

El ruido en la cámara Sony ILME-FX3

Por Alfonso Parra AEC, ADFC

Con motivo del rodaje del documental «*Si le digo la verdad le miento (heterodoxias cinematográficas colombianas)*» –crónica de los recientes hallazgos sobre tres cineastas colombianos del siglo XX–, hemos realizado un estudio exhaustivo del comportamiento del ruido en la cámara Sony FX3. Este modelo es ampliamente utilizado en proyectos audiovisuales profesionales e independientes, y su prevalencia atestigua su calidad técnica.

Nuestro análisis, enfocado desde la perspectiva del director de fotografía, profundiza en la naturaleza del ruido digital para comprender su funcionamiento y optimizar su manejo en distintas narrativas visuales. Este enfoque permitirá adaptar estratégicamente el rendimiento de la cámara a las exigencias creativas del documental y futuros proyectos.

La calidad de la imagen cinematográfica digital está íntimamente relacionada con el ruido, ya que este condiciona el rango dinámico, la resolución, la textura y el color, entre otros factores. Además, puede ser relevante en la creación estética de las imágenes, al participar en la generación de atmósferas y espacios propios de la obra audiovisual.

Por estas razones, es fundamental tener una idea clara de cómo la cámara FX3 maneja el ruido: qué aspecto tiene, qué cantidad genera y cómo se transforma al modificar los distintos parámetros de la cámara.

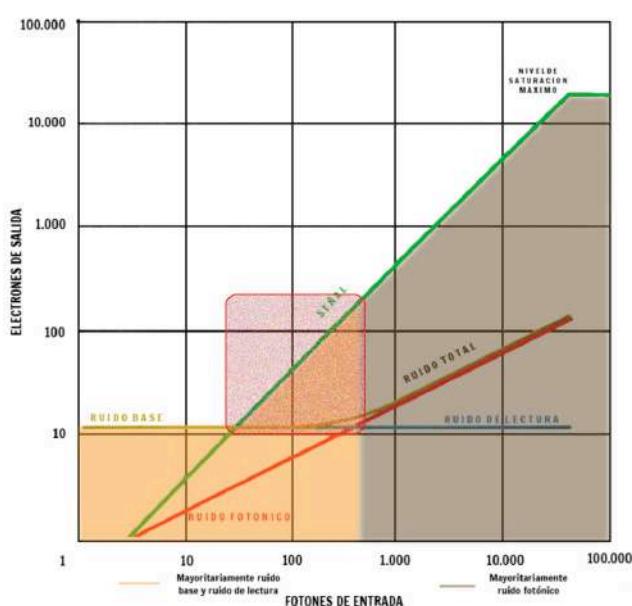


Figura 1. Versión del gráfico de 123 of digital imaging.
<https://123di.com/>

fotografía considere realizar para sus proyectos.

Como en análisis previos, iniciamos nuestro estudio evaluando el ruido base de la cámara (*dark noise*), aquel que se genera cuando no incide luz sobre el sensor. Para medirlo, realizamos grabaciones con la tapa del objetivo puesta y la cámara completamente envuelta en tela negra. Previamente configuramos los parámetros técnicos: resolución Full Frame de 3840 x 2160 a 23,98 fps con obturación de 1/48 y el modo Cine EI o modo FLEXIBLE activado. El formato de



Adriana Bernal ADFC y Alfonso Parra AEC, ADFC, responsables de la dirección y fotografía del documental «*Si le digo la verdad le miento (heterodoxias cinematográficas colombianas)*» del colectivo Fendetestas.

El ruido proviene de distintas fuentes, (Figura 1) siendo las más relevantes el ruido fotónico y el ruido de lectura. No obstante, otros tipos, como el ruido térmico (producido por el calentamiento de la cámara) o el generado en los procesos de cuantificación, también influyen. El ruido digital es inherente al sistema de creación de imagen y, si bien los fabricantes reducen su impacto año tras año, siempre está presente. Esto es particularmente cierto en el caso del ruido fotónico, inherente a la luz misma y a cómo esta llega al sensor.

Para estudiar el ruido, hemos recurrido a comparaciones numéricas con los gráficos correspondientes, que ayudan a entender su comportamiento. Nuestro objetivo es presentar de forma clara el comportamiento del ruido, sin que esto sustituya las pruebas que cada director de

grabación ha sido XAVC S-I 4:2:2 10 bits. El material se ha trabajado en Davinci resolve 20 aplicando la lut 709 en el espacio ACES.

Dentro de este modo CINE encontramos tres variantes operativas: la primera es Cine EI, seguida de Cine EI Rápido y finalmente ISO Flexible. Tanto Cine EI como Cine EI Rápido graban exclusivamente con los valores base EI de 800 y 12.800, siendo fundamental comprender que en ambos casos la imagen se graba siempre con el valor EI base seleccionado. Aunque el modo rápido permite ajustar el valor EI durante la grabación, esta modificación solo afecta a la visualización mediante LUT en pantalla, sin alterar el material grabado.

Por el contrario, la opción de ISO Flexible sí modifica activamente el valor ISO aplicado según la selección del usuario, y como veremos más adelante, estos valores operativos abarcan desde ISO 160 hasta ISO 409.600.

Este material grabado se procesó en DaVinci Resolve studio 20, donde como es lógico la imagen resultante era completamente oscura. Para visualizar el ruido subyacente, elevamos uniformemente la exposición y ajustamos el contraste en todos los clips por igual. Es esencial subrayar que estas modificaciones son puramente ilustrativas: el ruido mostrado no aparece así en el metraje original, sino que se revela mediante este proceso deliberado de ajuste.

Para establecer una referencia comparativa del ruido base, evaluamos la desviación estándar (que mide la amplitud de variación en los valores de intensidad lumínica) en cada fotograma (Figura 2). Dada la naturaleza aleatoria de las fluctuaciones de brillo en los píxeles según el valor EI, el histograma adopta una forma de campana cuya base se amplía progresivamente al incrementar la sensibilidad. Por tanto, las cifras aquí presentadas son valores *relativos* que permiten contrastar las diferencias entre los distintos valores EI y su comportamiento ante el ruido.

Hemos observado el ruido a dos temperaturas de color 5600K y 3200K además de a los dos valores base, 800 y 12800 y también en los valores ISO Flexible.

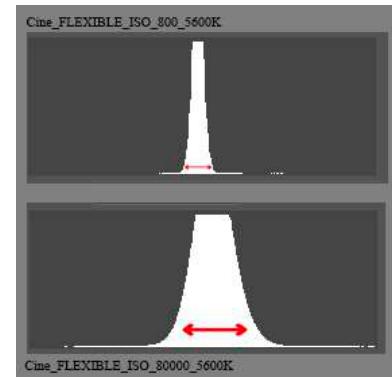


Figura 2. Desviación estándar

Análisis del ruido base (dark Noise) en el modo CINE EI en sus EI base, 800 y 12800 a 5600K en RGBY

Valores EI 5600K	R	G	B	Y
800	1,95	1,15	1,37	1,08
12800	1,7	1,2	1,31	1,16

Tabla 1

En la Tabla 1 y Figura 3 se presenta la desviación estándar medida para ambos valores EI. Lo que observamos son ligeras variaciones en los niveles de ruido entre EI 800 y EI 12.800, tanto en los canales de color individuales como en la luminancia (Y). En Y (representado por la barra gris), EI 800 registra un valor de 1,08, mientras que EI 12.800 alcanza 1,16, lo que significa que este último es un 7,14% más ruidoso que el primero.

El canal rojo (barra roja) muestra la variación más significativa debido al balance de blancos configurado en 5600K, que amplifica este canal en particular. Curiosamente, la desviación estándar del canal rojo es un 13,6% menor en EI 12.800 comparado con EI 800. En el canal verde, EI 800 resulta un 4,2% menos ruidoso que EI 12.800, mientras que, en el canal azul, EI 12.800 presenta un 4,4% menos de ruido que EI 800. Al considerar los promedios globales, observamos que la diferencia entre ambos valores EI es de apenas un 2,9%. Esto se traduce en que, si bien

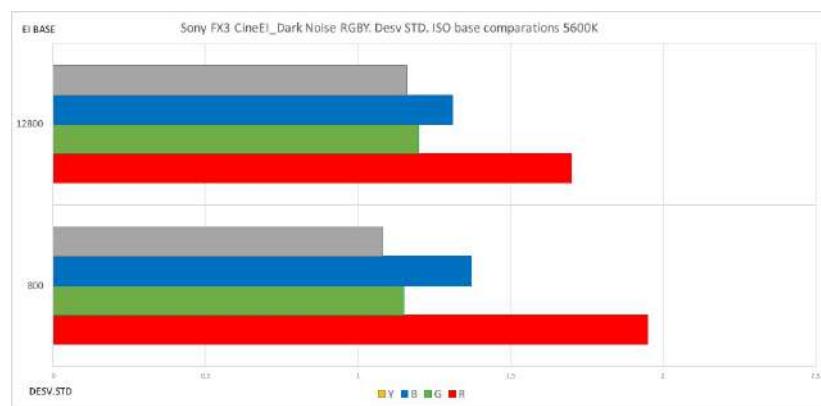


Figura 3

visualmente puede percibirse una distinción en el ruido entre los dos niveles de sensibilidad, dicha diferencia no resulta significativa y puede considerarse irrelevante en términos prácticos.

Veamos a 3200K

Valores EI 3200K	R	G	B	Y
800	1,35	1,1	2,17	1,02
12800	1,3	1,15	1,73	1,11

Tabla 2

En Y (representado por la barra gris), observamos que a EI 800 la desviación es un 8,4% menor que a EI 12.800. El canal rojo ahora presenta menos desviación que el azul, invirtiendo el comportamiento registrado a 5600K, debido a que a 3200K el canal azul experimenta una mayor amplificación. En el canal rojo, los valores son parecidos, siendo EI 12.800 un 3,7% menos ruidoso que EI 800. En el canal verde, EI 800 registra un 4,4% menos de ruido que EI 12.800, mientras que en el canal azul la diferencia es notable: EI 12.800 es un 22,5% menos ruidoso que EI 800. La diferencia promedio global entre ambos valores base alcanza el 6,5% (Tabla 2 y Figura 4). Para una mayor claridad, mostramos la comparación con cada canal independiente (Figura 5 a 8).

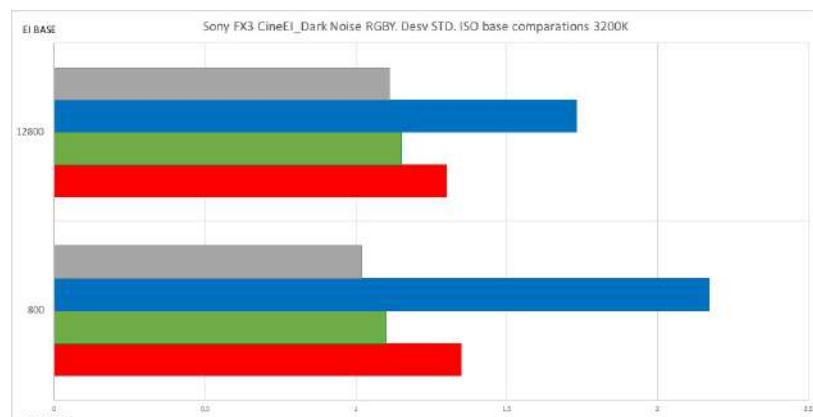


Figura 4

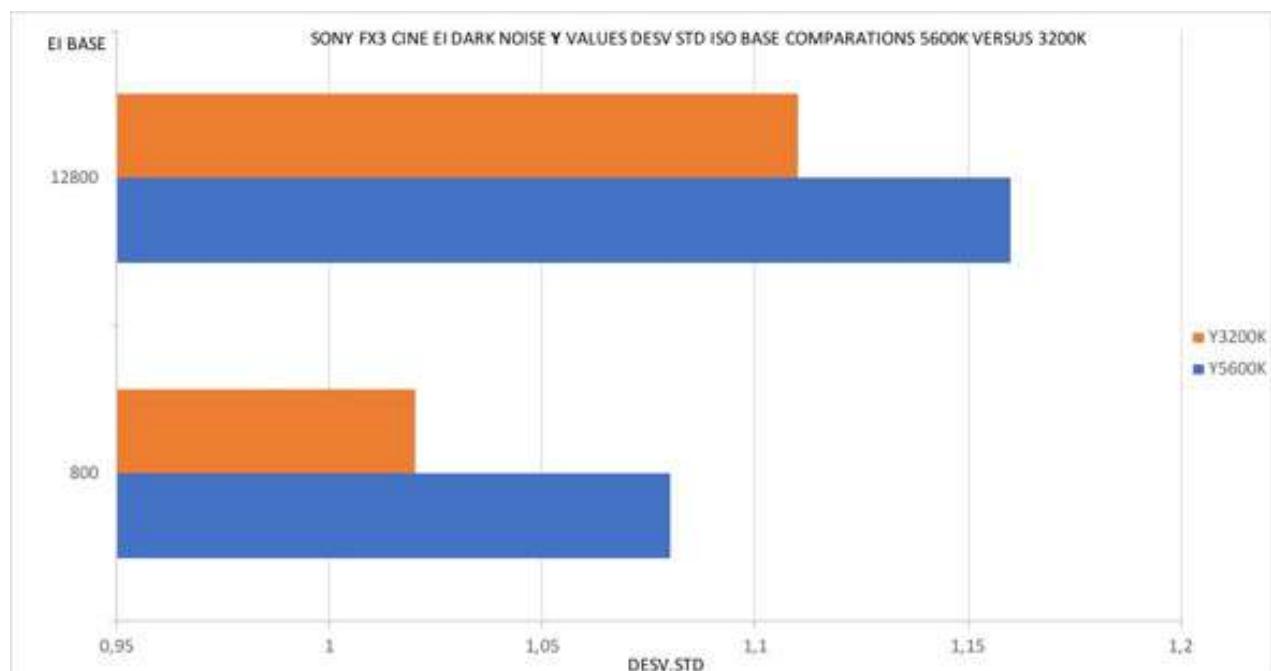


Figura 5 . Desviación en Y del EI base a 5600K versus 3200K

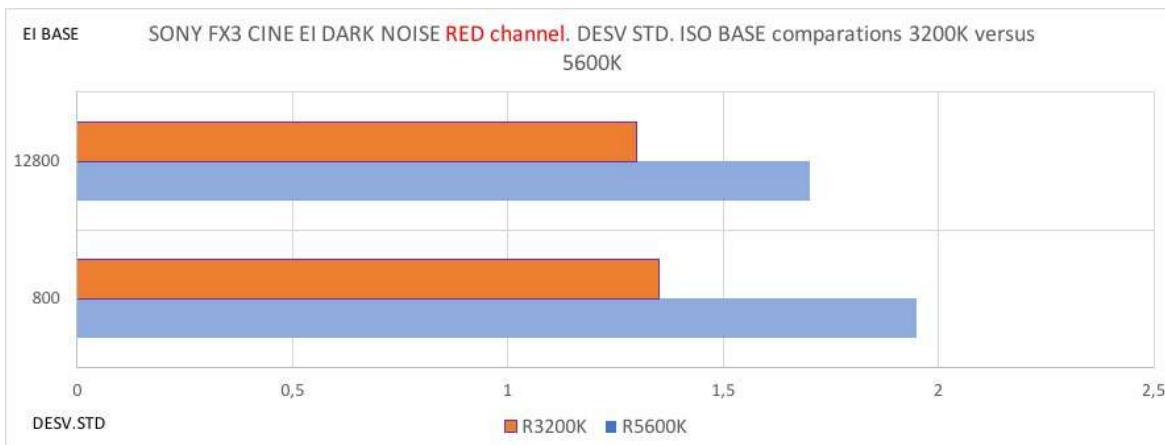


Figura 6. Desviación en **R** del EI base a 5600K versus 3200K

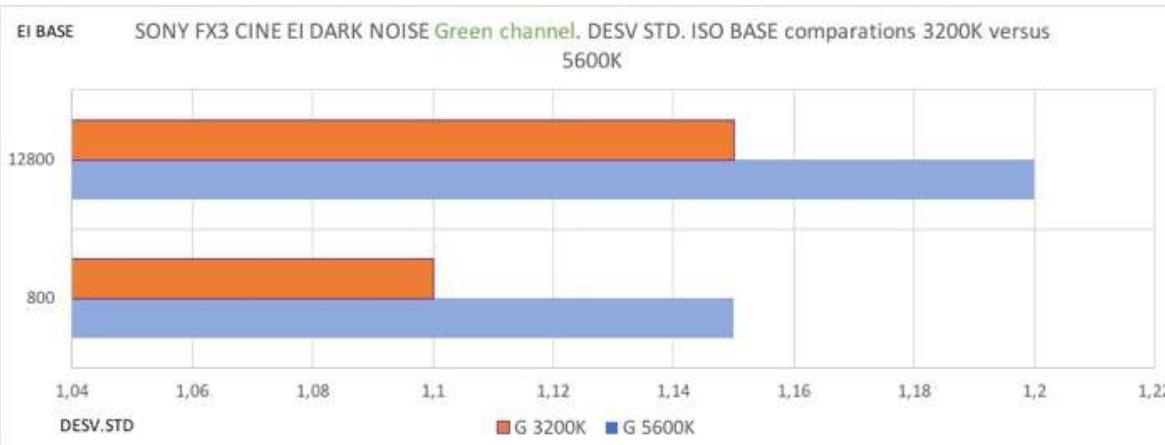


Figura 7. Desviación en **G** del EI base a 5600K versus 3200K

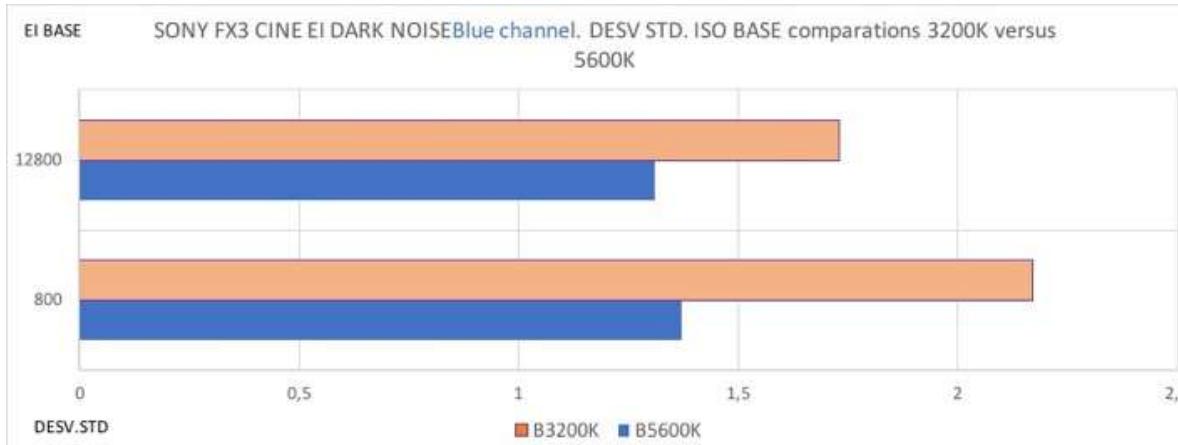


Figura 8. Desviación en **B** del EI base a 5600K versus 3200K



Alfonso Parra AEC, ADFC durante el rodaje del documental. Imagen del making of

Como conclusión, podemos afirmar que a 3200K se genera un incremento moderado de ruido base, atribuible principalmente a la contribución del canal azul. Como podemos observar, incrementar el valor EI de 800 a 12.800 no produce un aumento uniforme del ruido en todos los canales. Por el contrario, en algunos de ellos se registra una disminución significativa, un efecto paradójico vinculado a las características de amplificación específica de cada canal bajo diferentes condiciones de balance de blancos.

