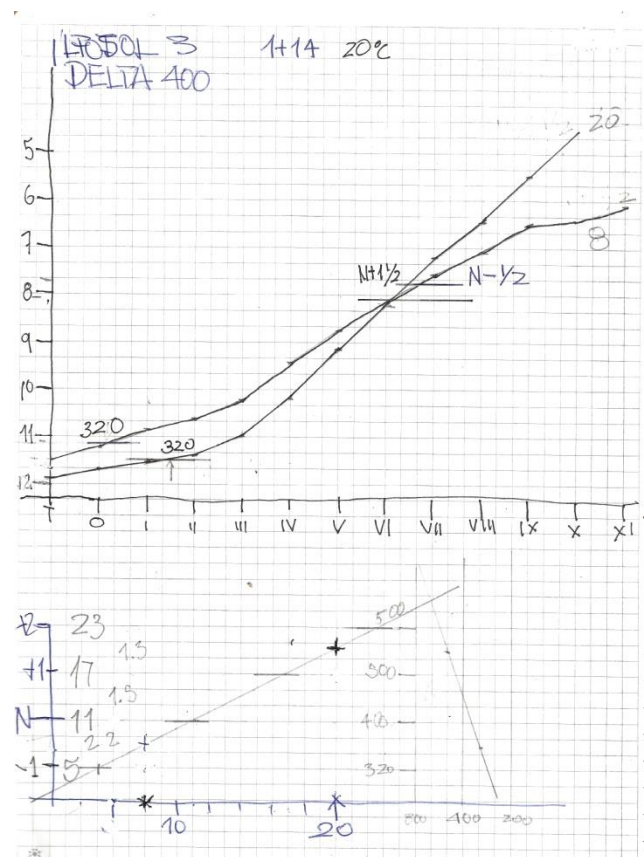
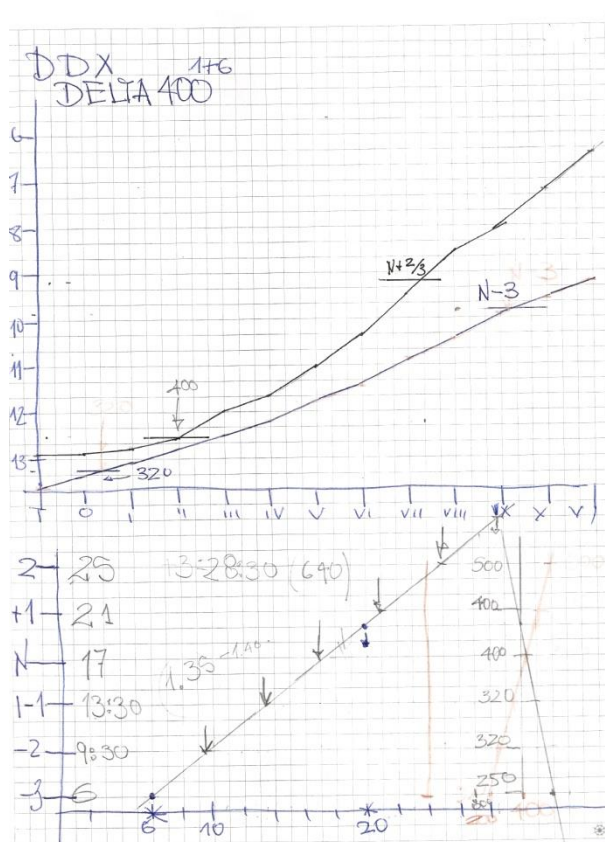


Comentario

Con el DD-X tenemos un rango limitado del N- al N+, pero un aumento considerable en el tiempo de revelado (en este caso el tanque de revelado no cerró bien y se veló un pedazo de película pero hubo suficiente información para la curva característica.

Vemos que el Ilfosol 3 logra mejores resultados desde N+ hasta N+3 con una variable de $\frac{1}{3}$ en el IE por cada aumento en el N.

