



Apple ProRes

Libro blanco
junio de 2014

Contenidos

3	Introducción
4	Implementaciones autorizadas de Apple ProRes
5	Descripción general de la familia Apple ProRes
7	Propiedades de las imágenes digitales Tamaño del fotograma (ancho total frente a ancho parcial) Muestreo cromático Profundidad de bits de muestreo
10:	Propiedades de los códecs de Apple ProRes Velocidad de datos Calidad Rendimiento Soporte del canal alfa en los códecs 4444 de Apple ProRes.
21	Apéndice Velocidades de datos finales
23	Glosario

Introducción

Apple ProRes es uno de los códecs más populares en la posproducción profesional. La familia de códecs de vídeo de Apple ProRes ha conseguido hacer posible y asequible la edición de fuentes de vídeo de fotograma completo, 10 bits, alta definición (HD) 4:2:2 y 4:4:4:4, 2K, 4K y 5K con rendimiento de multisequencia en Final Cut Pro X. Este libro blanco proporciona información detallada sobre los seis miembros de la familia Apple ProRes, incluidas las especificaciones técnicas y las métricas de rendimiento.

Implementaciones autorizadas de Apple ProRes

Apple ProRes es una tecnología de códec que se ha desarrollado para permitir una edición de alta calidad y alto rendimiento en Final Cut Pro X. Apple ha registrado la licencia de Apple ProRes para seleccionar las compañías que la utilicen en productos y flujos de trabajo específicos.

En algunos casos se han empleado implementaciones no autorizadas de códecs en productos de hardware y software de otros fabricantes. El uso de implementaciones no autorizadas (como la FFmpeg e implementaciones derivadas) puede causar errores de decodificación, degradación del rendimiento, incompatibilidad e inestabilidad.

Para obtener un listado de todos los titulares de licencia y desarrolladores, y para obtener información sobre licencias, consulte http://support.apple.com/kb/HT5959?viewlocale=es_ES. Si utiliza o se está planteando comprar un producto que codifica o decodifica Apple ProRes pero no figura en la lista siguiente, póngase en contacto con nosotros en ProRes@apple.com.

Descripción general de la familia Apple ProRes

Los códecs Apple ProRes proporcionan una combinación sin igual de multisequencia, rendimiento de edición en tiempo real, calidad de imagen impresionante y tasas de almacenamiento reducido. Los códecs de Apple ProRes sacan todo el partido del procesamiento con varios núcleos y disponen de modos de decodificación de la resolución rápidos y reducidos. Todos los códecs de Apple ProRes son compatibles con cualquier tamaño de fotograma (incluidos SD, GD, 2K, 4K y 5K) en resolución completa. Las velocidades de datos varían según el tipo de códec, el contenido de la imagen, el tamaño de los fotogramas y la velocidad de los fotogramas.

Como tecnología de códecs de tasa de bits variable (VBR), Apple ProRes utiliza menos bits en fotograma simples que no se beneficiarían de una decodificación a una tasa de datos mayor. Todos los códecs de Apple ProRes son códecs independientes del fotograma (o intrafotograma), es decir, cada fotograma se codifica y decodifica de forma independiente a cualquier otro fotograma. Esta técnica proporciona un rendimiento y flexibilidad de edición mayores.

Apple ProRes incluye los formatos siguientes:

- **Apple ProRes 4444 XQ:** La versión de más alta calidad de Apple ProRes para fuentes de imágenes 4:4:4:4 (incluidos los canales alfa), con una tasa de datos muy alta para preservar el detalle en imágenes de rango dinámico alto generadas por los sensores de imagen digital que más alta calidad hoy en día. Apple ProRes 4444 XQ conserva rangos dinámicos mucho mayores que el rango dinámico de Rec. Imágenes 709 —incluso al lidiar con los rigores del procesamiento de efectos visuales extremos en los que los tonos negros o las iluminaciones se extienden considerablemente. Como ocurre con el Apple ProRes 4444 estándar, este códec admite hasta 12 bits por canal de imagen y hasta 16 bits por canal alfa. Apple ProRes 4444 XQ cuenta con una velocidad de datos final de aproximadamente 500 Mb/s para fuentes 4:4:4 a 1920 x 1080 y 29,97 fps.