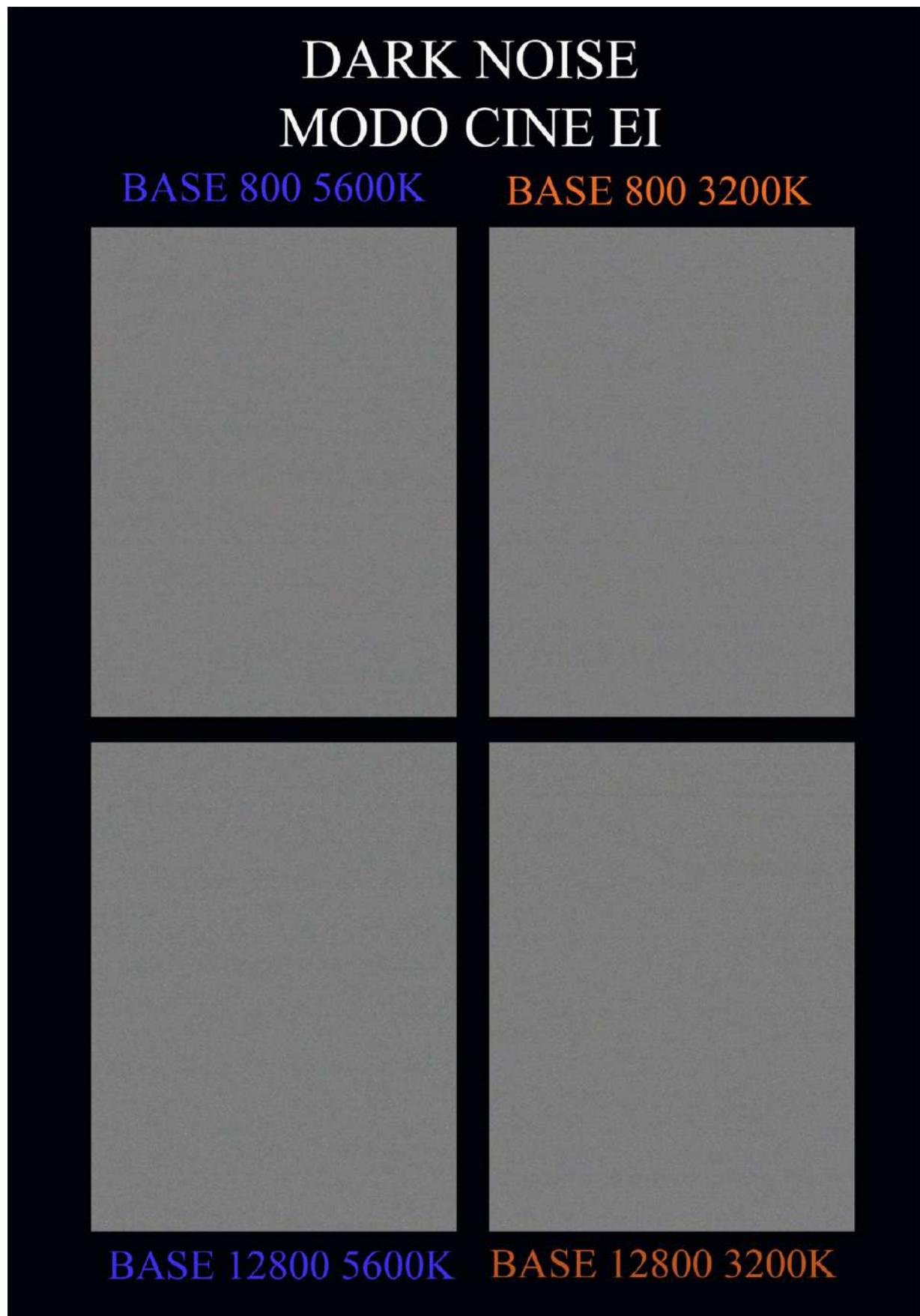


Figura 9

Como se observa en la *Figura 9*, al comparar ambos valores base EI (800 y 12.800) a 5600K y 3200K, las diferencias visuales en ruido son mínimas, confirmando lo señalado previamente. Para analizar variaciones sutiles, examinamos por separado los canales rojo y azul (*Figura 10*), aplicando un proceso de visualización específico: incrementamos el contraste y ampliamos la imagen hasta hacer perceptibles las diferencias entre los dos niveles de sensibilidad.

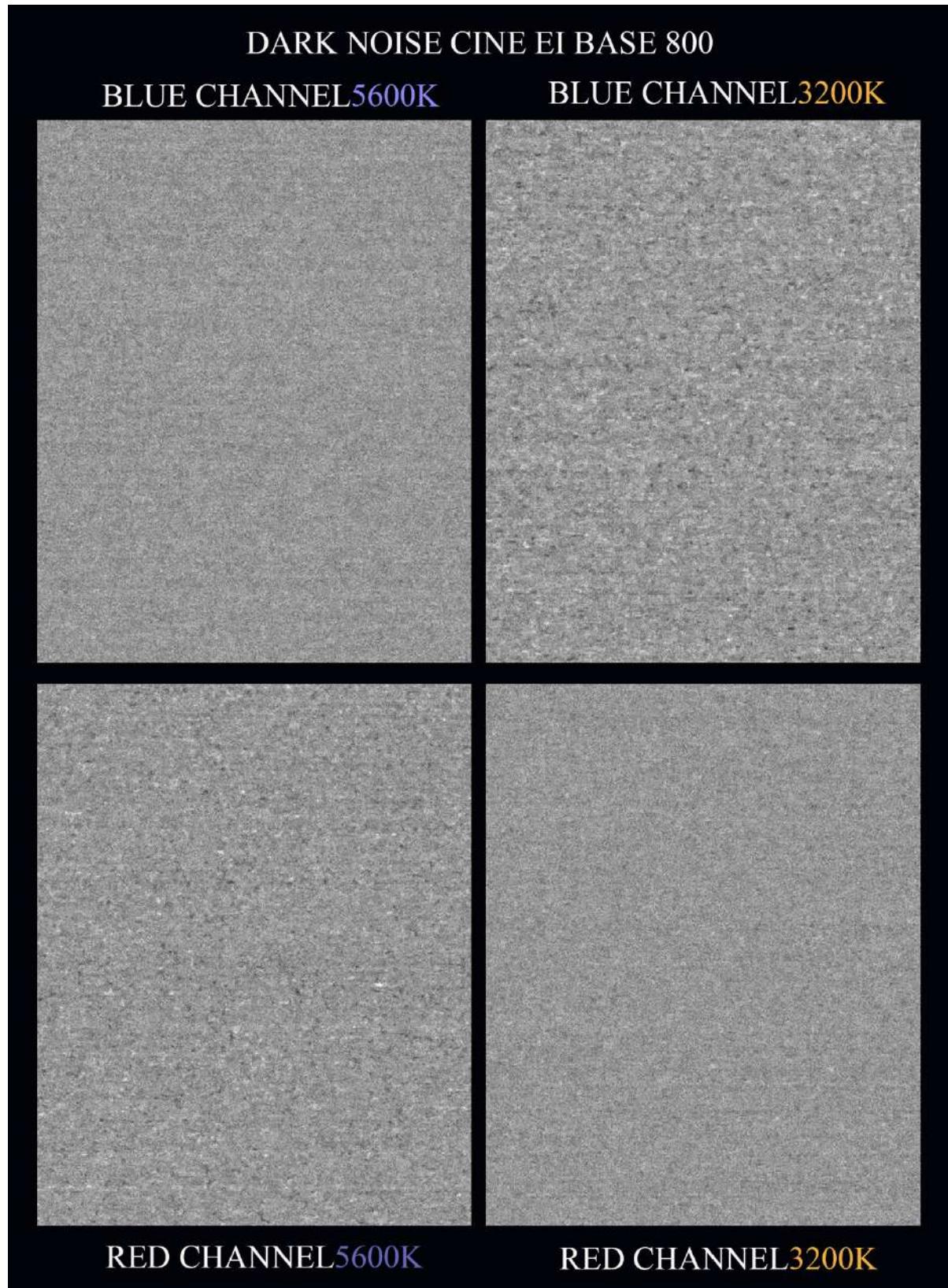


Figura 10

Efectivamente, se confirma que el canal azul presenta mayor ruido a 3200K que a 5600K, mientras que el canal rojo muestra el comportamiento inverso: mayor ruido a 5600K que a 3200K, tal como demuestran las gráficas anteriores. Este mismo patrón de comportamiento se mantiene consistentemente con el valor EI 12.800, según se evidencia en la *Figura 11* aunque menos relevante que a EI 800.

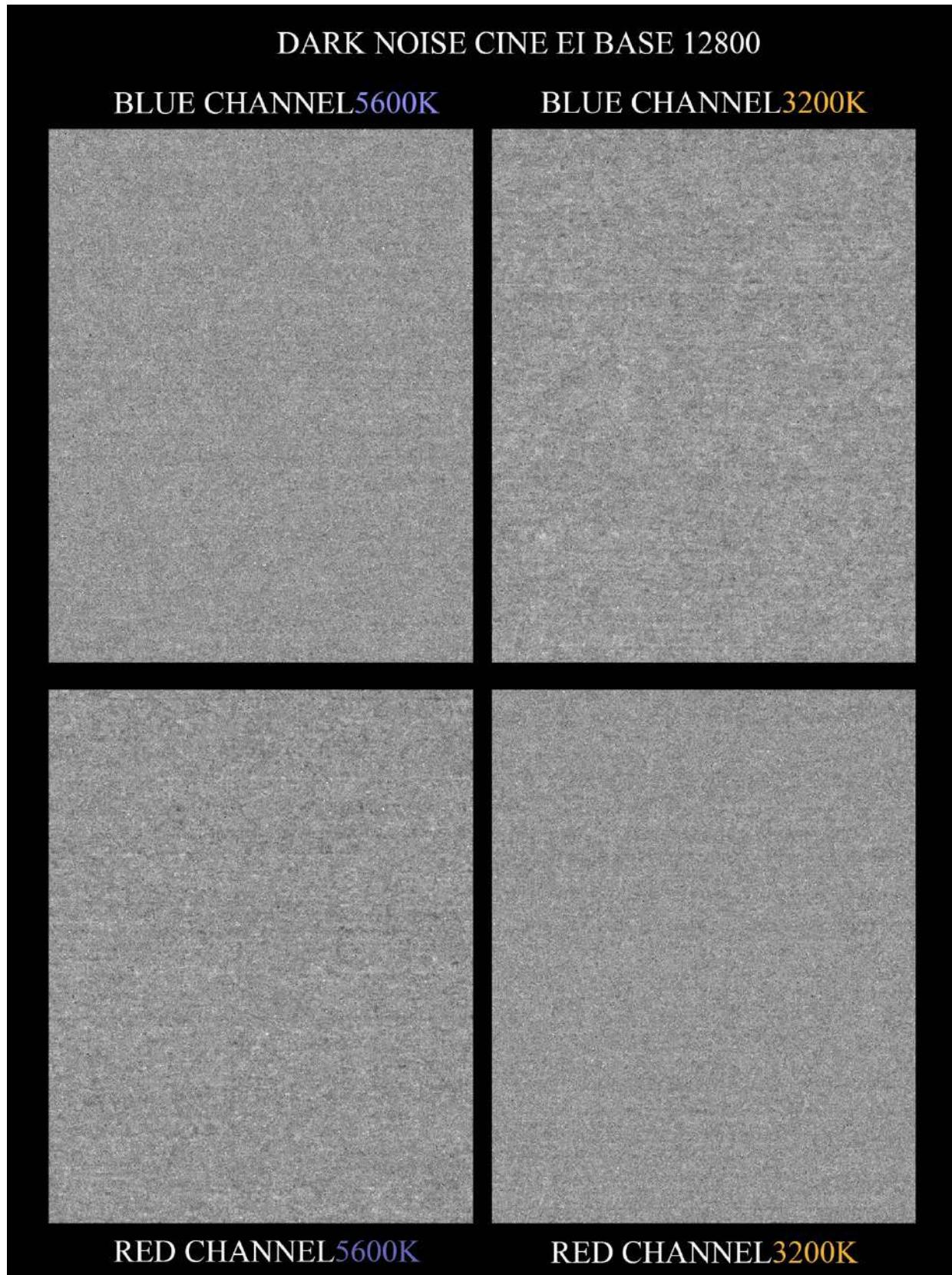


Figura 11

Tras el análisis exhaustivo del ruido base, se confirma que el incremento del valor EI base en la Sony FX3 (de 800 a 12.800) no genera un aumento homogéneo del ruido en todos los canales, sino que produce variaciones diferenciales vinculadas principalmente a la temperatura de color configurada. Efectivamente, a 3200K el canal azul exhibe un ruido sustancialmente mayor (hasta +22.5%), mientras que a 5600K es el canal rojo el que presenta los niveles más altos (+13.6%), revelando un comportamiento inverso entre ambos canales según el balance de blancos.

Pese a estas disparidades por canal, la diferencia global de ruido entre los dos valores EI resulta visualmente imperceptible en condiciones normales de observación, con variaciones promedio que oscilan entre el 2.9% y 6.5%. Solo mediante procesos específicos de amplificación y ajuste de contraste pudieron detectarse estas discrepancias, cuya consistencia se mantiene idéntica en ambos EI según muestran las *Figuras 8 a 10*.

El factor determinante en la distribución del ruido es, por tanto, la temperatura de color, que al modificar la amplificación relativa de cada canal RGB, redefine su contribución al ruido total. Esto implica que, para optimizar la gestión del ruido, el control del balance de blancos – particularmente en escenas dominadas por canales críticos como el azul o rojo– resulta más relevante que la selección del valor EI base.



El ruido fotónico, inherente a la propia luz, persiste como variable ineludible, por lo que hemos procedido a evaluar una carta de color Macbeth analizada con el programa Imatest, valorando la SNR (relación señal ruido) según la fórmula:

$$SNR_{BW} = 20 \log_{10} \left(\frac{S_{White} - S_{Black}}{N_{MID}} \right)$$

(Para una información detallada <https://www.imatest.com/support/docs/23-1/colorcheck/>)

Análisis del SNR (relación señal ruido) en el modo CINE EI, con sus dos EI base y las dos temperaturas de color.

SNR DB EI BASE 800	R	G	B	Y
5600K	45	48,6	47,3	49,4
3200K	45,5	48	46,1	49,1

Tabla 3

La *Tabla 3* y *Figura 12* revelan que la relación señal-ruido (SNR) en los canales RGB e Y a EI 800 mantiene una notable similitud entre las temperaturas de color evaluadas, aunque con variaciones mínimas directamente vinculadas a este parámetro.

Efectivamente, en la luminancia (Y) se registra un 0,6% de SNR superior a 5600K comparado con 3200K, mientras que el canal rojo muestra un comportamiento inverso, favoreciendo a 3200K con



Figura 12

una diferencia del 1,1%. Por su parte, el canal verde presenta un ligero incremento del 1,2% en SNR a 5600K, y de manera más significativa, el canal azul evidencia una diferencia del 2,5% que también beneficia a 5600K. Estas oscilaciones, pese a su sutileza, confirman el papel determinante de la temperatura de color en la respuesta diferencial de cada canal, incluso cuando el valor EI permanece constante. La diferencia promedio global entre ambas temperaturas de color es tan solo de 0,69%, lo que a efectos prácticos resulta irrelevante.



Adriana Bernal ADFC en el rodaje del documental. Finca de Atanasio Bernal.

Veamos a continuación la diferencia en el valor EI 12.800

SNR EI BASE 12800	R	G	B	Y
5600K	38,8	39,3	39,1	39,5
3200K	36,2	37,5	37,2	37,7

Tabla 4

A este valor EI base de 12.800, la relación señal-ruido muestra diferencias más pronunciadas entre temperaturas de color que las observadas en EI 800. El canal Y registra un 4,6% mejor SNR a 5600K comparado con 3200K, tendencia que se refuerza en el canal rojo con una diferencia del 6,9% a favor de 5600K. Esta superioridad se mantiene en el canal verde, donde la SNR es un 4,6% superior a 5600K, y alcanza en el canal azul un 4,9% de mejora en esta misma temperatura (Tabla 4 y Figura 13). La diferencia promedio global asciende a un 5,29%, confirmando que la brecha de rendimiento entre ambas temperaturas de color es significativamente mayor que la detectada a EI 800, donde esta última configuración demostraba consistentemente una mejor relación señal-ruido en la mayoría de los canales evaluados. Veamos los diagramas independientes (Figuras de 14 a 17).



Figura 13

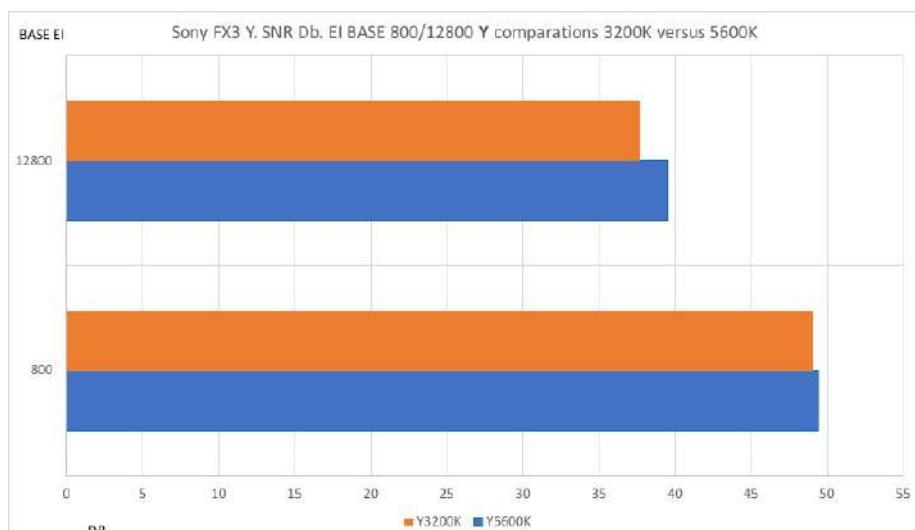


Figura 14. Desviación SNR en Y del EI base a 5600K versus 3200K

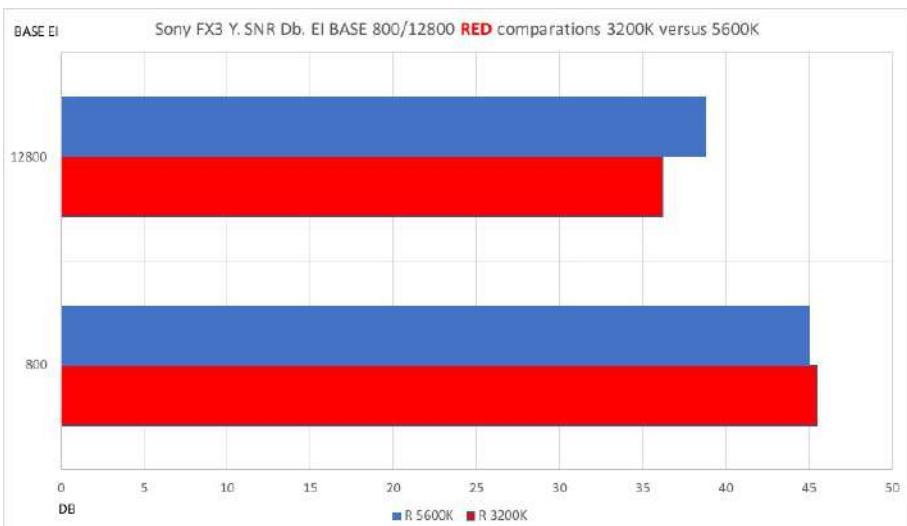


Figura 15. Desviación SNR en R del EI base a 5600K versus 3200K

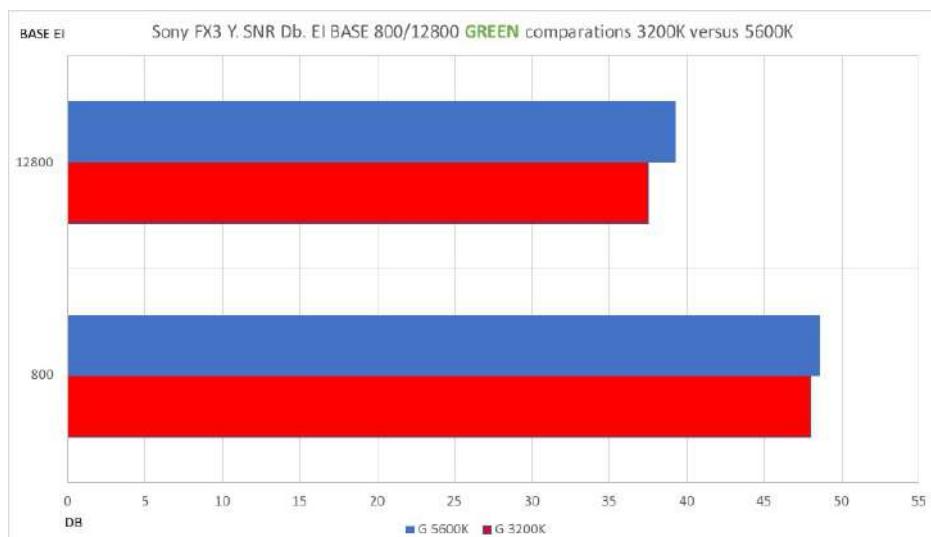


Figura 16. Desviación SNR en G del EI base a 5600K versus 3200K

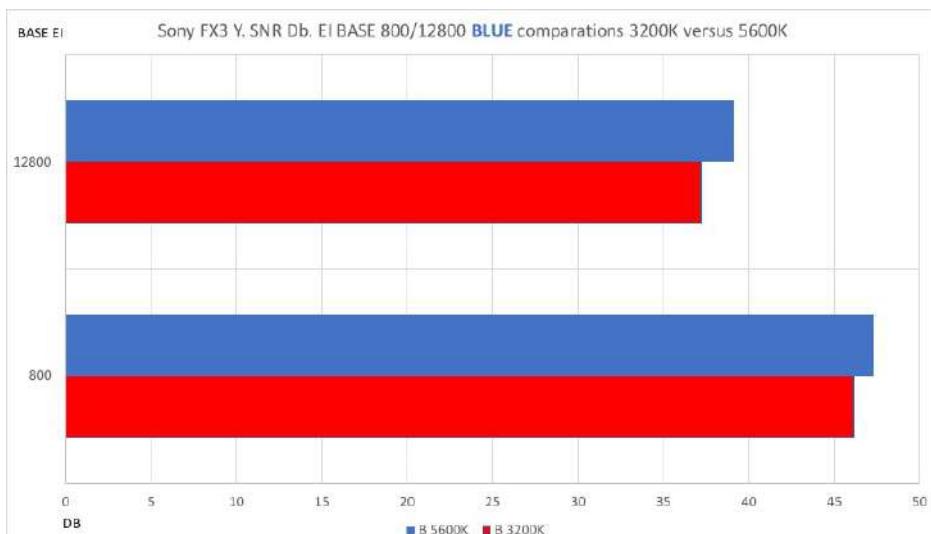


Figura 17. Desviación SNR en B del EI base a 5600K versus 3200K

En las *Figuras 18 y 19* presentamos el recorte de la muestra 22 (gris medio) de la carta de Macbeth, donde se ha aplicado una ampliación significativa y ajustes de contraste para revelar visualmente las características del ruido bajo distintas temperaturas de color y valores EI. Estas modificaciones son exclusivamente ilustrativas y permiten apreciar dos fenómenos clave: las variaciones en el ruido de croma según la temperatura de color y la transformación tonal ligada al valor EI base seleccionado.