Delta 400

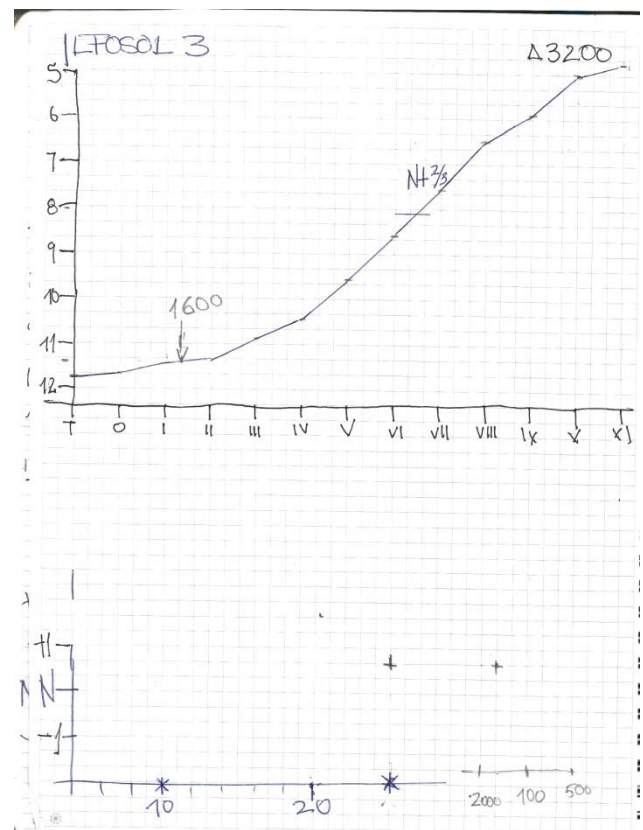
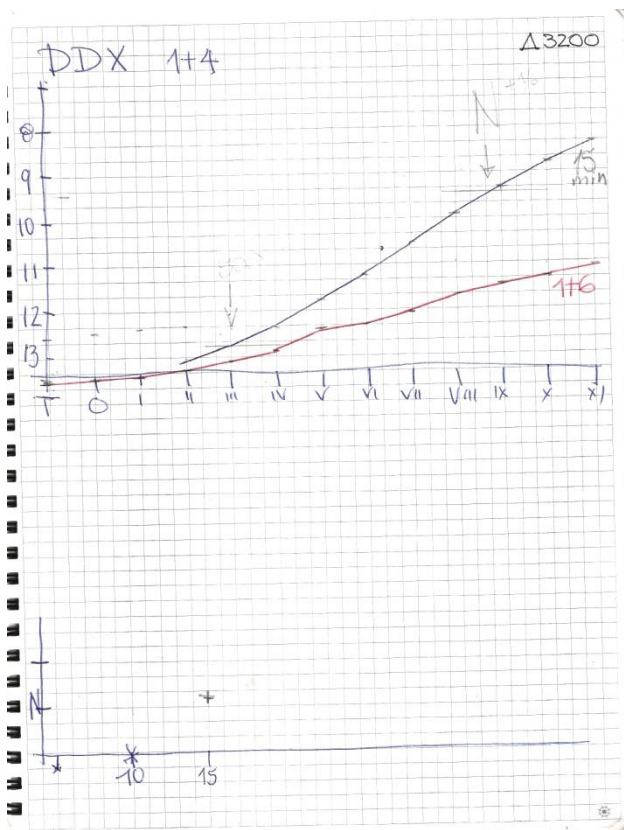


Comentario

La combinación de esta película con el revelador DD-X además de tener un gran rango (N+2 a N-3) es ideal para los negativos (N-). Si bien podría revelarse hasta N+2 y tal vez N+3, los tiempos de revelado son muy largos, por lo que lo hace poco práctico, pero la sensibilidad tiene una variante muy pequeña.

Con el revelador Ilfosol 3 se puede lograr desde el N- hasta el N+2 con muy poca pérdida de sensibilidad.