Nota: Apple ProRes 4444 XQ requiere OS X v10.8 (Mountain Lion) o posterior.

- **Apple ProRes 4444:** Una versión de calidad extremadamente alta de Apple ProRes para fuentes de imagen 4:4:4:4 (incluyendo canales alfa). Este códec incorpora color RGBA 4:4:4:4 de resolución completa y altísima calidad, así como una fidelidad visual que consigue que prácticamente no se distinga del material original. Apple ProRes 4444 es una solución de alta calidad para almacenar e intercambiar compuestos y gráficos de animación, con un excelente rendimiento multigeneración y un canal alfa sin pérdidas de hasta 16 bits. Este códec cuenta con una velocidad de datos considerablemente baja en comparación con HD 4:4:4 sin comprimir, con una velocidad de datos final de aproximadamente 330 Mbps para fuentes 4:4:4 a 1920 x 1080 y 29,97 fps. Además, ofrece codificación directa a formatos de píxel RGB e Y'C_BC_R, así como decodificación a partir de estos formatos.

- **Apple ProRes 422 HQ:** Se trata de una versión de Apple ProRes 422 con una mayor velocidad de datos que conserva la calidad visual al mismo alto nivel que Apple ProRes 4444, pero para fuentes de imagen 4:2:2. Gracias a la extendida adopción por parte del sector de la posproducción de vídeo, Apple ProRes 422 HQ ofrece una conservación sin pérdidas del vídeo HD profesional de la mejor calidad que puede transmitirse a través de una señal HD-SDI de enlace único. Este códec es compatible con fuentes de vídeo 4:2:2 de ancho completo a profundidades de píxeles de 10 bits, al tiempo que permanece sin pérdidas a través de muchas generaciones de decodificación y recodificación. La velocidad de datos final de Apple ProRes 422 HQ es aproximadamente de 220 Mbps a 1920 x 1080 y 29,97 fps.
- **Apple ProRes 422:** Se trata de un códec comprimido de alta calidad que ofrece casi todas las ventajas de Apple ProRes 422 HQ, pero con el 66 % de velocidad de datos para un rendimiento de edición en tiempo real multicanal aún mejor. La velocidad de datos final de Apple ProRes 422 es aproximadamente de 147 Mbps a 1920 x 1080 y 29,97 fps.
- **Apple ProRes 422 LT:** Se trata de un códec más comprimido que el Apple ProRes 422, con aproximadamente un 70 % de velocidad de datos y un tamaño de archivos un 30 % menor. Este códec es perfecto para entornos donde la capacidad de almacenamiento y la velocidad de datos sean muy preciadas. La velocidad de datos final de Apple ProRes 422 LT es aproximadamente de 102 Mbps a 1920 x 1080 y 29,97 fps.
- **Apple ProRes 422 Proxy:** Se trata de un códec aún más comprimido si cabe que Apple ProRes 422 LT, pensado para su uso en flujos de trabajo sin conexión que requieren bajas velocidades de transmisión de datos y vídeo de resolución completa. La velocidad de datos final de Apple ProRes 422 Proxy es aproximadamente de 45 Mbps a 1920 x 1080 y 29,97 fps.

Nota: Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 son ideales para el intercambio de contenido multimedia de gráficos de movimiento porque no tienen ninguna pérdida virtualmente, y son los únicos códecs de Apple ProRes que son compatibles con los canales alfa.