Efectivamente, a 5600K con EI 800 predomina un ruido cromático frío (tonalidades violeta/azul/magenta), mientras que en EI 12.800 se intensifican los componentes verdes. Por el contrario, a 3200K con EI 800 el ruido adopta una calidad más cálida (magenta/amarillo con presencia verde), patrón que, sin embargo, se invierte en EI 12.800 donde el verde vuelve a dominar el perfil cromático. Esta dualidad confirma cómo la interacción entre temperatura de color y sensibilidad redefine la firma visual del ruido.

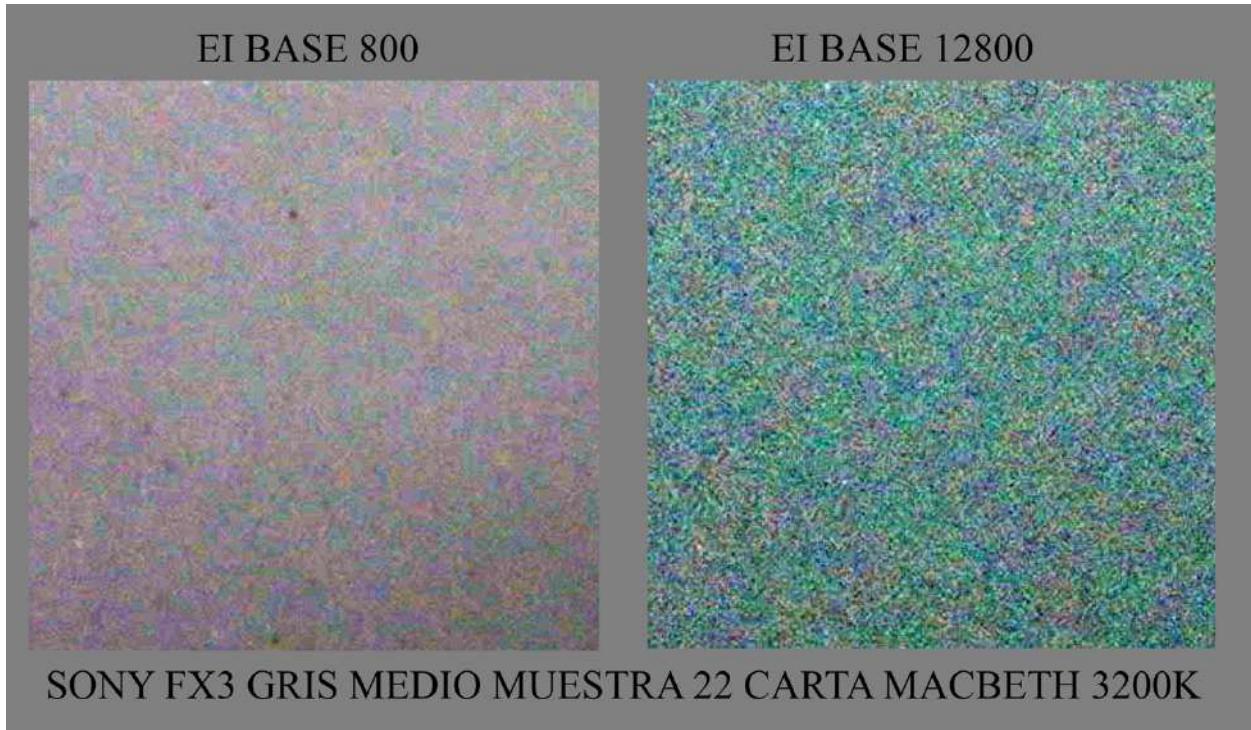


Alfonso Parra AEC, ADFC, durante el rodaje en la finca de Atanasio Bernal. Imagen del making of



SONY FX3 GRIS MEDIO MUESTRA 22 CARTA MACBETH 5600K

Figura 18



SONY FX3 GRIS MEDIO MUESTRA 22 CARTA MACBETH 3200K

Figura 19

Tras el análisis exhaustivo de los datos del SNR en modo CINE EI, se confirma que la temperatura de color ejerce una influencia decisiva sobre la relación señal-ruido (SNR) en la Sony FX3, superando ampliamente el impacto de la variación entre los valores EI base. A baja sensibilidad (EI base 800), las diferencias de SNR entre 3200K y 5600K resultan mínimas, con una ligera ventaja para 5600K en luminancia, verde y azul (hasta +2.5%), mientras 3200K solo optimiza marginalmente el canal rojo (+1.1%). Sin embargo, este equilibrio se altera drásticamente al elevar la sensibilidad: a EI 12.800, 5600K no solo domina en todos los canales –con mejoras del 4.6% en luminancia, 6.9% en rojo, 4.6% en verde y 4.9% en azul– sino que la diferencia promedio global se amplía a un 5.29%, evidenciando cómo el valor EI base alto (12.800) intensifican la brecha de rendimiento entre temperaturas de color. El canal azul emerge como el más afectable, registrando oscilaciones extremas según el balance de temperatura de color elegido,

mientras el rojo actúa como contrapunto inverso. Esta dinámica canal-temperatura de color explica por qué 5600K se muestra superior en entornos de alta sensibilidad, pese a su desventaja puntual en el canal rojo con EI base 800.

La gestión óptima de la señal-ruido (SNR) exige combinar temperatura de color y EI según los tonos de color dominantes de la escena. La elección de EI base, por sí sola, resulta insuficiente para controlar el ruido sin considerar el balance de blancos y la luz de la escena que estemos utilizando. Fundamentalmente, estos hallazgos desmienten que solo aumentar el EI degrade uniformemente la calidad de imagen; por el contrario, revelan que la sinergia entre parámetros permite gestionar proactivamente el ruido cuando se comprende su comportamiento diferencial.

Veamos a nuestra modelo *Sónya* a la luz únicamente de las velas, donde prima las longitudes de onda cálidas (1800-2000K) frente a las frías (*Figuras 20 a 22*)



Figura 20 FX3. Modo CINE EI Base 800 Slog3-Sg3cine. 3200k



FX3. Modo CINE EI Base 800. ACES 709. 3200k



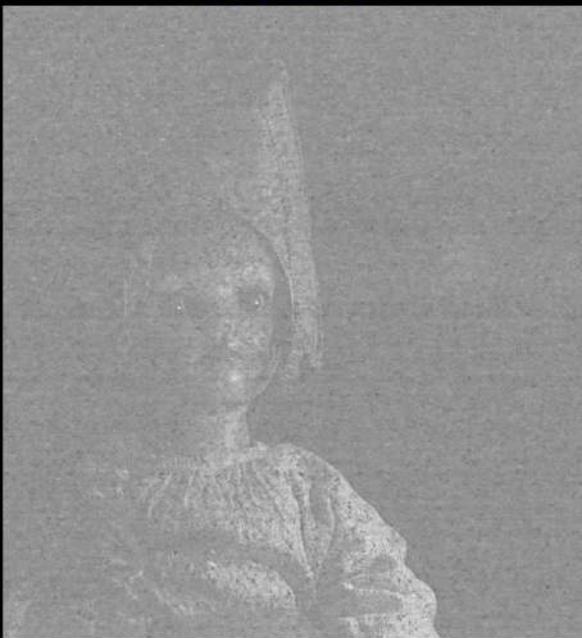
Figura 21. FX3. Modo CINE EI Base 12.800 Slog3-Sg3cine. 3200k



FX3. Modo CINE EI Base 12.800. ACES 709. 3200k

FX3 MODO CINE EI BASE 800

BLUE CHANNEL



RED CHANNEL



FX3 MODO CINE EI BASE 12.800

BLUE CHANNEL



RED CHANNEL



Figura 22. Canal azul y rojo a las dos EI Base en modo CINE EI. Hemos subido el brillo de los canales para ilustrar mejor las diferencias entre ambos.

A EI 800 en el canal rojo la imagen está oscura, con poco detalle en las sombras y alto nivel de ruido. El canal rojo está subexpuesto debido a que la sensibilidad de la cámara a esta ganancia no es suficiente para captar eficientemente las tonalidades cálidas de las velas. Sin embargo, a EI 12.800 la mejora es significativa. Se observa una imagen más luminosa, mejor modelado de Sónya y una reducción sustancial del ruido. Este comportamiento confirma la ventaja del Dual ISO: el canal rojo trabaja de forma mucho más eficiente a EI 12.800 en entornos de luz cálida.

En el canal azul a EI 800 la imagen tiene un ruido prominente y bajo nivel de detalle, dado que la señal es muy débil debido a la escasa presencia de luz “fría” en la escena. A EI 12.800 hay una ligera mejora en claridad, pero el canal sigue mostrando un nivel de ruido considerable. Aunque se incrementa la ganancia, la falta de información espectral azul limita su

rendimiento. El valor SNR a EI 12.800 en el canal rojo supera en varios Db al canal azul, lo que se traduce en menos ruido visual. También a EI 12800 mejora el rango dinámico (RD) favoreciendo la retención de detalle en sombras y altas luces, esencial en iluminación tenue.

Análisis del ruido base (dark Noise) en el modo El Flexible.

En este modo la cámara permite modificar los valores ISO sin tener un valor EI base, de tal forma que las imágenes se graban efectivamente con el ISO elegido, si bien, y como veremos más adelante, esta elección del ISO afecta no solo al ruido en la imagen sino también a la distribución del rango dinámico. Comenzamos por estudiar el ruido base (dark noise) a estos distintos valores ISO.

Procedamos a observar los distintos valores ISO a 5600K

Valores EI 5600K	Rojo	Verde	Azul	Y
160	0,6	0,35	0,43	0,33
200	0,69	0,41	0,51	0,39
250	0,83	0,49	0,63	0,47
320	0,95	0,59	0,72	0,57
400	1,16	0,7	0,87	0,68
500	1,43	0,86	1,04	0,82
640	1,72	1,05	1,25	0,98
800	1,95	1,16	1,38	1,08
1000	2,3	1,31	1,54	1,23
1250	2,89	1,58	1,8	1,52
1600	3,16	1,71	1,92	1,64
2000	3,96	1,93	2,23	1,95
2500	4,17	2,12	2,4	2,09
3200	5,19	2,49	2,8	2,49
4000	6,17	2,8	3,14	2,96
5000	7,48	3,3	3,66	3,61
6400	8,5	3,92	4,29	4,29
8000	9,41	4,33	4,69	4,8
10000	10,46	4,97	5,49	5,5

Tabla 5

Valores EI 5600K	Rojo	Verde	Azul	Y
12800	1,72	1,22	1,31	1,18
16000	2,06	1,35	1,47	1,31
20000	2,74	1,65	1,86	1,58
25600	3,09	1,92	2,12	1,85
32000	3,67	2,33	2,53	2,24
40000	4,41	2,68	2,94	2,64
51200	5,31	3,22	3,43	3,2
64000	6,16	3,71	3,96	3,72
80000	7,39	4,41	4,71	4,45
102400	9,14	5,23	5,59	5,37
128000	9,45	6,04	6,44	6
160000	10,94	7,24	7,74	7,12
204800	12,85	8,56	9,15	8,33
256000	14,56	9,85	10,55	9,63
320000	17,07	11,29	12,29	11,1
409600	19,32	12,98	13,83	12,5

Tabla 6

Las *Tablas 5 y 6* presentan los valores de desviación estándar (ruido) en los canales RGBY a 5600K, mientras que la *Figura 23* muestra estos mismos resultados en función de los valores de EI, representados en una escala logarítmica sobre el eje horizontal, mientras que el eje vertical se mantiene en escala lineal. Se observa que el canal rojo exhibe la mayor desviación, es decir, mayor ruido que los demás canales, y emerge un hallazgo interesante: la desviación se reduce drásticamente al pasar de ISO 10.000 a ISO 12.800. Por ejemplo, en el canal Y, el ruido desciende



La claqueta del documental

menos ruido" revela el efecto del daño ISO que utiliza la Sony FX3 que al utilizar su valor EI base nativo de 12.800, optimiza el ruido base de nuevo en relación al otro EI base de 800.

El mismo patrón se replica en todos los canales: el rojo muestra un 143% más de ruido en ISO 10.000 comparado con 12.800, el verde un 121% más, y el azul un 122,9% más. Esta inversión contra intuitiva –donde un ISO mayor genera significativamente menos ruido– revela el efecto del dual ISO que

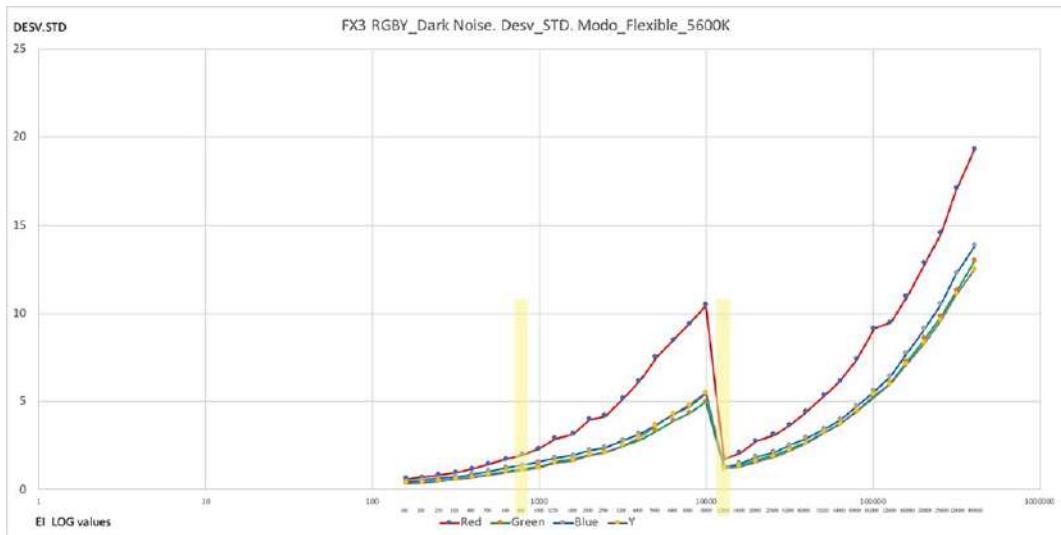


Figura 23. Ruido (desviación estándar) en RGBY a 5600K frente a EI. Escala logarítmica (EI) en el eje horizontal y lineal en el vertical.

En este sentido, el ruido base a 12.800 es ligeramente superior al que se obtiene con ISO 800 y el ruido base generado a ISO 10.000 es similar al que se genera con ISO 102.400.

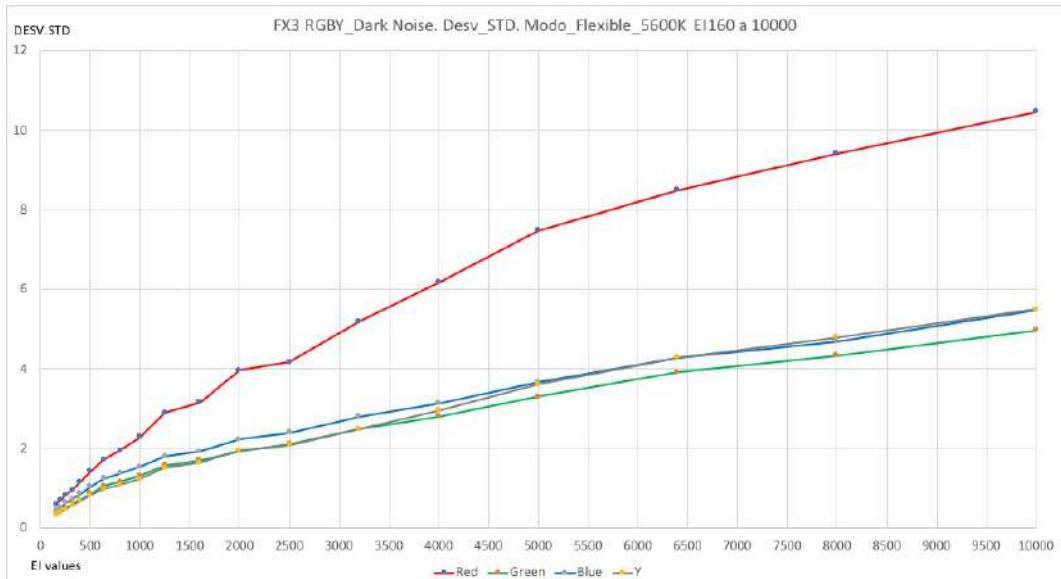


Figura 24. De ISO 160 a 10.000. Valores EI y desviación estándar lineales

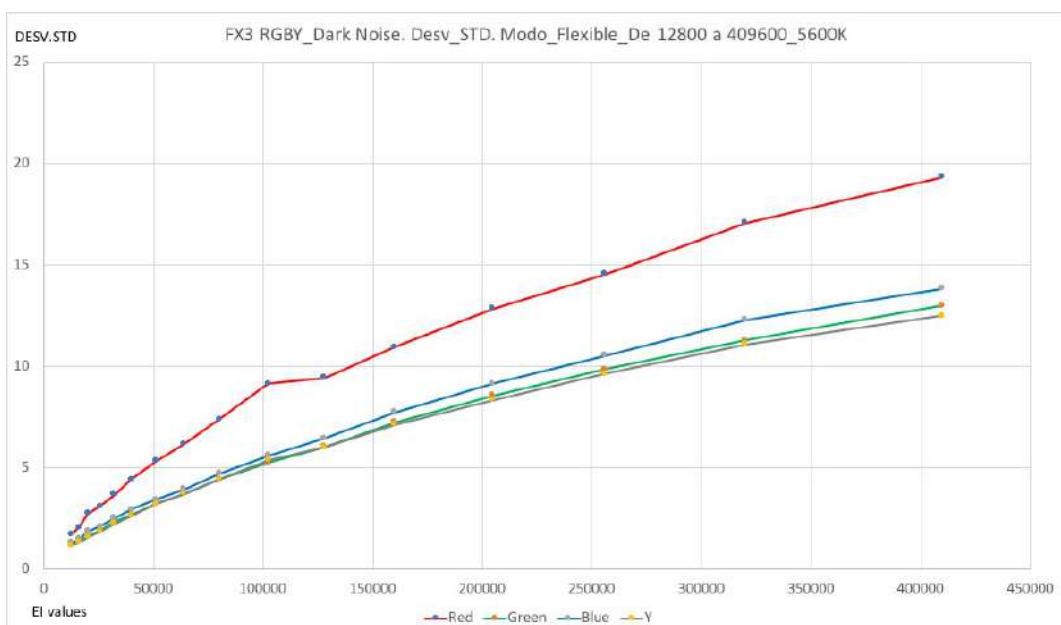


Figura 25. De ISO 12.800 a 409.600. Valores EI y desviación estándar lineales

Las *Figuras 24 y 25* presentan los mismos valores analizados en la *Figura 23*, aunque todos representados en escala lineal en lugar de los EI logarítmicos. Esta perspectiva alternativa permite confirmar que la progresión del incremento del ruido base sigue patrones similares al comparar los rangos de ISO 160 e ISO 12.800 como puntos de partida. Sin embargo, se revela una diferencia en la pendiente de crecimiento: mientras el aumento entre valores ISO es relativamente moderado de 160 a 10.000, estos se intensifican notablemente al ascender (en la escala de ISO 12.800, *Figura 25*) a partir del valor 102.400, especialmente en los canales verde, azul y los valores de Y.