Delta 3200





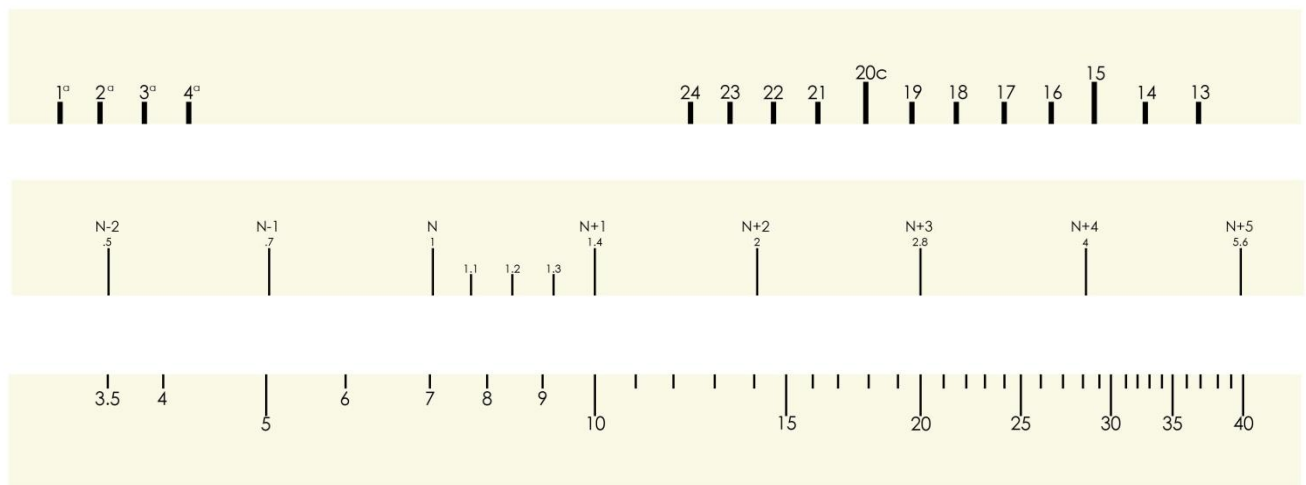
Comentario

Evidentemente la dilución de 1+6 del DD-X es demasiado débil. La dilución de 1+4, la recomendada por el fabricante, es la apropiada para revelados N-. En quince minutos apenas pudo elevar muy levemente el revelado normal con cierta pérdida del IE.

Con respecto al Ilfosol 3 un revelado muy largo apenas sobrepasó el revelado normal.

DISEÑO DE REGLA

Diseñé esta regla a partir de la hipótesis de que la variación de N-, N+ era de $\sqrt{2}$. Aprovechando el diseño agregué la variante de temperatura desde los 13°C, el límite mínimo hasta los 27°C que según las normas no debería usarse, pero es muy normal en Alajuela llegar a los 24 o 25 grados. Además agregué el porcentaje de revelado para cuando el revelador se utiliza varias veces. Esta práctica puede seguirse cuando se utilizan reveladores muy concentrados como el DD-X en dilución de 1+4, no así en reveladores diluidos, como se utilizan en el *Ilfosol 3*.



Al tratar de elaborar reglas con la información obtenida en cada una de las pruebas es evidente que el asunto no funciona. La conducta individual que demuestran las pruebas nos obligaría a una regla por cada combinación revelador / película lo cual sería, a todas luces, un absurdo.

CONCLUSIONES

Ahora, finalmente, hacemos las conclusiones que se puedan sacar de la información obtenida.

Una primera evidencia es que entre los dos reveladores utilizados el DD-X es el más eficiente para utilizar en el sistema de zonas. Además resultó que la dilución de 1+6 fue apropiada y que la dilución de 1+4 en las películas HP 5+ y Delta 3200 era necesaria.

Con respecto al revelador Ilfosol 3 en la dilución de 1+14 resulta muy enérgico al inicio pero no se mantiene constante. Si tomamos en cuenta las altas temperaturas con las que se revela en Alajuela se vuelve un revelador difícil de aplicar.

Una segunda evidencia es que la película Pan F+ es la más apropiada para los N elevados lo que demuestra su mayor contraste inherente.

En tercer lugar encontramos que las películas de altas sensibilidad tanto la HP-5+ como la Delta 400, sobre todo con el revelador DD-X, son más eficientes para los N-.

Como cuarta evidencia podemos resaltar que ambos reveladores, en las diluciones usadas, no son muy útiles para los reveladores N-.

Quinto La regla era una utopía. El comportamiento individual de cada combinación de película y revelador imposibilita la creación de una constante. Cada una es una variable, por ello la regla es imposible. Con



esto queda invalidada la hipótesis inicial de que el coeficiente era de 1.4, por lo menos para los reveladores puestos a prueba.

A nivel global esta investigación demuestra, una vez más, en una investigación cuantitativa, la validez del método experimental. La validez de la prueba por sobre las hipótesis teóricas.