Este comportamiento diferencial evidencia cómo la arquitectura de doble ganancia nativa de la Sony FX3 opera en dos regímenes distintos: el primer circuito (ISO 160 - 10.000) mantiene una progresión de ruido contenida, mientras el segundo circuito (ISO 12.800 - 409.600) muestra una escalada más pronunciada conforme aumenta la sensibilidad, particularmente en el extremo superior del rango donde el ruido base se hace más notorio.

Veamos ahora el ruido base con la temperatura de color 3200K

Valores ISO 3200K	Rojo	Verde	Azul	Y
160	0,41	0,3	0,66	0,29
200	0,48	0,38	0,75	0,35
250	0,6	0,47	0,92	0,45
320	0,68	0,57	1,07	0,55
400	0,83	0,67	1,28	0,65
500	1,02	0,82	1,57	0,78
640	1,23	1,01	1,96	0,95
800	1,37	1,1	2,18	1,03
1000	1,54	1,25	2,48	1,16
1250	1,84	1,48	3,07	1,39
1600	1,96	1,59	3,06	1,47
2000	2,33	1,75	3,49	1,63
2500	2,47	1,94	3,75	1,79
3200	2,99	2,24	4,29	2,07
4000	3,29	2,44	4,52	2,3
5000	3,9	2,77	5,08	2,69
6400	4,45	3,2	5,78	3,17
8000	5,07	3,67	6,53	3,73
10000	5,45	4,23	6,8	4,21

Tabla 7

Valores ISO 3200K	Rojo	Verde	Azul	Y
12800	1,32	1,16	1,74	1,12
16000	1,48	1,29	2,07	1,23
20000	1,89	1,56	2,8	1,47
25600	2,13	1,8	3,11	1,71
32000	2,56	2,18	3,67	2,05
40000	2,96	2,5	4,24	2,37
51200	3,43	2,98	4,87	2,83
64000	4,06	3,45	5,73	3,32
80000	4,83	4,07	6,69	3,93
102400	5,75	4,8	8	4,67
128000	6,47	5,64	9,05	5,44
160000	7,78	6,79	10,71	6,54
204800	9,45	8,08	13,18	7,84
256000	10,5	9,24	14,45	8,92
320000	11,92	10,54	16,42	10,1
409600	13,74	12,12	18,98	11,52

Tabla 8

A esta temperatura de color específica, las *tablas 7 y 8* revelan que el canal azul mantiene sistemáticamente la mayor desviación estándar; simultáneamente, emerge nuevamente el fenómeno ya observado donde el ruido base experimenta una reducción drástica al transitar desde ISO 10.000 hacia ISO 12.800, un comportamiento que se manifiesta con intensidades variables en cada canal: en la luminancia (Y) la desviación desciende de 4,21 a apenas 1,12, lo que convierte al ISO 10.000 en un 116% más ruidoso que su sucesor, mientras el canal rojo refleja una diferencia del 122%, el verde un 114% y el propio canal azul, muestra una mejora sustancial del 118,5% bajo el valor ISO 12.800.

La *Figura 26*, (los valores de EI, representados en una escala logarítmica sobre el eje horizontal, mientras que el eje vertical se mantiene en escala lineal), no solo corrobora la magnitud de esta discontinuidad, sino que también visualiza la eficacia del segundo circuito de ganancia nativa de la Sony FX3, activado precisamente al alcanzar el ISO 12.800, donde el ruido base se optimiza radicalmente frente a valores inferiores que operan fuera de su rango base óptimo.

Esta coherencia entre los datos numéricos y su representación gráfica subraya un principio operativo significativo: si buscamos minimizar el impacto del ruido base –ya sea a 3200K o 5600K–, el Modo Flexible con ISO 12.800 es siempre preferible a ISO 10.000, no solo porque reduce el ruido base entre un 114% y un 122% en todos los canales, sino porque preserva de manera crítica la calidad de imagen en los canales azul y el rojo especialmente, donde la ganancia diferencial de la arquitectura de doble ISO nativo despliega su máxima eficiencia. Y no solo eso, es preferible usar valores de hasta los ISO 80.000 donde el ruido base es menor que a ISO 10.000.

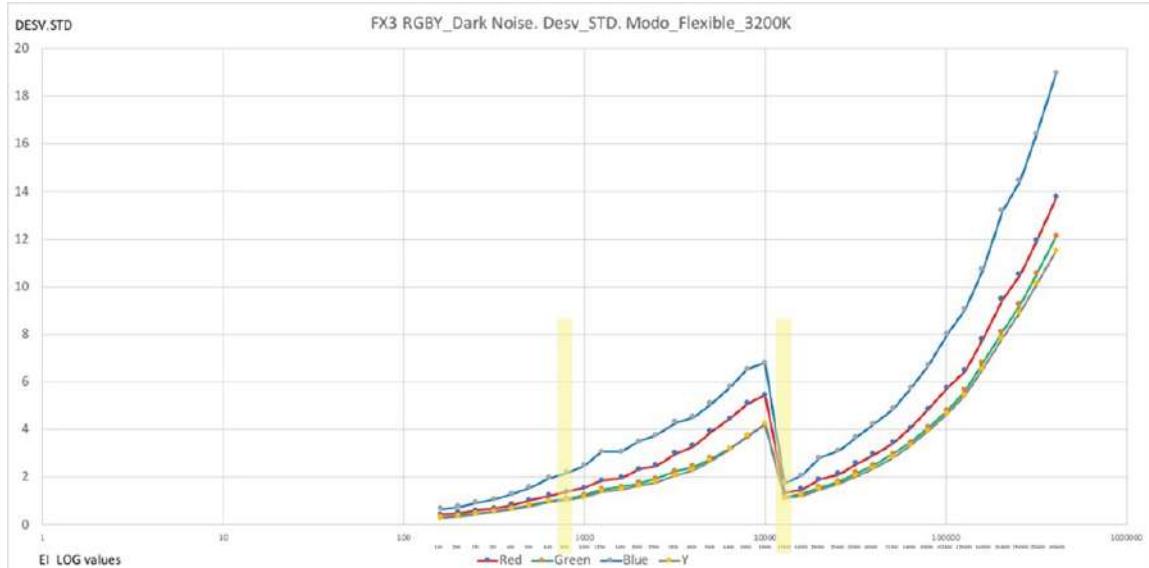


Figura 26. Ruido (desviación estándar) en RGBY a 5600K frente a EI. Escala logarítmica (EI) en el eje horizontal y lineal en el vertical.

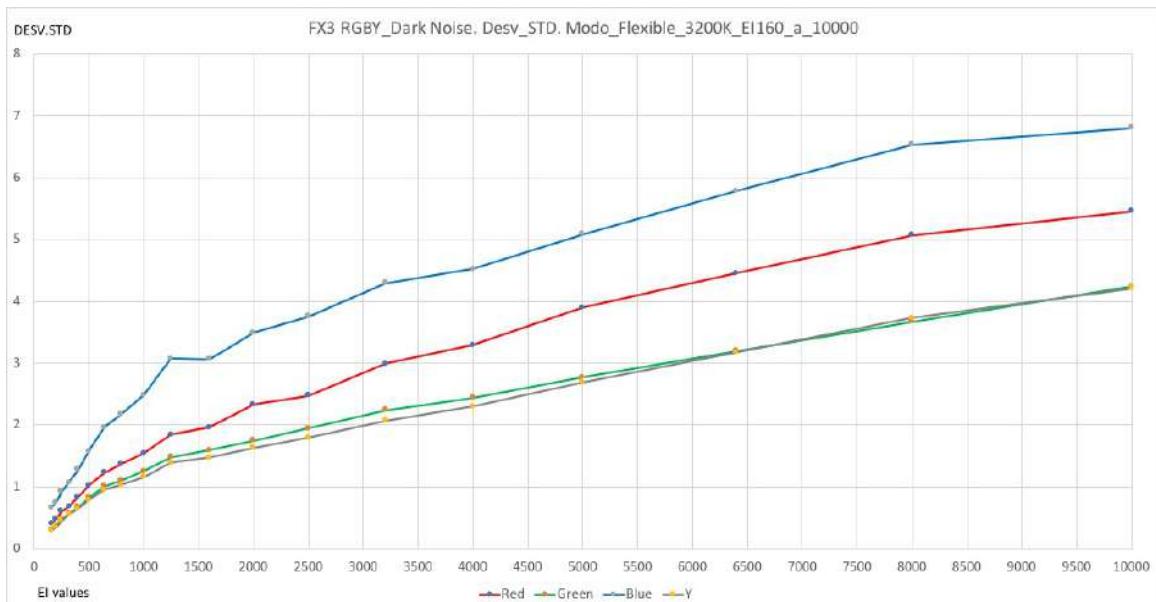


Figura 27. De ISO 160 a 10.000. Valores EI y desviación estándar lineales

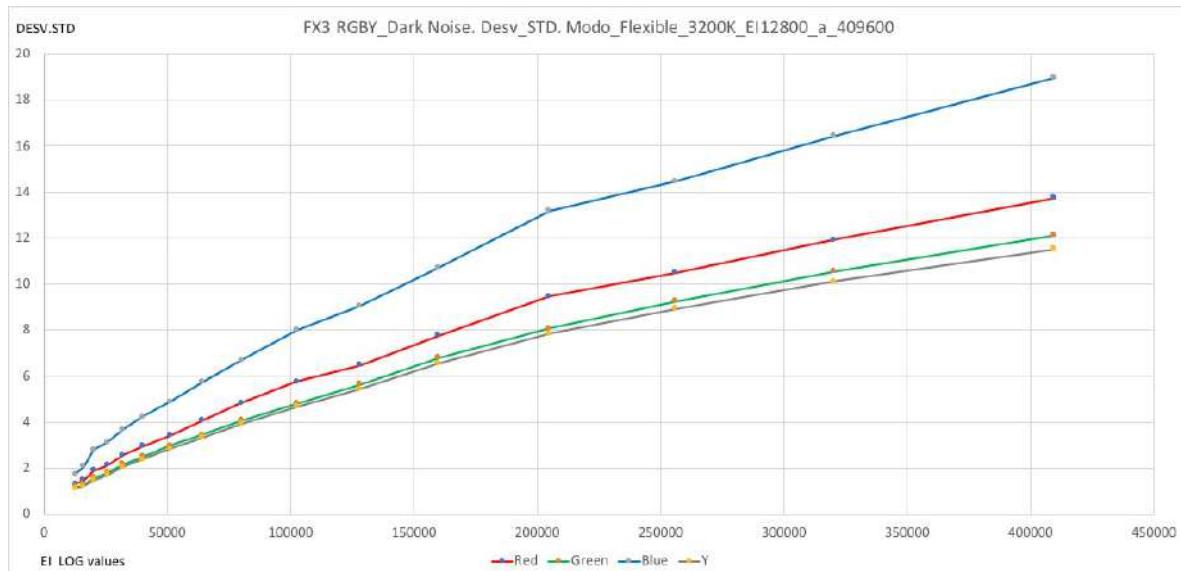


Figura 28. De ISO 12.800 a 409.600. Valores EI y desviación estándar lineales

Las Figuras 27 y 28 presentan los mismos datos de ruido de la Figura 26, pero los dos ejes en escala lineal en lugar de los valores EI logarítmicos, lo que permite confirmar patrones clave: el canal azul muestra un incremento de ruido significativamente mayor (con una pendiente más pronunciada en la curva) entre ISO 320 y 4000 que en el mismo rango a partir de ISO 12.800, lo que evidencia su mayor variación en sensibilidades medias. Este comportamiento también se observa en el canal rojo, aunque con menor intensidad. El canal verde y la luminancia (Y), por su parte, mantienen pendientes similares hasta ISO 3.200, pero a partir de ese punto la pendiente se incrementa en relación con las curvas originadas desde ISO 12.800.

Esta divergencia subraya dos principios operativos: primero, los rangos ISO medios (400-6400) generan progresiones de ruido más notorias, especialmente en el canal azul y también el rojo; segundo, el salto al ISO 12.800 no solo reduce drásticamente el ruido base –como ya se mostró– sino que genera una progresión moderada de los distintos valores ISO (las curvas presentan un pendiente más suave), aprovechando la eficiencia del segundo circuito de ganancia nativa de la FX3 (Dual Iso).

A continuación, mostramos la comparación de los canales, rojo y azul, entre las dos temperaturas de color.

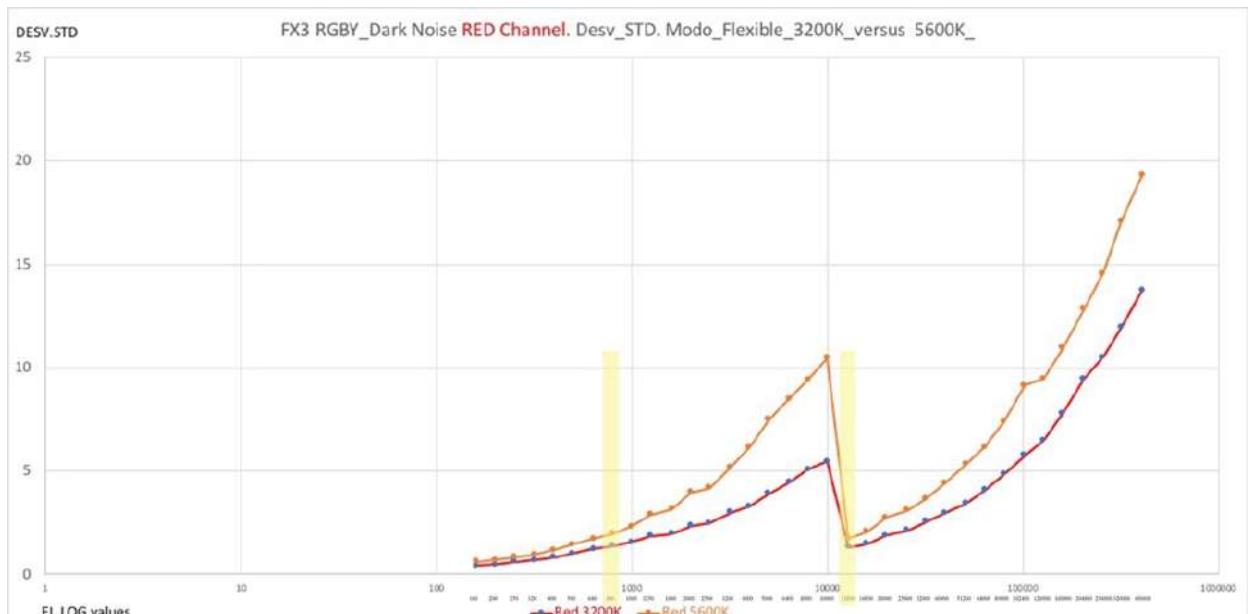


Figura 29. Comparación en **canal Rojo (R)** de los distintos valores ISO a las dos temperaturas de color, 5600K y 3200K. Escala logarítmica (EI) en el eje horizontal y lineal en el vertical.

En la *Figura 29* se compara el comportamiento del ruido en el canal rojo de la cámara bajo dos condiciones de temperatura de color distintas: 3200K y 5600K, en modo flexible, a lo largo de una escala de valores ISO representada logarítmicamente en el eje horizontal. El eje vertical muestra la desviación estándar del ruido (Desv Std), que es un indicador directo de la cantidad de ruido presente en la imagen.

Lo primero que se observa es una tendencia esperada: a medida que aumenta la sensibilidad ISO, el nivel de ruido también se incrementa en ambas configuraciones de temperatura de color. Sin embargo, la comparación revela un comportamiento desigual entre los dos ajustes de balance de blancos. A lo largo de casi todo el rango de sensibilidad, la curva correspondiente a 5600K —representada en color naranja— muestra un nivel de ruido más elevado que la curva de 3200K —trazada en azul—. Esta diferencia es especialmente pronunciada a partir de ISO 2000 en adelante, lo que indica que en condiciones de luz diurna (5600K), el canal rojo se ve más afectado por el incremento del ruido.

Desde el punto de vista práctico, esta información resulta muy útil. La menor presencia de ruido en el canal rojo al grabar a 3200K puede representar una ventaja importante en contextos donde se busca preservar la riqueza cromática de los tonos cálidos, especialmente en entornos controlados con luz tungsteno. Por el contrario, al trabajar en 5600K —condición típica de luz día—, el canal rojo necesita una mayor amplificación digital para equilibrarse con los otros canales, lo que explica su aumento de ruido relativo.

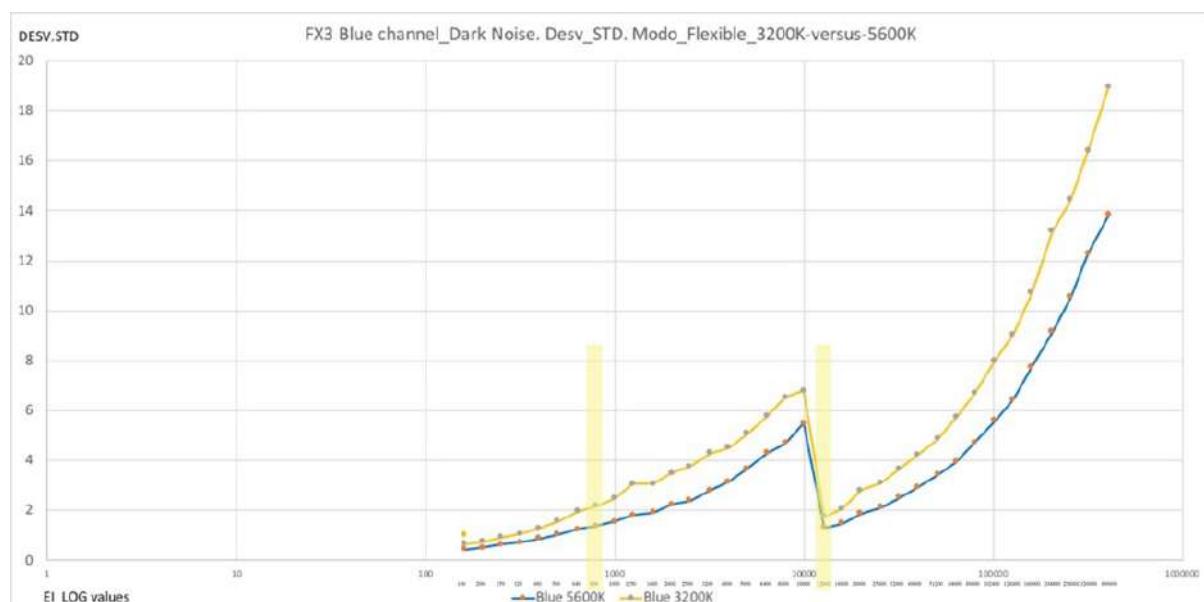


Figura 30. Comparación en canal Azul (B) de los distintos valores ISO a las dos temperaturas de color, 5600K y 3200K. Escala logarítmica (EI) en el eje horizontal y lineal en el vertical.

La *Figura 30* ofrece una visión comparativa del comportamiento del ruido base en el canal azul de la Sony FX3 al trabajar con dos temperaturas de color distintas: 3200K y 5600K. Al igual que en el gráfico anterior del canal rojo, se utiliza el eje horizontal para representar los valores de sensibilidad (ISO) en escala logarítmica, mientras que el eje vertical muestra la desviación estándar lineal del ruido (Desv Std), es decir, la cantidad de fluctuaciones o ruido base presente en el canal azul.

En este caso, observamos nuevamente una progresión creciente del ruido conforme aumenta el ISO, lo cual es coherente con el comportamiento general de los sensores digitales. Sin embargo, hay diferencias sutiles



Making of del documental "Si le digo la verdad le miento (Heterodoxias cinematográficas colombianas)

pero importantes en el comportamiento del canal azul respecto al canal rojo.

La curva amarilla, que representa los datos a 3200K, muestra un nivel de ruido base consistentemente más alto que la curva azul correspondiente a 5600K. Esta diferencia se mantiene a lo largo de todo el rango de sensibilidades, pero se vuelve particularmente notable en los valores ISO altos. Esto tiene sentido desde un punto de vista técnico: a temperaturas de color cálidas como 3200K, el canal azul requiere una mayor amplificación digital para equilibrarse con los otros canales, dado que la luz cálida contiene menos componente azul. Esta amplificación adicional se traduce en un aumento del ruido base en este canal específico.



Estudio para rodar las pruebas de la emulsión virgen encontrada en la antigua casa de Atanasio Bernal (1915-1997).

Imagen del documental filmado con la FX3

directamente en la cantidad de ruido percibido.

Es interesante notar que, a diferencia del canal rojo, donde 3200K producía menos ruido, en el canal azul ocurre lo contrario: es 5600K la configuración más favorable para reducir el ruido.

En resumen, al comparar el comportamiento del canal rojo y el canal azul en la Sony FX3 —ambos evaluados bajo condiciones de ruido base (*dark noise*) en modo flexible y a dos temperaturas de color distintas, 3200K y 5600K— se hacen evidentes diferencias significativas que revelan la sensibilidad cromática desigual del sensor ante posibles distintas fuentes de luz.

En primer lugar, el canal rojo muestra un mejor rendimiento en condiciones de luz cálida (3200K), presentando niveles de ruido más bajos en casi todo el rango de sensibilidad ISO. Esto se debe a que, bajo iluminación tungsteno, hay una mayor presencia natural del componente rojo en la luz, por lo que el sensor necesita aplicar menos ganancia al canal, reduciendo así el nivel de ruido. En contraste, cuando se trabaja a 5600K —luz día— el canal rojo requiere compensación, lo cual incrementa su ruido de forma considerable, sobre todo a partir de los ISO medios.

En cambio, en el canal azul ocurre lo inverso: su rendimiento mejora notablemente a 5600K, donde la luz contiene un componente azul más fuerte. En estas condiciones, el canal azul necesita menos amplificación, lo que resulta en una señal más limpia. A 3200K, sin embargo, el azul está menos presente en la fuente luminosa, por lo que la cámara debe intensificarlo digitalmente, elevando el ruido en ese canal.

Ambos canales muestran una discontinuidad marcada alrededor del ISO 12.800, correspondiente al cambio de base ISO del sensor. Este salto confirma el comportamiento típico de sensores con DUAL ISO, y afecta de forma similar tanto al rojo como al azul, aunque el impacto en la cantidad de ruido no es idéntico en magnitud.

Esto refuerza la idea de que la elección de temperatura de color incide de manera diferenciada sobre cada canal de color, en función de la distribución espectral de la luz y la arquitectura del sensor.

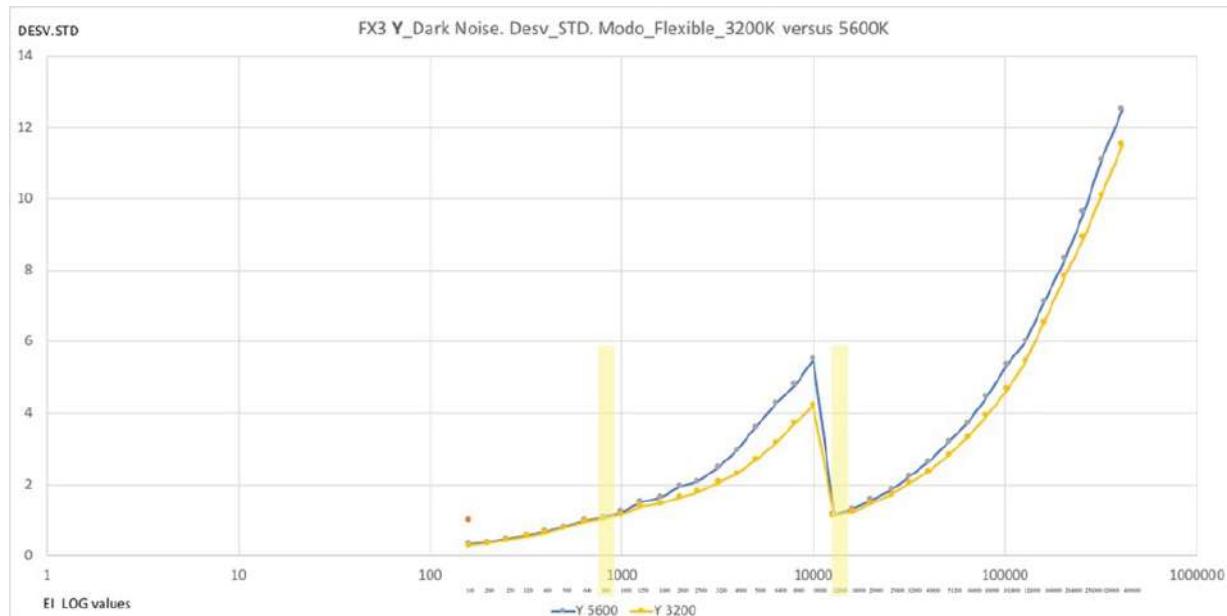


Figura 31. Comparación en Y de los distintos valores ISO a las dos temperaturas de color, 5600K y 3200K. Escala logarítmica (EI) en el eje horizontal y lineal en el vertical.

La *Figura 31* analiza el comportamiento del ruido en la luminancia (Y), que codifica la suma ponderada de los tres canales caracterizando entonces el de brillo de la imagen. Este canal reviste especial relevancia, pues el sistema visual humano es más sensible a variaciones de luminancia que de crominancia, y frecuentemente el ruido más perceptible se manifiesta precisamente en este componente.

Al examinar las curvas correspondientes a 3200K (amarillo) y 5600K (azul), emerge un patrón consistente: conforme aumenta el ISO, la desviación estándar del ruido base crece de forma progresiva y continua, exceptuando una caída significativa alrededor de ISO 12.800 que coincide con el valor base ISO de la cámara, fenómeno ya documentado en los canales rojo y azul.

No obstante, a diferencia de estos canales cromáticos, la luminancia exhibe diferencias más sutiles entre ambas temperaturas de color. Hasta aproximadamente ISO 2.500, las curvas de 3200K y 5600K resultan prácticamente indistinguibles. Superado este umbral, el ruido a 5600K comienza a incrementarse ligeramente sobre el de 3200K, divergencia que se amplifica al ascender hacia ISOs altos. En este régimen, la luminancia a 5600K registra mayor desviación estándar, sugiriendo una percepción más acusada de grano o fluctuación.

Este comportamiento es coherente con los resultados previos en los canales individuales. Ya que Y es una combinación ponderada de los tres canales RGB —con mayor peso sobre el verde, pero también con contribuciones del rojo y azul—, es lógico que las diferencias acumuladas del canal rojo (más ruidoso a 5600K) y azul (más ruidoso a 3200K) se promedien en el canal Y, y que el resultado final refleje un leve aumento del ruido general en condiciones de luz día (5600K).

Complementariamente, la *Figura 32* evidencia empíricamente los patrones de ruido base (dark noise) a 5600K en cada ISO. Estas muestras —recortes de imágenes capturadas en oscuridad total según la metodología inicial— permiten evaluar densidad, distribución y carácter cromático del ruido generado por el sensor. Es crucial recordar que para su visualización se aplicaron ajustes extremos de exposición y contraste, por lo que estas imágenes poseen exclusivamente valor ilustrativo.



Alfonso Parra AEC, ADFC durante el rodaje del largometraje documental con la cámara de Sony FX3

El ruido base resulta apenas perceptible hasta ISO 400, mostrando leves fluctuaciones cromáticas desde ISO 500 que mantienen una imagen aceptablemente limpia. En ISO 800-1000, la textura del ruido se hace visible con presencia de ruido cromático, aunque dentro de márgenes tolerables. Los valores ISO medios introducen ruido RGB destacado en tonos rojizos y magentas, correlacionándose con la mayor actividad del canal rojo observada previamente. Al alcanzar ISO 3200-4000, el ruido se densifica adoptando un carácter aleatorio y multicolor donde el rojo domina la paleta cromática.

Desde ISO 6400, el incremento en la pendiente de desviación estándar del canal Y confirma la pérdida de uniformidad tonal. En ISO altos (8000-12.800), los negros adquieren un aspecto "sucio" debido principalmente a la contribución del canal rojo, fenómeno alineado con los gráficos previos de desviación estándar. Los valores muy altos (16.000 - 128.000) intensifican patrones agresivos de ruido saturado, con predominio de magentas y verdes por desequilibrio intercanal, donde incluso la relativa estabilidad del azul no logra compensar la degradación lumínica. Los ISO extremos (160.000 - 409.600) generan caos visual: comprometen la percepción del negro, obliteran detalles en



Adriana Bernal ADFC, testeando la emulsión virgen encontrada y fabricada por Atanasio Bernal. Imagen del documental filmado con la FX3

sombras y añaden artefactos cromáticos con patrones lineales.

En la *Figura 33* se muestra el comportamiento visual del ruido en completa oscuridad (dark noise) a temperatura de color 3200K. En el rango ISO 160 - 640, el ruido se muestra mínimamente perceptible y ligeramente más contenido que a 5600K. Entre 800 - 1250 emerge un grano cromático progresivo sin transiciones abruptas, manteniéndose manejable con ligera ventaja sobre 5600K. Las sensibilidades medias-altas (1600 – 6400 ISO) desarrollan patrones de color visibles, mientras en 8.000 - 12.800 ISO el ruido se vuelve claramente intrusivo. Cabe destacar que ambas temperaturas comparten un cambio de patrón al cruzar de ISO 10.000 a 12.800. En valores extremos, los tonos violetas reemplazan a los rojos dominantes en 5600K, reflejando la distinta amplificación relativa de los canales rojo y azul según la temperatura de color.



Parte del colectivo Fendestestas durante las pruebas de la emulsión sin exponer encontrada de Atanasio Bernal

CINE EI MODO FLEXIBLE
DARK NOISE
5600K

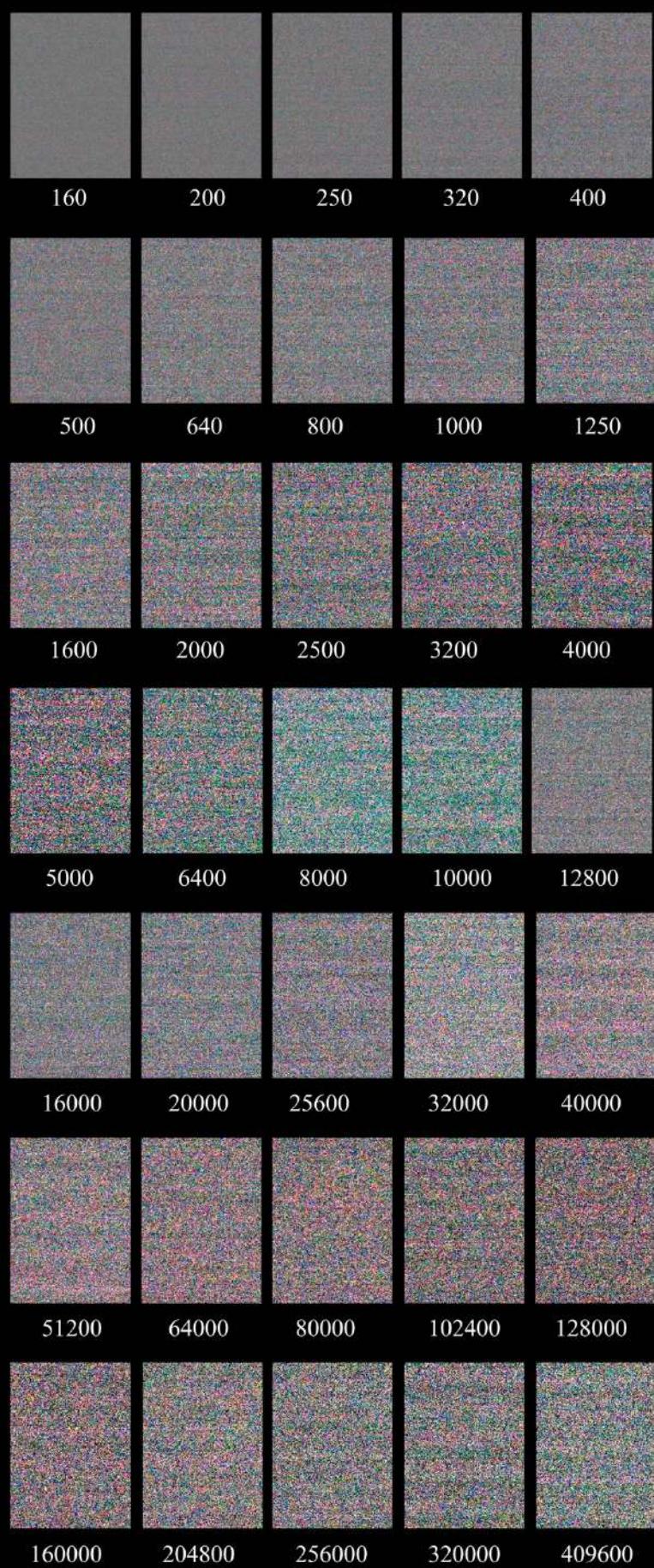


Figura 32

CINE EI MODO FLEXIBLE
DARK NOISE
3200K

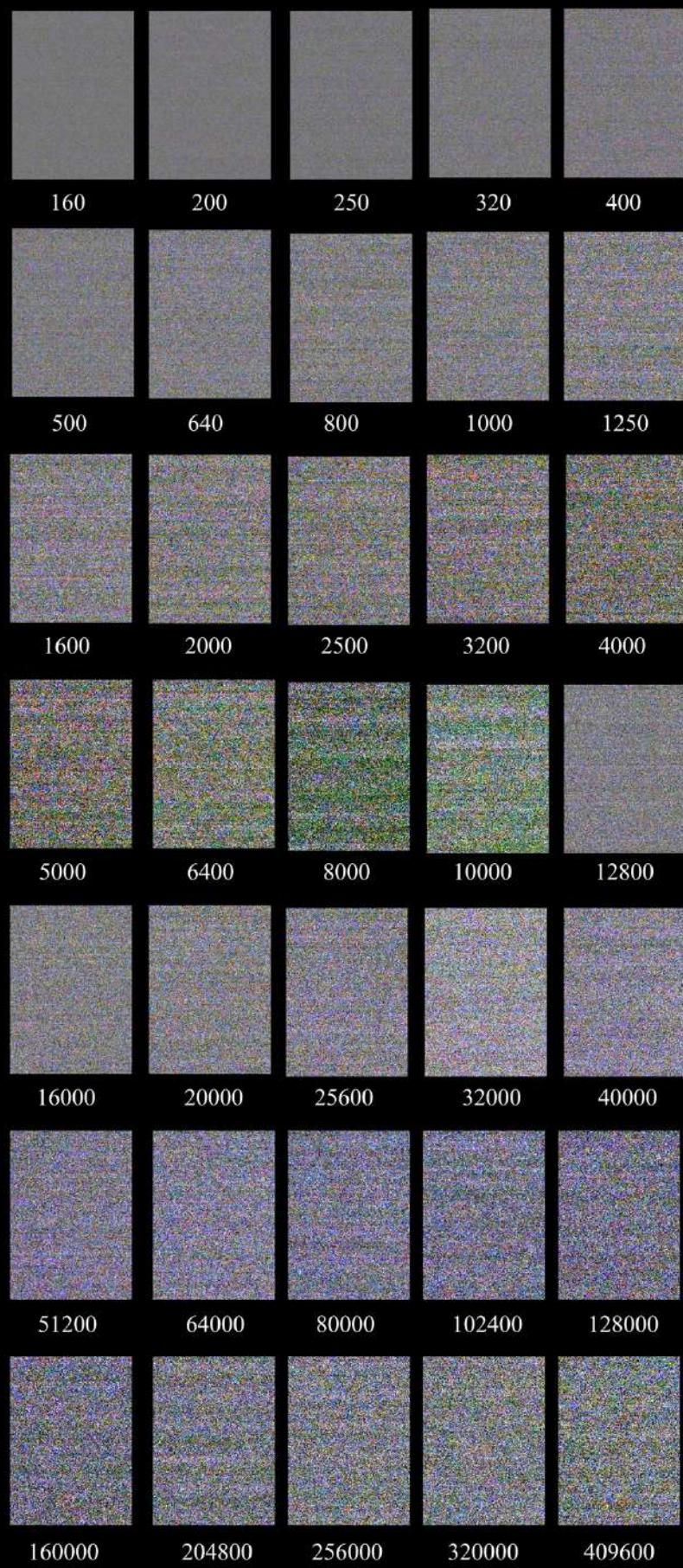


Figura 33

Recordemos que todo este análisis en modo Flexible corresponde al ruido base y que la evaluación final la haremos a continuación considerando la relación señal ruido como hicimos en el modo Cine EI.

Análisis del SNR (relación señal ruido) en el modo CINE FLEXIBLE

En la relación SNR se suman todos los ruidos, incluido el ruido base. De nuevo la carta Macbeth y el programa Imatest para el análisis de la misma.

Comencemos con la lectura de la carta a 5.600K y los distintos valores ISO.



Valores ISO 5600K	R	G	B	Y
200	49,3	50,7	50,5	51,1
400	45,8	49,4	49,1	50,3
800	44,2	47,6	46,8	48,4
1600	42,7	46,1	45,3	47
3200	40,8	44,4	43,6	45,1
6400	38,7	40,09	41,1	41,1
12800	37,9	38,8	38,7	38,9
25600	34,2	36,3	36,6	36,6
51200	31,1	33,4	33,5	33,7
102400	28,5	30,9	30,09	31,1
204800	28,5	30	30,2	30,2
409600	26	26,6	26,7	26,7

Tabla 9

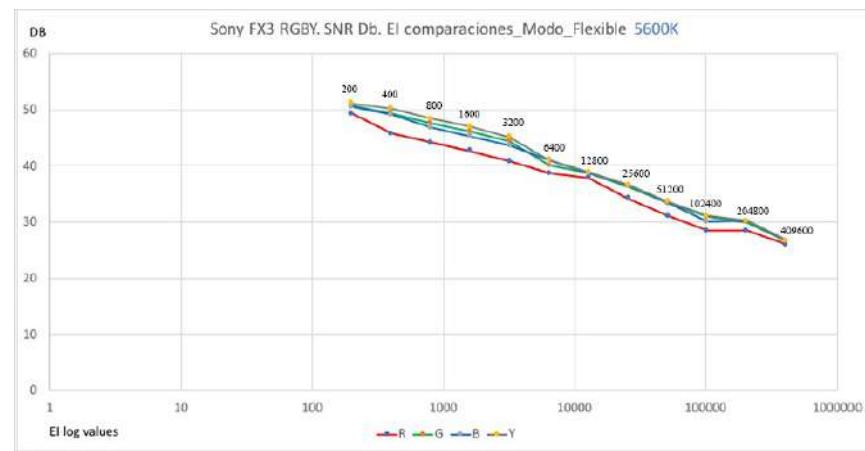


Figura 34

La Figura 34 y tabla 9 documentan la relación señal-ruido (SNR en dB) para los canales R, G, B e Y en modo Cine EI Flexible a 5600K, revelando que tanto la luminancia (Y) (media ponderada de RGB) como el canal verde (G) mantienen sistemáticamente la mejor SNR debido al diseño del sensor con patrón Bayer, que privilegia fotodiodos verdes. Contrariamente, el canal rojo (R) registra consistentemente los valores más bajos de SNR en todo el rango ISO, mientras el azul (B) sigue un comportamiento similar al patrón general con desviaciones mínimas.

Al comparar ISO 800 y 12.800, las diferencias son significativas: el canal azul muestra un 18,9% mejor SNR en ISO 800, el rojo un 15,3%, el verde 20,3% y la luminancia alcanza un 21,7% de ventaja en el valor inferior. Esta progresión confirma la degradación constante de SNR conforme aumenta la sensibilidad, aunque con caídas no lineales particularmente abruptas entre 6.400 - 12.800 y 102.400 - 204.800, intervalos donde el ruido impacta más severamente la calidad de imagen.