Al delimitar el tema de la investigación en la variable de los N-, N+, limitamos los resultados a este aspecto pero existen otras variables como la temperatura o la agitación. La temperatura es una variable muy estudiada desde hace muchos años y encontramos diversos métodos para recalcular los tiempos de revelado: tablas, curvas, coeficientes. Sin embargo la variable de la agitación es un tema que no se ha relacionado.

RECOMENDACIONES

Como acabamos de referir la agitación inicial es un tema que no se ha estudiado. Cada fabricante recomienda una determinada pero no se ha estudiado las variantes de usar cada una de ellas en el revelado normal. En esta prueba se usó una agitación inicial de treinta segundos, pero puede hacerse de 10 o 15 segundos y luego los mismos ciclos de 5 cada 30 (5/30).

Sobre todo debería investigarse con el revelador *Ilfosol 3* que tiene tiempos de revelado muy cortos, sobre todo cuando se revela a temperaturas altas, como en Alajuela.

Sería interesante probar el *Ilfosol 3* en una dilución de 1+19 y el DD-X en 1+9.

Pendientes

El dd-x en 1+9 y del ilfosol 3 en 1+19 y ensayarse N-

TABLA DE RESULTADOS

Película revelador	dilución	IR*	-3	-2	-1	N	+1	+2	+3	+4	+5
Ilfosol 3											
Pan F	1+14	1.4				4	5:30	8	11	13	16
						50	64	80	100	125	160
FP4	1+14					4	11	19			
						80	124	160			
HP5	1+14					8:30	16:30				
						320	400				
Delta 100	1+14						7	12:30	18		
							125	180	200		
Delta 400	1+14	1.7			5	11	17	23			
					320	400	500	500			
D 3200	1+14					18					
						1600					
DD-X			-3	-2	-1	N	+1	+2	+3	+4	+5
Pan F	1+6	1.5		4:30	7:30	10:30	14	17	20	23	
		IE		20	25	32	32	40	50	64	
FP4	1+6	1.4			5:30	9:45	13.:45	18	22		

Película revelador	dilución	IR*	-3	-2	-1	N	+1	+2	+3	+4	+5
		IE			64	100	100	125	125		
HP5	1+4	1.4		5	8:30	12	15:30	19			
		IE		360	360	400	400	500			
Delta 100	1+6	1.7			5	15	25				
		IE			100	125	180				
Delta 400	1+6	1.4	6	9:30	13:30	17	21	25	28:30		
		IE	250	320	320	400	400	500	640		
D 3200	1+4					15					
		IE				500					

BIBLIOGRAFÍA

Con respecto al formato de la bibliografía se nos obliga a utilizar un sistema diferente al que se ha utilizado durante decenios, o siglos, en lengua castellana, el modelo A.P.A. (American Psychological Association). ¿Por qué?, ¿qué ventaja tiene sobre el tradicional?, ¿En que supera al anterior? Es cierto que la humanidad ha avanzado desde sus orígenes aplicando nuevas formas de hacer las cosas. Pero el modelo APA, ¿es un avance?

En primer lugar estamos, como lo explica la lógica formal, ante una falacia de autoridad. Los psicólogos sabrán mucho de psicología ¿pero que los hace expertos en formato de textos? Por ejemplo: recomiendan la letra arial. La tipografía más sin gracia y aburrida. La tipografía que mejor se lee en textos corridos es aquella tipografía con serifa ya que ella une mejor las letras y las palabras para una mejor lectura. La tipografía sin serifa se utiliza en títulos y textos cortos.

Pero lo más grave aquí es que los directivos de la APA han diseñado diversas técnicas de tortura psicológica para el ejército de los EEUU y la CIA que estos han aplicado en Guantánamo, en las guerras del Golfo y otras más hasta hoy e incluso a los independentistas puertorriqueños presos en cárceles de Estados Unidos desde hace decenios.

La conciencia nos llama a boicotear a semejantes calañas, sus organizaciones y sus métodos. Así que lo hacemos bajo protesta.

Bibliografía.

Adams, Ansel, *Camera and Lenses, Basis Photo One*, New York, Morgan & Morgan, 1970.