Cabe destacar que el canal rojo exhibe variaciones más drásticas en altos ISO, mientras la luminancia demuestra mayor estabilidad con transiciones suaves. Estos hallazgos se sintetizan en la tabla 10, que establece los umbrales de Db asociados a calidad óptima: aquella donde el ruido no es visible, no erosiona detalles en sombras, no reduce el rango dinámico ni distorsiona la fidelidad cromática.

Rango de ISO 5600K	Observaciones
100-3.200	≥ 40Db Excelente calidad.
6.400-12.800	[35, 40] Db Muy Buena calidad
25.600-51.200	[30, 35] Db Calidad aún aceptable con algo de ruido perceptible
102.400-409.600	≤ 30 DB ruido muy perceptible

Tabla 10

Veamos a continuación el comportamiento en 3200K

Valores ISO 3200K	R	G	B	Y
200	51,4	51,1	47,6	51,8
400	49	50,2	47,8	51
800	46,2	48,4	46,3	49,2
1600	44,8	47,4	44,8	48,3
3200	42,3	44,8	42,1	45,4
6400	41,2	42,8	41,6	43,1
12800	38,5	39,6	39	39,8
25600	35,5	36,8	35,7	37,2
51200	33,7	34,8	34,1	35,1
102400	31,1	31,6	31	31,7
204800	28,9	29	28,7	29,1
409600	25,3	25,6	25,5	25,7

Tabla 11

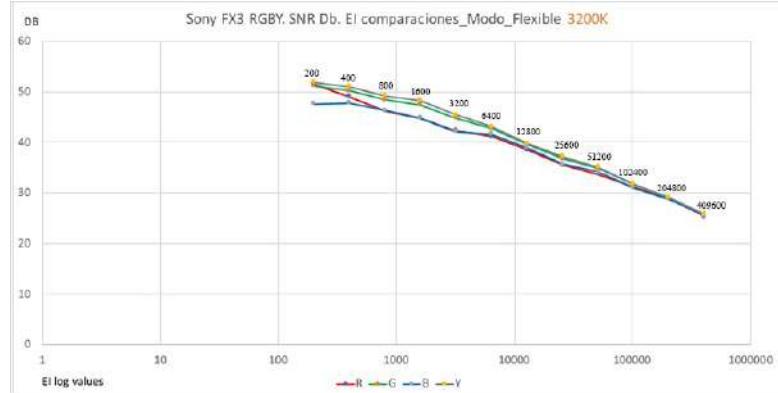


Figura 35

La tabla 11 y la Figura 35 muestran el comportamiento de los canales RGBY a 3200K. En este perfil, los canales azul (B) y rojo (R) presentan valores de SNR muy similares a partir de ISO 800, siendo ambos inferiores al verde (G) y la luminancia (Y). Sus curvas mantienen variaciones menores a 0.2 dB entre distintos valores ISO, lo que indica un excelente equilibrio cromático en condiciones de luz cálida.

Al confrontar directamente los valores de ISO 800 e ISO 12.800 en 3200K, se evidencia una ventaja consistente del ISO más bajo en todos los canales de la imagen: la luminancia (Y) registra un 21% de mejora en relación señal-ruido, el canal rojo (R) un 18%, el verde (G) un 20% y el azul (B) un 17%.

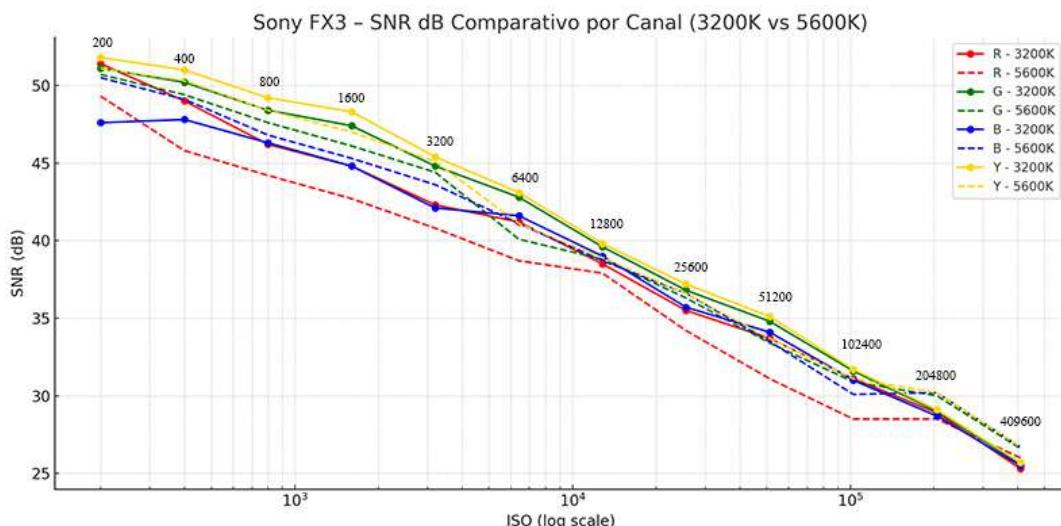


Figura 36

La Figura 36 muestra las diferencias en los canales RGBY para ambas temperaturas de color, mientras la Figura 37 y la tabla 12 presentan un análisis cuantitativo de las curvas de SNR (en dB) para los canales rojo (R), verde (G), azul (B) y luminancia (Y) en función de los valores EI. Para evaluar el comportamiento global, calculamos el área bajo la curva de SNR para cada canal mediante la fórmula: Área = \sum SNR(EI) * Δ ISO.

Canal	Área bajo la curva 3200K	Área bajo la curva 5600K	Diferencia absoluta	Diferencia %
Rojo (R)	12,164,120	11,823,630	+340,490	+2.88%
Verde (G)	12,344,810	12,459,722	-114,912	-0.92%
Azul (B)	12,170,960	12,448,492	-277,532	-2.23%
Luma (Y)	12,403,960	12,542,680	-138,720	-1.11%

Tabla 12

Este método cuantifica el rendimiento acumulado de la relación señal-ruido a lo largo de todo el rango de sensibilidades.

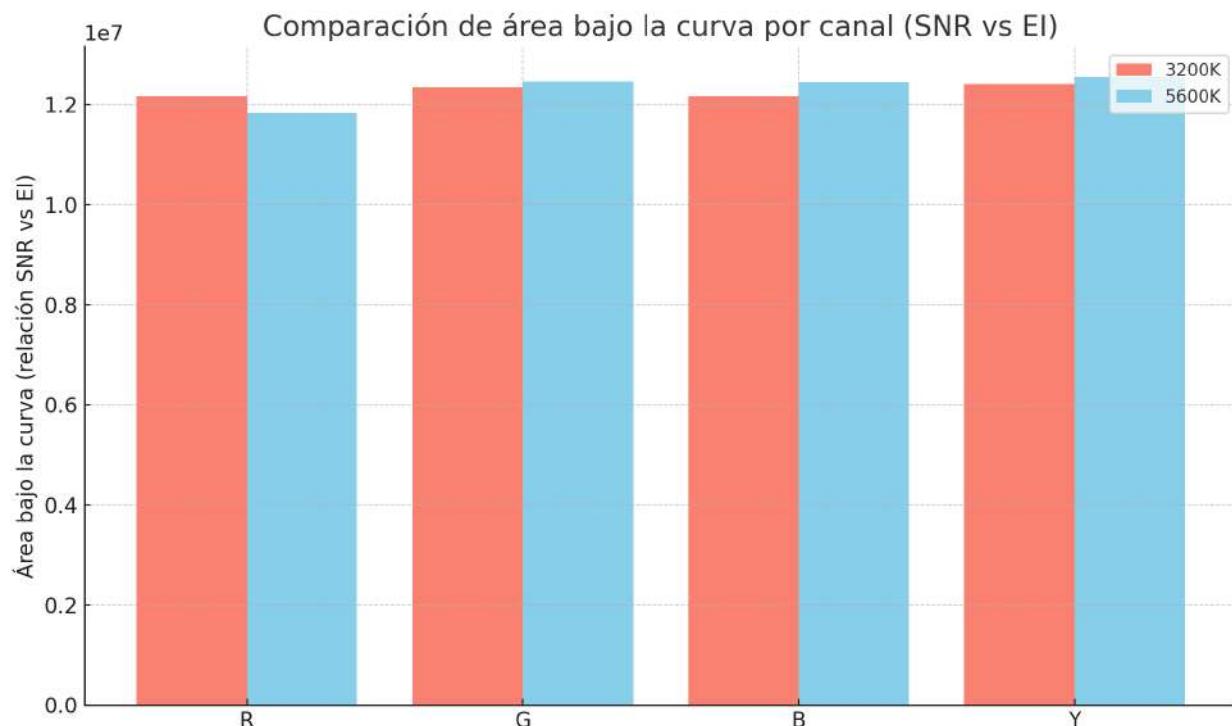


Figura 37

El canal verde (G) y la luminancia (Y) mantienen la mejor SNR global, mientras el canal rojo (R) es el único que muestra una mejora significativa en 3200K, con una relación señal-ruido promedio un 2,88% superior. Este comportamiento responde a la respuesta espectral del sensor ante fuentes de luz cálida. Por su parte, los canales verde (G), azul (B) y luminancia (Y) presentan mejor SNR en 5600K, destacando el azul con la mayor diferencia porcentual (-2,23% respecto a 3200K).

Aunque estas variaciones no son drásticas, evidencian cómo la temperatura de color afecta la eficiencia de captura por canal e incide en la SNR. Estas diferencias se aprecian con mayor claridad en las *Figuras 38 y 39*, que muestran comparativas independientes para los canales rojo y azul.

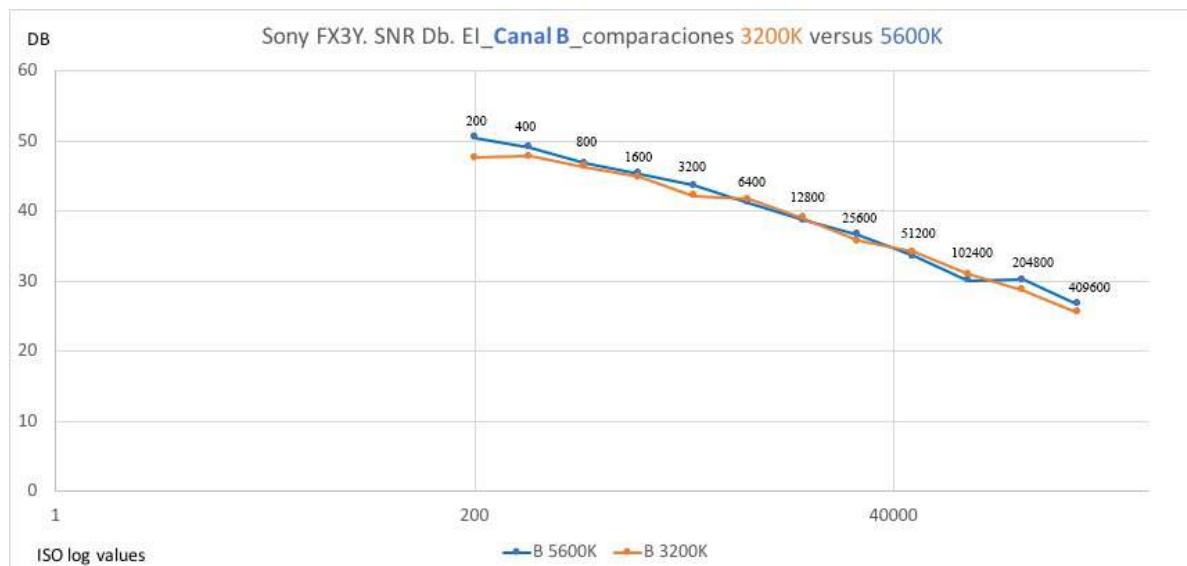


Figura 38. Comparación SNR de los valores ISO con las dos temperaturas de color en el canal azul

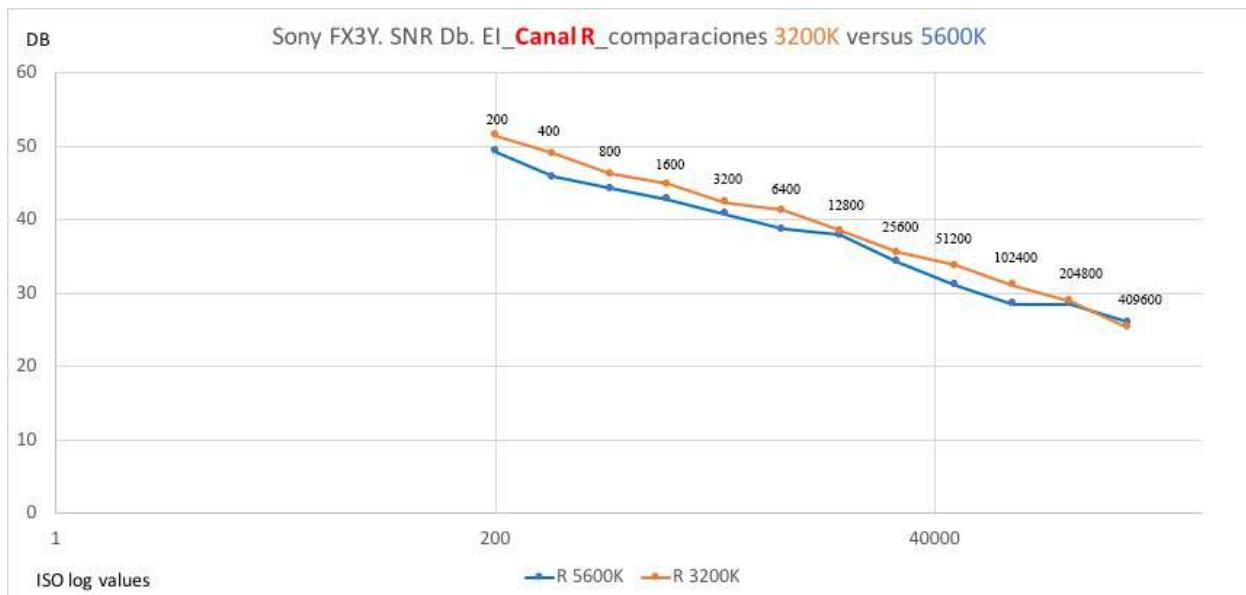


Figura 39. Comparación SNR de los valores ISO con las dos temperaturas de color en el canal Rojo

A modo de resumen, en ambos perfiles de color se observa que la SNR presenta valores más altos a bajos ISO (200 - 800), indicando imágenes más limpias. Al incrementar el ISO, la SNR disminuye progresivamente en todos los canales, con una caída pronunciada hasta aproximadamente el ISO 12.800, punto tras el cual las curvas se estabilizan con diferencias menores entre canales.

El canal rojo muestra una SNR consistentemente superior en 3200K, coherencia que responde a su mayor presencia espectral en luz cálida. El área bajo la curva confirma la ventaja de este perfil en ISO bajos-medios. En el canal verde, la SNR es ligeramente más alta en 5600K –especialmente entre ISO 800 y 12.800 –, siendo la más alta en términos absolutos por su peso en el patrón Bayer. El canal azul rinde mejor en 5600K, con diferencia notable entre ISO 400 - 6400, e igualándose al rojo desde ISO 800.

La luminancia (Y) ofrece el mejor comportamiento global: SNR alta y estable en todos los ISO, con ligera ventaja para 5600K que la consolida como opción sólida en condiciones neutras o diurnas. A efectos prácticos, la cámara demuestra competencia equivalente en ambas temperaturas de color, con manejo de ruido aceptable entre ISO 160 y 51.200.

¡Para este viaje no hacían falta tantas alforjas!.

Volvamos con Sónya y su mirada a la luz de las velas (*Figuras 40 a 42*). En valores bajos (EI 200 a 800), la imagen logarítmica se presenta severamente subexpuesta, dominada por negros profundos donde apenas se insinúan detalles, mientras que en la conversión ACES 709 las altas luces de las llamas logran visibilidad a costa de perder completamente el rostro y cuerpo del sujeto en sombras irrecuperables. Al ascender a EI 1.600

- 3.200, la curva logarítmica comienza a revelar texturas faciales y del vestuario; aunque la versión ACES 709 mejora la separación tonal, el ruido persiste notoriamente en fondos, reflejando un SNR aún limitado que solo hace viable priorizar altas luces sacrificando detalle en sombras. EI 6.400 marca un punto de inflexión: el equilibrio logarítmico hace plenamente reconocible al sujeto, y en ACES 709 se logra contraste efectivo con sombras y luces diferenciadas, pese al ruido residual en zonas oscuras. Este valor representa un compromiso aceptable entre control de ruido y retención de información.



Adriana Bernal ADFC, durante el rodaje del documental “Si le digo la verdad, le miento (heterodoxias cinematográficas colombianas) del colectivo Fendetestas

SONY FX3. MODO CINE EI FLEXIBLE

ORIGINAL CAMARA SLOG3-SG3.CINE

El 200

ACES CCT ITU 709

El 400

El 800

EL 1600

EL 3200

EL 6400



A figure in a red and white dress with a red hood, sitting in a dark room with two lit candles.

Figura 40. Comparación Cine El modo flexible a distintos valores ISO

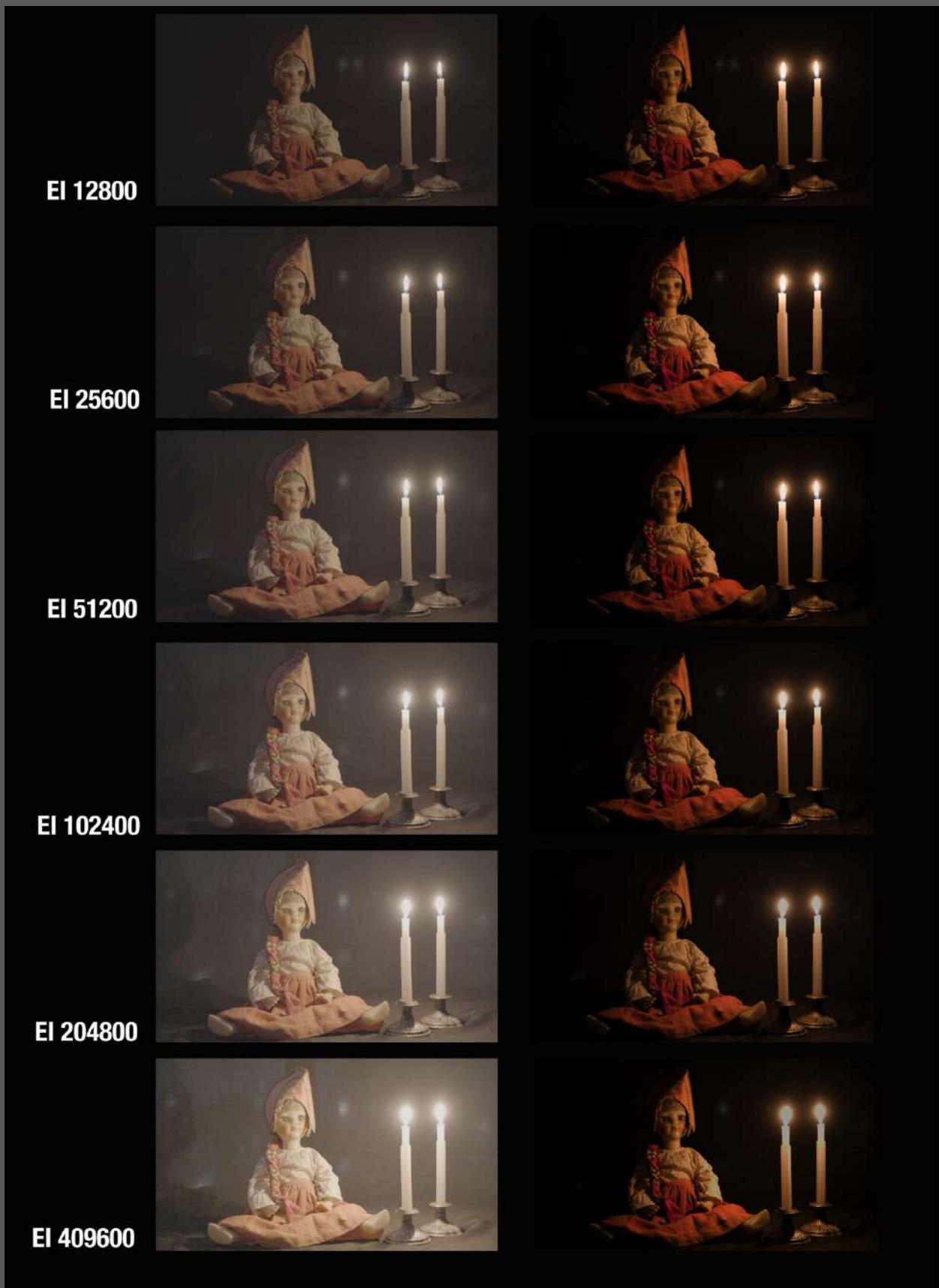


Figura 41. Comparación Cine EI modo flexible a distintos valores ISO

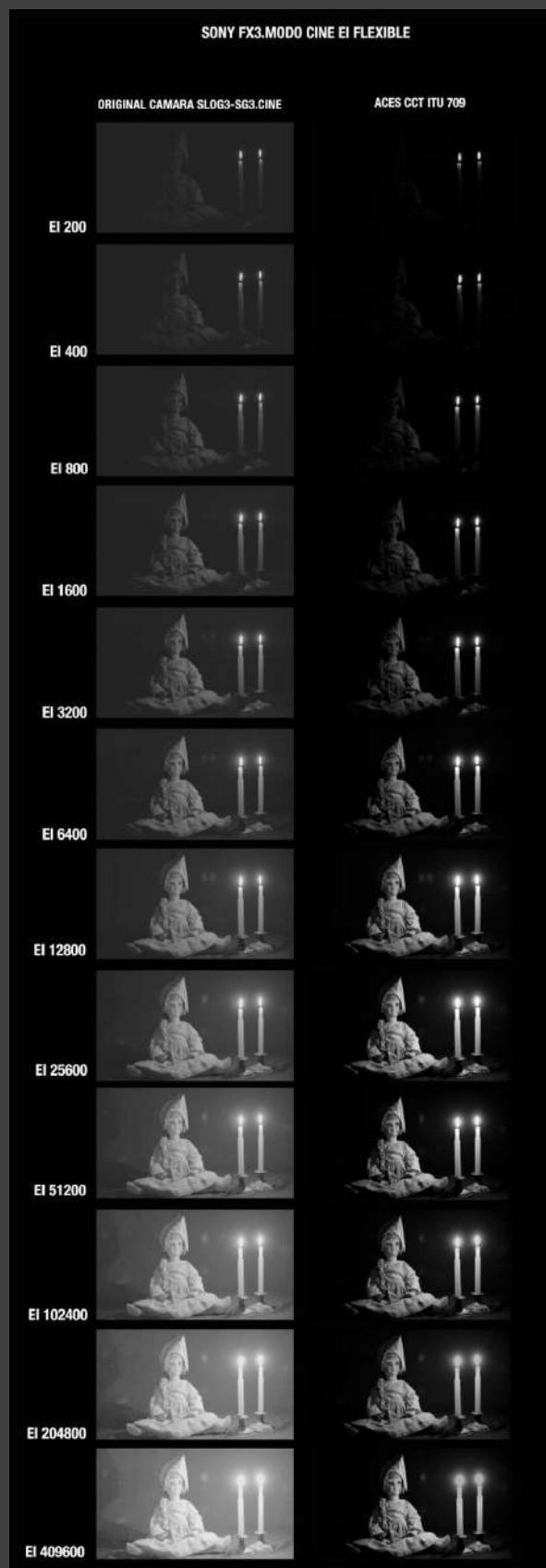
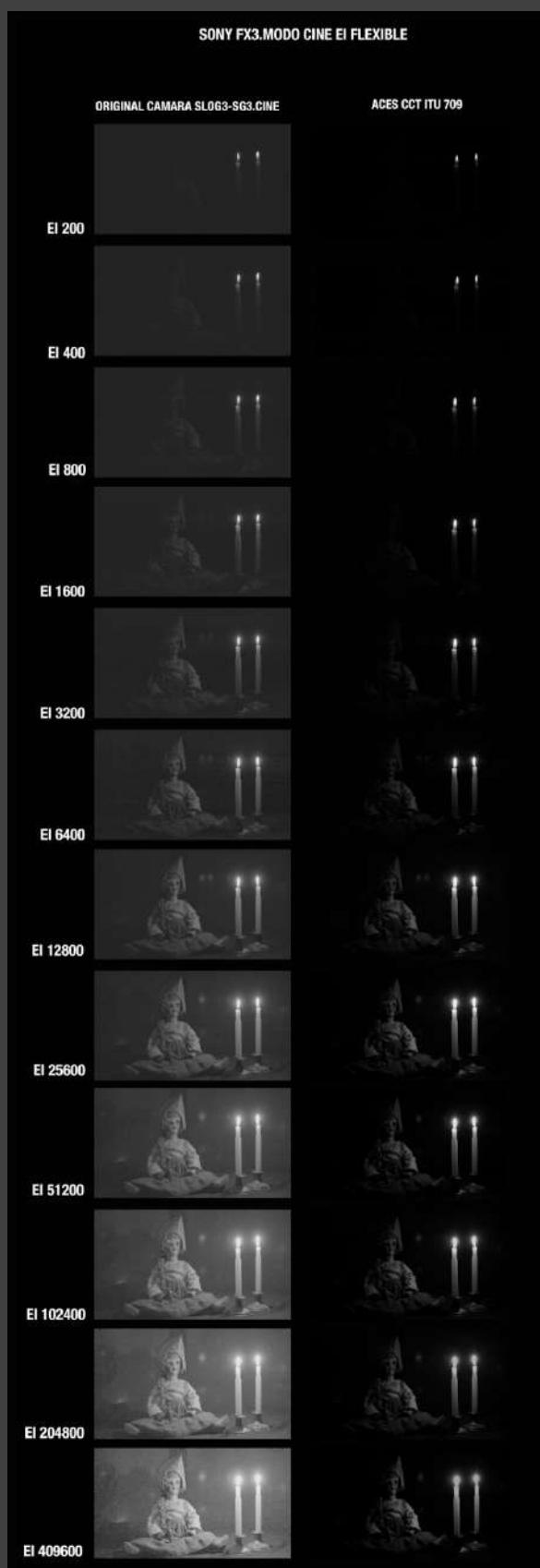


Figura 42. Canal Rojo



Canal azul

La verdadera optimización ocurre en EI 12.800 (base ISO alta), donde la exposición logarítmica alcanza limpieza, rango tonal y rango dinámico óptimo, traducido en ACES 709 a colores equilibrados con ruido poco perceptible, confirmando este EI como ideal para escenas con iluminación crítica como las velas.

Más allá, EI 25.600 - 102.400 introduce una exposición excesiva en logarítmica con ruido cromático creciente, y pese a que ACES 709 simula una correcta luminosidad, la degradación de SNR es evidente, relegando su uso a situaciones límite que exijan posproducción agresiva; finalmente, EI 204.800 - 409.600 muestra imágenes logarítmicas sobreexpuestas y deslavadas, quemando detalles en luces mientras ACES 709 exhibe ruido inmanejable y pérdida de información, invalidando prácticamente estos valores extremos salvo para texturas narrativas elegidas por el director de fotografía.

Análisis del Rango Dinámico (RD) en el modo CINE EI.

A continuación, analizamos cómo el ruido afecta al rango dinámico, considerando que su distribución se modifica según el valor ISO seleccionado y el ruido observado. Para este estudio, fotografiamos la carta *P.I.L.I.* (*Precision Imaging & Lighting Institute*) de 21 pasos de densidad (inspirada en la carta Xyla de DSCLab) y procesamos los datos con Imatest. De las métricas generadas por el software, utilizamos específicamente el valor de ruido medio (medium) por corresponderse con las condiciones reales de trabajo según nuestra experiencia.

Estos son los resultados para los valores EI base (800 y 12.800) en modo CINE EI (Figuras 43 y 44)

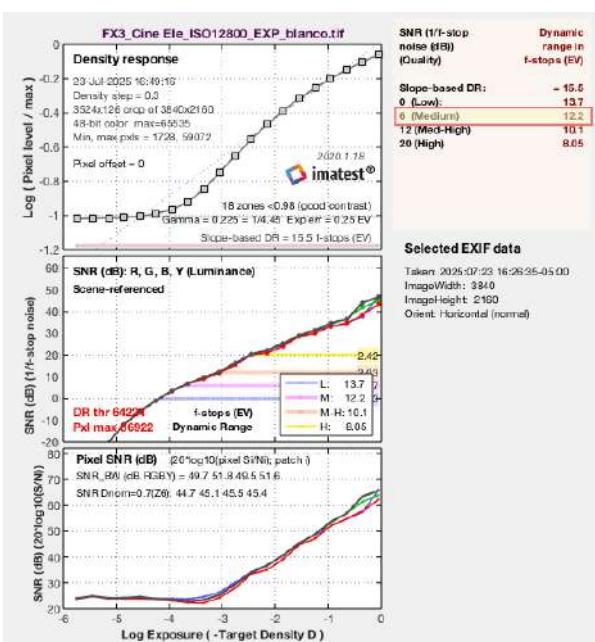
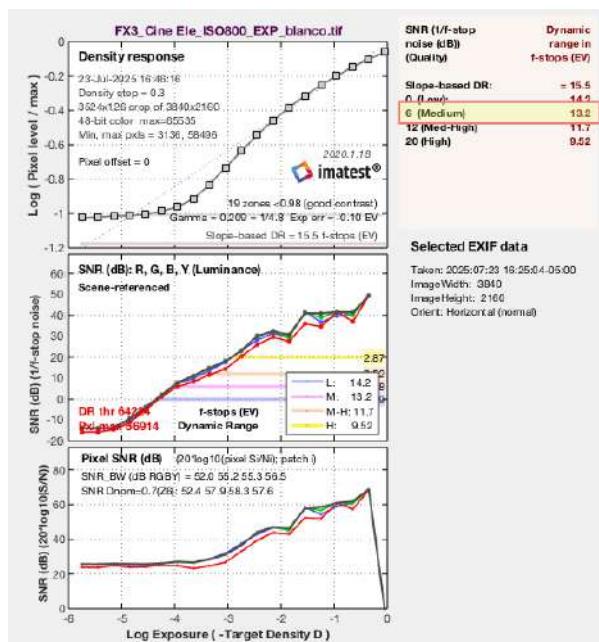
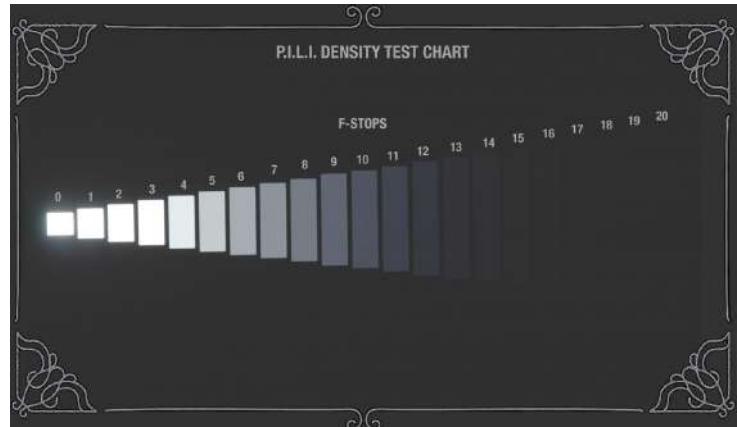


Figura 43 Cine EI base 800

Figura 44 Cine EI Base 12800

A EI 800 el rango dinámico es 13.2 stops considerando el nivel de ruido, mientras que a EI 12.800 el rango dinámico considerando el mismo valor para el ruido es de 12.2. Esta diferencia de

1 stop contrasta con el rango dinámico total sin consideración del ruido, que se mantiene idéntico en ambos casos: 15,5 stops.

La visualización en el monitor de formas de onda (wfm) corrobora estos datos: aunque se distinguen prácticamente los mismos escalones en ambos EI, se observa que a EI 12.800 los niveles **inferiores al gris medio** presentan mayor anchura, indicativo de un incremento de ruido en las sombras, de ahí que Imatest reduzca el rango dinámico de EI 12.800 respecto de EI 800. En la *Figura 45* mostramos las imágenes en 3D a ambos valores EI de la carta P.I.L.I

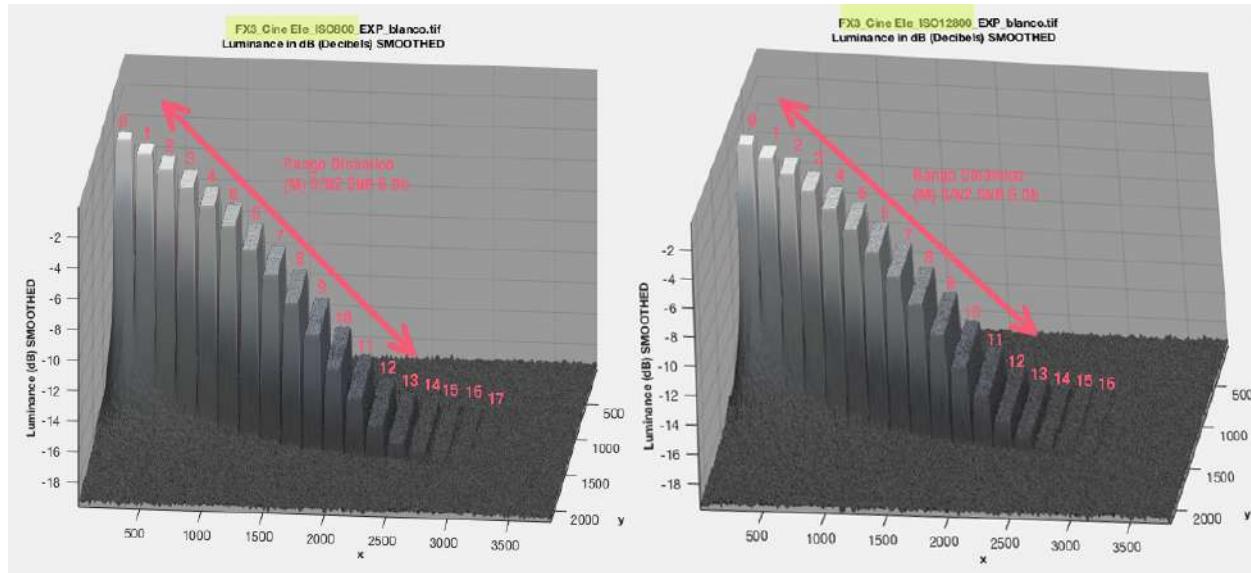


Figura 45

Análisis del Rango Dinámico (RD) en el modo CINE EI FLEXIBLE.

En modo flexible hemos evaluado distintos valor ISO, que mostramos en la *tabla (13)* y *Figura (46)* tomando como referencia el valor de RD medium calculado por Imatest.

Valores ISO 5600K	Rango dinámico f-stops (medium)
200	13,1
400	13,3
800	13,2
1600	12,3
3200	11,5
6400	10,5
12800	12,6
25600	11,4
51200	10,5
102400	9,56
204800	8,66
409600	7,4

Tabla 13

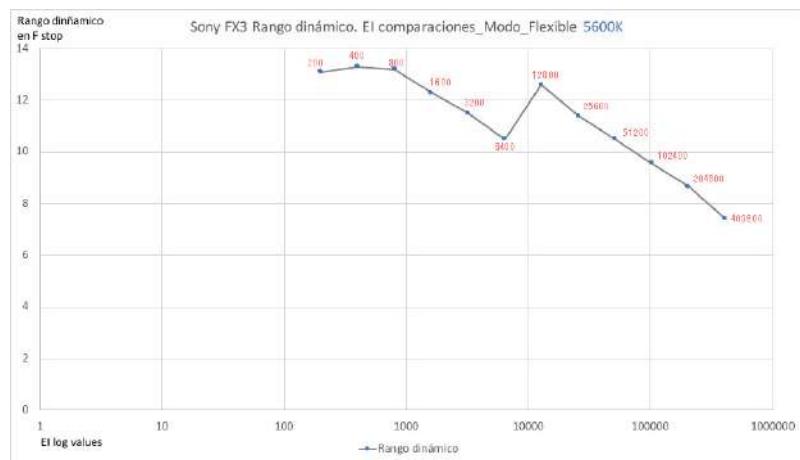


Figura 46

Entre ISO 200 y 800, la cámara alcanza su máximo rendimiento: de 13,1 a 13,3 stops. Esta ligera oscilación denota un excelente rango tonal y bajo nivel de ruido, aunque como muestra la *Figura 47*, la distribución de dicho rango varía, perdiendo detalle en las altas luces desde EI 800 hacia abajo. A partir de ISO 800 en valores altos, el rango dinámico en altas luces se mantiene en 6 stops, siendo la disminución global atribuible al ruido en las sombras. Desde ISO 1.600 se inicia un descenso progresivo: 12,3 stops en 1600, 11,5 en 3.200 y 10,5 en 6.400, lo que confirma que el aumento de sensibilidad conlleva una pérdida significativa de rango. Esta reducción se debe al incremento del ruido electrónico, que afecta especialmente las zonas de sombra y compromete la capacidad de distinguir matices sutiles de luminancia.

No obstante, se registra el ya conocido comportamiento en ISO 12.800, donde el rango dinámico se recupera notablemente hasta 12,6 stops. Este fenómeno evidencia el uso de doble ganancia nativa (dual ISO) en el sensor de la FX3: a partir de este valor, el sistema ajusta electrónicamente la conversión de señal para minimizar ruido y maximizar el aprovechamiento del rango dinámico, incluso en baja iluminación.

Sin embargo, esta mejora no persiste con valores más altos. Desde ISO 25.600, el deterioro se acentúa: 11,4 stops en 25.600, 10,5 en 51.200, 9,56 en 102.400, hasta 7,4 stops en 409.600. Este rendimiento en valores ISO extremos revela una pérdida sustancial de calidad, recomendándose su uso únicamente cuando la sensibilidad prime sobre la fidelidad visual –como en tomas de emergencia, documentales nocturnos o registro de eventos irrepetibles– o cuando el ruido se emplee creativamente para generar texturas significativas.



Test de RD con la carta P.I.L.I en EFD studios Colombia

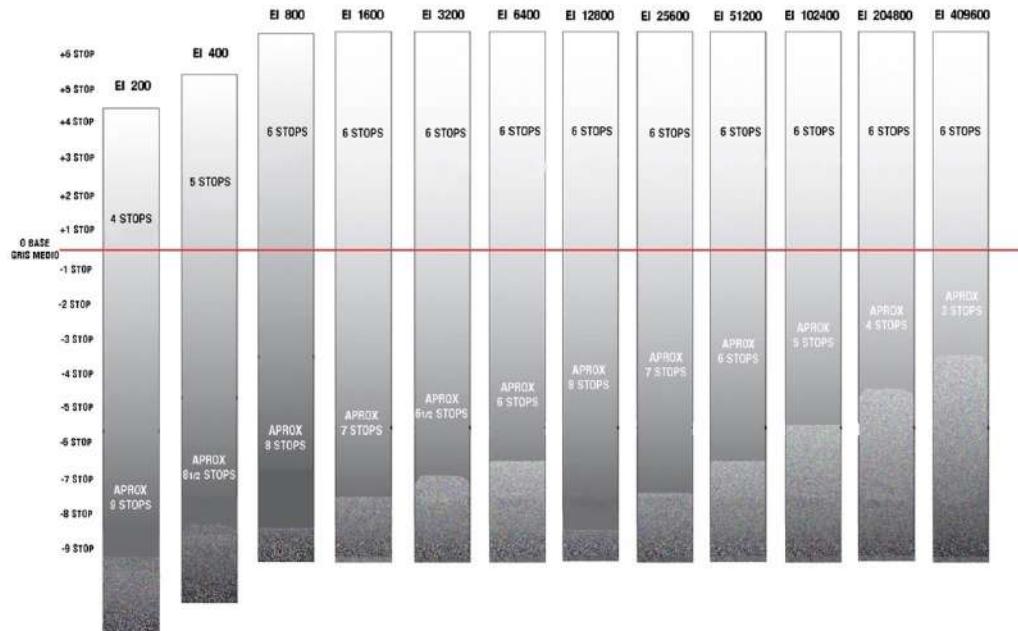


Figura 47. Disposición del rango dinámico en modo Cine EI Flexible analizado desde la carta P.I.L.I en el wfm

Si volvemos a la *Figura 47*, vemos como con ISO 200 y 400 tenemos menos stops de detalle en las altas luces.

En la *Figura 48* comparamos el monitor de ondas de los tres valore ISO



Figura 48. Comparación tres valore ISO

Igualmente, en la *Figura 49* comparamos también en el wfm, dos valores distintos de ISO, ahora hacia arriba (valores más altos de sensibilidad) para comprobar que efectivamente los stops por encima del gris medio se mantienen.