Adams, Ansel, *El negativo*, Madrid, Omnicom, 2001

Adams, Ansel, *The Negative*, Boston, Little, Brown and Company, 1999

Adams, Ansel, *The Negative, Exposure and Developer, Basic Photo 2*, New York, Morgan Morgan, 1968 (Fifth Reprinting 1971)

Barco, Cándido, *El Sistema de zonas*, <http://www.bihotzgazetea.com/argazkia>

Bond, Howard, "Lowering B&W Contrast", en *Darkroom & creative camera Techniques, Annual Special #8, Mastering Black and White Photography, Volume I*, Illinois, 1988, págs. 34-37

David, Phil, *Beyond the Zone System*, Boston, Focal Press, 1988

David, Phil, "Ilford Ilfotec DDX, a promising new developer", en *Photo Techniques*, enero febrero, 2000, págs. 51-53

Fontcuberta, Joan, *Fotografía: conceptos y procedimientos, una propuesta metodológica*, Barcelona, Gustavo Gili, 1994

Flamm, Roy, "Taming Extreme Contrast" en *Darkroom Photography*, marzo 1980, págs 40-46, 71

Fuji Film, *Control de la calidad fotográfica mediante el uso de tiras de control*, Tokio, Fuji Photo Film Co., Ltd, s.f.

Gómez Barrantes, Miguel, *Elementos de Estadística Descriptiva*, Sabanilla, EUNED, 2014

Horestein, Henry, *Black & White Photography*, Boston, Little, Brown and Company, 1983



- Jakobson, C.I., *El revelado, la técnica del negativo*, Barcelona, Omega, 1978
- Johnson, Chris, *The Practical Zone System*, Boston, Focal Press, 1994
- Kachel, David, "The Zone Sistem", *Camera & Darkroom*, octubre, 1992,
- Kodak, *Blach and White Darkroom Dataguide*, Rochester, Eatsman Kodak Company, s.f.
- Kodak, *Practical Densitometry, The Language of Densitometry*, Rochester, Reference E-59, s.f.
- Kodak, *Professional Black and White Films*, Rochester, Eatsman Kodak Company, 1987
- Laguillo, Manolo, *El sistema de zonas. Control del tono fotográfico*, Madrid, PhotoVision, 1988
- Lobel L. y Dubois M., *Manual de sensitometría*, Barcelona, Omega, 1955,
- Mulligan, Steve, "Demistifying the Zone Sistem", *Camera & Darkroom*, noviembre, 1992, págs. 12-13, 65
- Sanabria Brenes, Giovanni, *Comprendiendo la Estadística Inferencial*, Cartago, ET CR, 2011
- Schaefer, John P., *Basic Techniques of Photography, Book 1*, Boston, Little, Brown and Company, 1992
- Schaefer, John P., *Basic Techniques of Photography, Book 2*, Boston, Little, Brown and Company, 1998
- Schaefer, John P., *How To Use The Zone Sistem For Fine B&W Photography*, California, HPBooks, 1983
- Schranz, Paul R., "Mastrering the T-max Films, en *Darkroom & creative camera Techniques, Annual Special #8, Mastering Black and White Photography, Volume I*, Illinois, s.f., pág. 30-33



Spillman, Ronald, *Darkroom Techniques*, England, Fountain Press, 1978

Sprow, Otis, "Film/Developer Combination. Testing six films in eight developers"
 en *Darkroom & creative camera Techniques, Annual Special #8, Mastering
 Black and White Photography, Volume I*, Illinois, s.f., págs. 38-39

Sprow, Otis, "Zone Sistem Photography. Prediction, consistency, and perfection",
 en *Darkroom & creative camera Techniques, Annual Special #8, Mastering
 Black and White Photography, Volume I*, Illinois, s.f., págs. 2-10

Taylor, Martin L. (Kodak), *Advanced Black and White Photography*, USA, Silver
 Pixel Press, 1994

Walters, Woody, "Realizing Your Normal Development", *Shutterbug*, Junio 1997

Nota:

Con respecto a la bibliografía de Ansel Adams hemos utilizado para citas la versión en castellano, sin embargo hemos contrastado esta con la versión original en inglés de 1981 (en su veintiava reimpresión de 1999) publicada 3 años antes de su muerte y que se considerada la definitiva (sobre la que se basa la traducción española). Pero hemos revisado también la edición de 1968, que corrige y actualiza la primera edición de 1964. Desde su muerte en 1984 han aparecido una serie de materiales nuevos, películas y reveladores que, evidentemente, Ansel Adams no revisó.