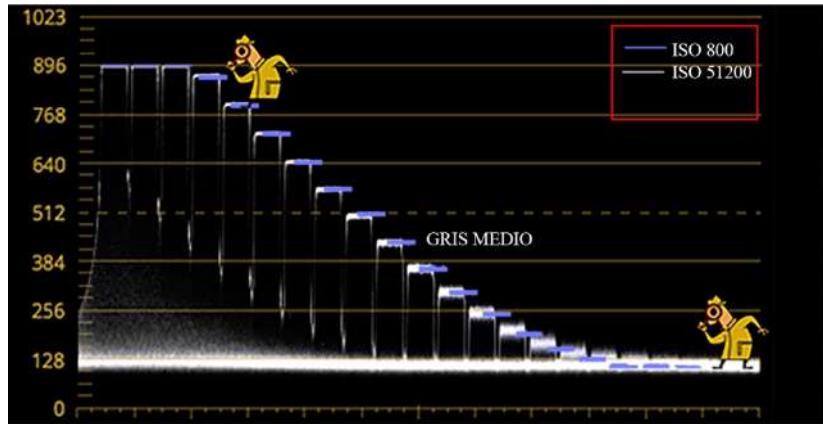


Figura 49. Comparación dos valore ISO.

Lo que si observamos como indicamos anteriormente es el aumento del ruido en las sombras (el ancho de los pasos es mayor en 51.200 que en 800, que aparecen más como una línea más delgada). En la *Figura 50* podemos la representación en 3D generada por Imatest de los ISO 800 y 51.200

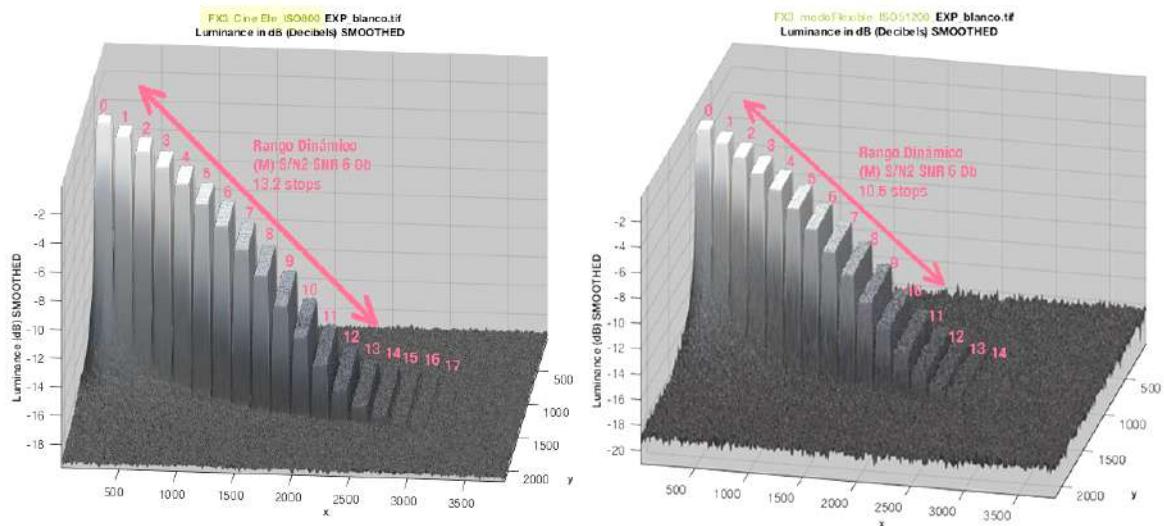


Figura 50. Comparación RD a ISO 800 y 51200

El ruido impacta directamente en el rango dinámico donde observamos que a pesar de que el comportamiento a ISO 51.200 resulta notablemente bueno al alcanzar un rango dinámico efectivo de 10.5 stops las sombras presentan mayor ruido comparado con ISO 800 donde estas áreas aparecen más limpias incluso trabajando con idénticos valores de exposición por debajo del gris medio.

La curva de luminancia revela diferencias sustanciales entre ambos valores de sensibilidad pues mientras en ISO 51.200 se aprecia una caída abrupta del detalle en las sombras en ISO 800 esta transición ocurre de manera más gradual y controlada permitiendo extender la información útil hasta aproximadamente 6 stops bajo el gris medio frente a los 4 stops prácticos que conseguimos en ISO 51200 donde si bien es posible distinguir algunos tonos adicionales el ruido limita significativamente la utilidad real de estos valores extremos.

Esta comparación evidencia claramente la relación inversa entre sensibilidad ISO y calidad de imagen en las zonas de sombras donde el ruido actúa como factor limitante del rendimiento dinámico total del sensor.

Quiero señalar, aquí, la paradoja que se da entre la relación señal-ruido (SNR) y el rango dinámico (RD) al comparar ISO 6400 e ISO 12.800 en modo Cine EI Flexible a 5600K. Los datos muestran que el SNR, por ejemplo, en luminancia (Y), disminuye de 41.1 dB en ISO 6400 a 38.9 dB en ISO 12.800, lo que representa una reducción del 5.3%. Contrariamente, el rango dinámico aumenta de 10.5 stops a 12.6 stops en el mismo salto ISO. Esta aparente contradicción responde al funcionamiento de la arquitectura de doble ganancia nativa del sensor. Cuando se selecciona ISO 12.800 la cámara pasa a operar dentro del modo de alta ganancia del sensor —no se trata simplemente de una amplificación digital sobre la misma escala de valores ISO— sino que se emplea un modo de conversión analógica de mayor ganancia que ofrece varias ventajas observables tanto en pruebas técnicas como en el flujo de trabajo. Primero, reduce el ruido de lectura en sombras si lo comparamos con la lectura en ISO nativo anterior, pasando de 1,133 e⁻ a 0,901 e⁻⁽¹⁾, lo que supone una reducción de $\approx 20,5\%$. Segundo, expande la capacidad de captura en bajas luces, añadiendo aproximadamente 2,1 stops útiles en zonas cercanas al negro.

En realidad, el cambio de DCG (Dual Conversion Gain) se produce alrededor de ISO 1600, donde el ruido de lectura cae de $\sim 4-5$ e⁻ a ~ 1 e⁻, según las pruebas de [PhotonsToPhotos](#) de la cámara A7S III, que comparte el mismo sensor con la FX3. Podemos, aún no siendo la misma cámara, extrapolar estos resultados. La FX3 traslada ese cambio real de hardware hacia valores de sensibilidad más altos (\approx ISO 12.800) para mantener consistencia en la linealidad de la curva log y en el rango dinámico percibido. En consecuencia, puede decirse que el sensor conserva su arquitectura de doble ganancia nativa en torno a ISO 1600, pero que, para el usuario, el salto perceptible de reducción de ruido se manifiesta en la práctica en ISO 12.800. Es decir, los valores EI base de la cámara ajustan en realidad esos valores ISO en relación *con la curva log*, para mantener la consistencia en la exposición y en el rango dinámico (*Figura 51*).

Veamos ahora un fotograma de un plano secuencia que corresponden al documental *Si le digo la verdad, le miento (heterodoxias cinematográficas colombianas)*.

Desde la comprensión de cómo funciona el ruido, Adriana Bernal optó por utilizarlo como textura en esta escena dramatizada que transcurre en un sótano donde se encontraron gran parte del material de uno de los cineastas heterodoxos: Cipriano Andrade (1920-2001). Aquí nos cuenta Adriana “*quise que al reconstruir de forma dramática el hallazgo tuviera ese tono improvisado, urgente, más propio del documental, que dejara ver el ruido, casi como el manejo de la cámara en mano*”

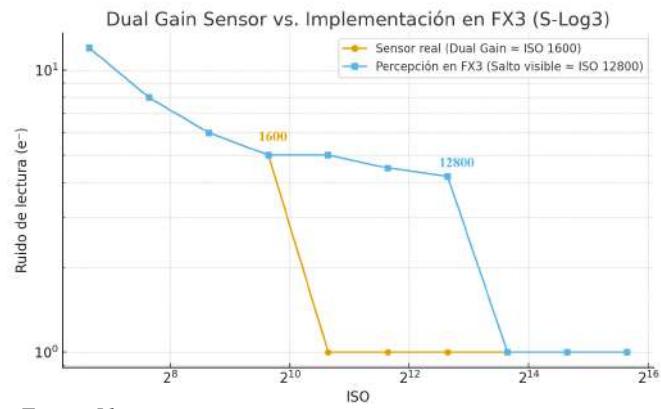


Figura 51

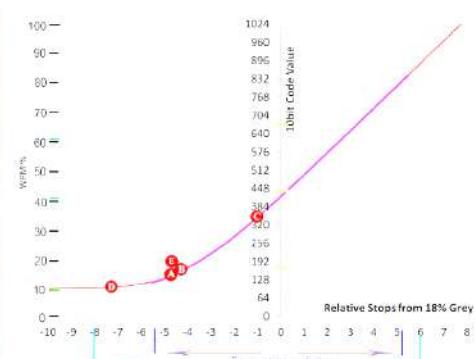


Figura 52. Escena que reconstruye el hallazgo de los documentos y memorias de Cipriano Andrade. Sony FX3. MODO CINE EI Base 12.800 Slog3-Sgamut3.Cine. XAVCS-I 4:2:2 10 Bits. Subexpuesto 2 stops

El punto **A** está a 4,5 stops por debajo del gris medio, aproximadamente en un 15% en el monitor de ondas. Es decir, está muy cerca del rango de sombras profundas, aunque todavía conserva detalle, y al levantarla en posproducción obtenemos el grano del que nos habla Adriana.

El punto **B** tiene un valor muy similar al punto A, aunque con un tono algo más frío.

El punto **C**, el más luminoso de la muestra, está 1 stop por debajo de la referencia del gris medio para esta curva (41% en el WFM).

El punto **D** es el más oscuro, situado a algo más de 7 stops por debajo del gris medio. Aunque presenta bastante ruido, aún se puede apreciar detalle.

El punto **E** está aproximadamente a 4 stops por debajo (*figura 52*)

En la *Figura 53* se muestran, sobre la gráfica en 3D de la carta P.I.L.I., los valores señalados en el plano. El gráfico de la izquierda representa una exposición normal, orientada a obtener una imagen limpia y libre de ruido, mientras que el de la derecha muestra los valores correspondientes cuando el plano ha sido subexpuesto dos pasos (stops). Al “elevar” estos niveles durante el proceso de colorización, se genera el tipo de ruido al que hace referencia Adriana Bernal.

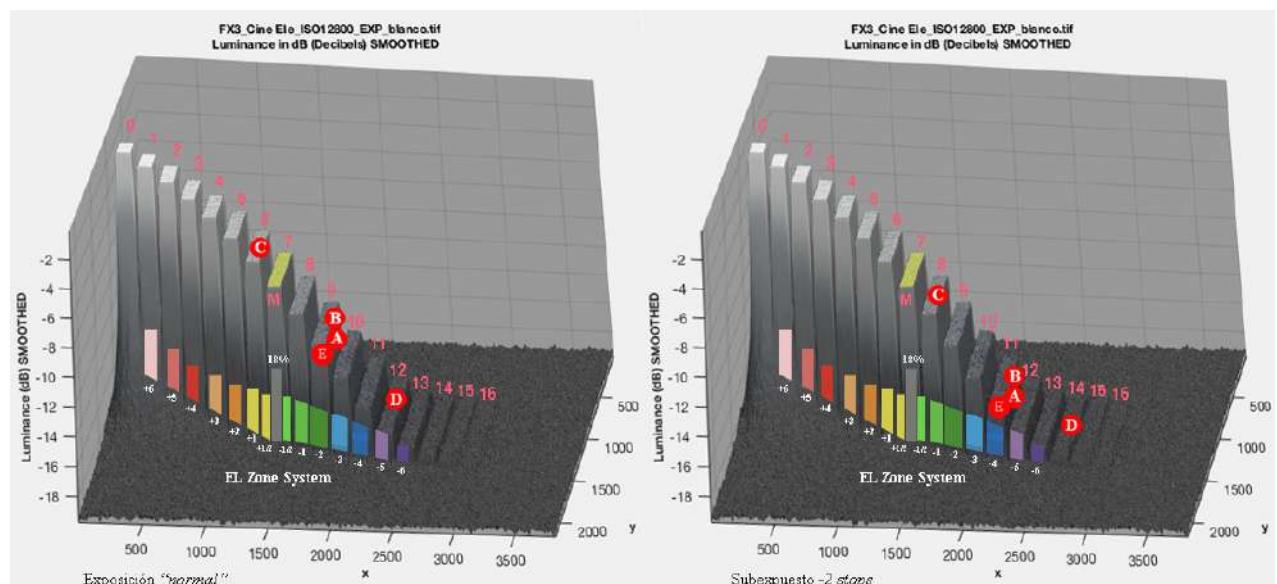


Figura 53. En la izquierda la exposición normal, a la derecha la exposición subexpuesta 2 stops

Con la exposición normal, el rango dinámico efectivo se extiende hasta los 12 stops, manteniendo una buena relación señal-ruido (SNR). El ruido presente en las muestras entre los 12 y 16 stops no afecta perceptiblemente la imagen final, lo que da como resultado una imagen limpia, con control cromático preciso y buen nivel de detalle.

Sin embargo, al subexponer dos stops, los valores etiquetados como A, B, D y E caen por debajo del umbral de -12 dB, lo que provoca un aumento significativo del ruido al ser elevados en posproducción. Además, el rango dinámico efectivo se reduce al menos en 2 stops. El resultado es una imagen visualmente más “rugosa”, con una textura que remite a las emulsiones de Súper 16 mm (grano suave, aleatorio y de carácter orgánico).

Es importante señalar que el ruido generado por esta técnica se distingue por su carácter más orgánico y estructurado, muy diferente del que se produce al utilizar valores ISO extremadamente altos o del que se introduce de forma artificial durante la corrección de color. En este caso, al subexponer y posteriormente “elevar” la señal, el ruido se distribuye de forma más uniforme y suave, generando una textura visual más cercana al grano fotoquímico, especialmente si se trabaja con perfiles logarítmicos como S-Log3 y una señal adecuadamente controlada.

A continuación los fotogramas corregidos para 709 en los tres canales RGB (*figuras 54 a 57*)



Figura 54. Escena que reconstruye el hallazgo de los documentos y memorias de Cipriano Andrade. Sony FX3. MODO CINE EI Base 12.800 Slog3-Sgamut3.Cine. XAVCS-I 4:2:2 10 Bits. Subexpuesto 2 stops, corregido para 709 en espacio ACES con Davinci Resolve studio 20



Figura 55. *Canal Rojo (R)* de la imagen ya corregida para 709



Figura 56. *Canal Verde (G)* de la imagen ya corregida para 709

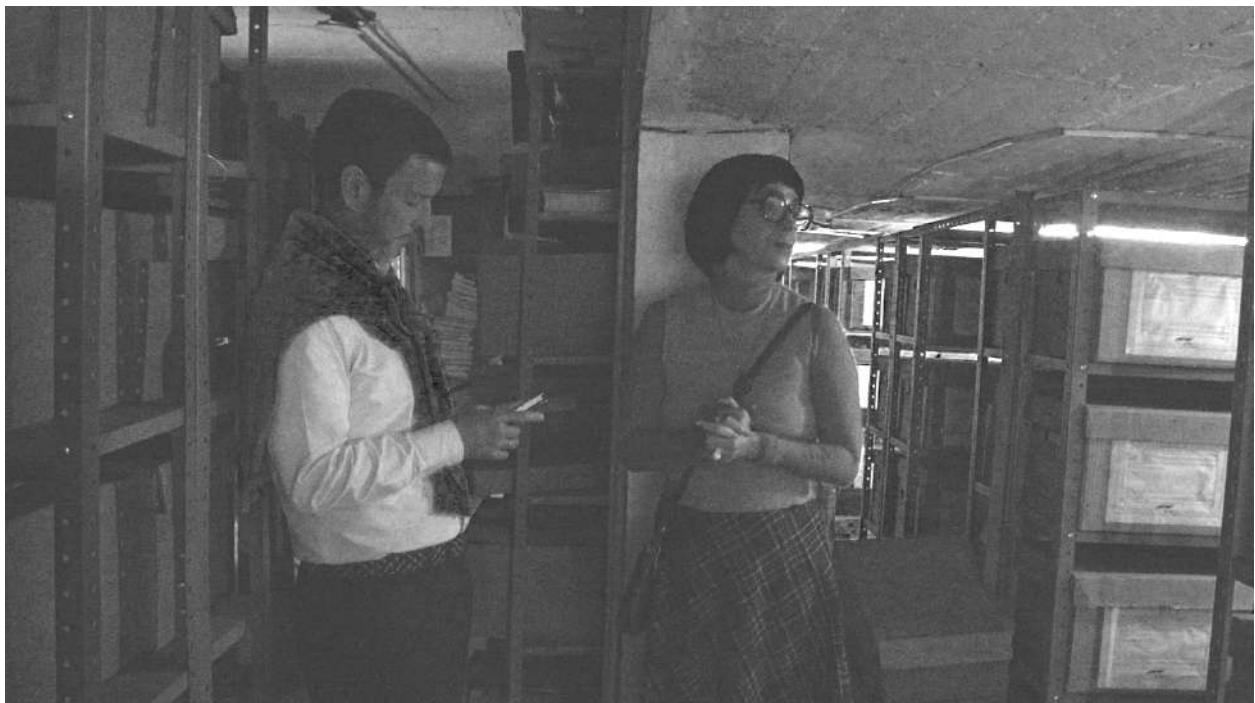


Figura 57. *Canal azul (B)* de la imagen ya corregida para 709

El comportamiento diferencial de los canales RGB bajo una subexposición de dos pasos constituye un recurso técnico-estético deliberado, orientado a construir una imagen con apariencia documental. En el proceso de etalonaje, este desequilibrio cromático se potencia para generar una textura visual cargada de significación. El canal azul, afectado por un ruido más grueso y una textura lavada, remite a la estética del archivo filmico deteriorado, evocando una sensación de inmediatez y fragilidad. El canal rojo, por su parte, introduce una granulosidad e interferencias en las sombras que remiten directamente al cine observacional de los años setenta, donde lo orgánico e impredecible formaban parte del dispositivo expresivo. En contraste, el canal verde, menos afectado por la subexposición, preserva la legibilidad de la escena, permitiendo que el caos perceptivo no comprometa la claridad narrativa.

Adriana Bernal convierte estas particularidades técnicas de la Sony FX3 en herramientas expresivas. Al operar en EI 12.800 con una subexposición deliberada, explota la respuesta desigual de los canales, acentuando el deterioro visual en azul y rojo para producir una textura visual desequilibrada, casi improvisada, que reproduce la estética de la captura no planificada. La

preservación de la información crítica en el canal verde permite que el sujeto principal se mantenga reconocible, mientras que el fondo se disuelve en el ruido, dirigiendo así la atención hacia lo esencial del plano.

Como afirma la propia directora de fotografía: “*el resultado visual de esta escena no es un accidente sino una emulación consciente de ciertos rasgos del documental heterodoxo latinoamericano utilizando el ruido propio de la cámara digital. El ruido, de alguna forma, emula el granulado de las copias en 16mm incluso S8mm, como en “La hora de los hornos”⁽²⁾ o en muchos de los documentales de los años setenta y ochenta. Y esa combinación de altas luces limpias con sombras caóticas recuerda cierta estética urgente, de improvisación, que queríamos para esta escena recreada*”. En este sentido, el uso intencionado del ruido trasciende el conocimiento técnico y se convierte en una estrategia narrativa que refuerza tanto la tensión emocional como el carácter documental de la imagen.

(1) La notación $1,133 \text{ e}^-$ a $0,901 \text{ e}^-$ y $\sim 4-5 \text{ e}^-$ a $\sim 1 \text{ e}^-$, se refiere a valores de *ruido de lectura (read noise)* medidos en *electrones (e⁻)*, la unidad fundamental para cuantificar el rendimiento de un sensor. $\text{e}^- = (\text{ADU} / \text{Gain})$

ADU: Unidades analógico-digitales (valores *RAW*).

Gain: Factor de conversión del sensor (e^- / ADU).

(2) Película argentina de 1968 dirigida por Pino Solanas y Octavio Getino

Agradecimientos

Adriana Bernal ADFC, Daniel Cadavieco, Juan Pablo Bonilla, Jorge Igual, Dany P. Perilla, David Stump, Philippe Ros y a todo el equipo de EFD.

Han colaborado