Propiedades de las imágenes digitales

Las propiedades técnicas de las imágenes digitales corresponden a aspectos diferentes de la calidad de imagen. Por ejemplo, las imágenes HD de alta resolución pueden contener más detalle que sus homólogas SD de baja resolución. Las imágenes de 10 bits pueden contener gradaciones más finas de color, por lo que evitan los artefactos de franjeado que se encuentran en imágenes de 8 bits.

El cometido de un códec es conservar la calidad de la imagen en la medida de lo posible a una velocidad de datos reducida, al tiempo que ofrece la velocidad de codificación y decodificación más rápida. La velocidad de la familia Apple ProRes es compatible con las tres propiedades clave de las imágenes digitales que contribuyen en la calidad de la imagen —*tamaño del fotograma, muestreo de croma, y profundidad de bits de muestreo*— al tiempo que ofrece un rendimiento y calidad líderes en el sector en cada velocidad de datos compatible. Para conocer los beneficios de la familia Apple ProRes al completo y elegir qué miembros de la familia utilizar en diferentes flujos de trabajo de posproducción, es importante comprender estas tres propiedades.

Tamaño del fotograma (ancho total frente a ancho parcial)

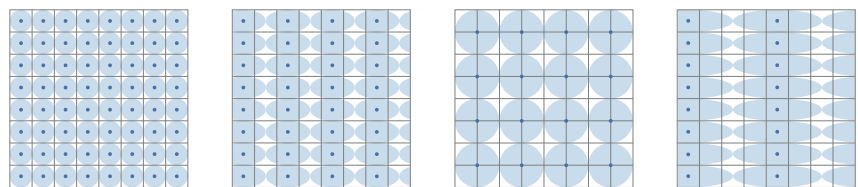
Muchas cámaras de vídeo codifican y almacenan fotogramas de vídeo en menos tamaño que los anchos completos de HD de 1920 o 1280 píxeles, para formatos de HD de 1080 o 720 respectivamente. Cuando se visualizan tales formatos, se muestran aumentados horizontalmente a los anchos completos de HD, pero no pueden contener el nivel de detalle que es posible con formatos de HD de ancho completo.

Todos los miembros de la familia Apple ProRes pueden codificar fuentes de vídeo HD de tamaño completo (también llamadas fuentes de vídeo «full-raster») para conservar el máximo posible de detalle que una señal HD pueda contener. Los códecs de Apple ProRes pueden codificar también fuentes HD de tamaño parcial si se desea, evitando una degradación potencial de la calidad y el rendimiento que provoque un aumento de la escala de formatos de ancho parcial antes de la codificación.

Muestreo cromático

Las imágenes de color requieren tres canales de información. En las tarjetas gráficas de ordenadores, los colores de los píxeles se definen normalmente con valores R, G y B. En el vídeo digital tradicional, un píxel está representado por valores Y' , C_B y C_R , donde Y' es la «luminancia» o el valor de escala de grises y C_B y C_R contienen la información de «croma» o diferencia de color. Como el ojo es menos sensible a los detalles mínimos de croma, es posible actualizar en conjunto y codificar menos muestras de C_B y C_R con poca pérdida visible de calidad para visualización general. Esta técnica, conocida como *submuestreo de croma*, se ha utilizado ampliamente para reducir la velocidad de datos de señales de vídeo. Sin embargo, un submuestreo excesivo de croma puede degradar la calidad de la composición, la corrección del color y otras operaciones de procesamiento de imágenes. La familia Apple ProRes gestiona los formatos de croma más populares hoy en día como sigue:

- **4:4:4** es el formato de calidad más alto para conservar el detalle de croma. En las fuentes de imágenes 4:4:4, no hay información de submuestreo, media o croma. Existen tres únicas muestras, Y' , C_B y C_R o R, G y B, para cada ubicación de píxeles. Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 son totalmente compatibles con fuentes de imágenes 4:4:4, desde espacios de color tanto RGB como $Y'C_B C_R$. El cuatro «4» significa que Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 también puede contener una muestra única del canal alfa para cada ubicación de píxeles. Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 están diseñados para ser compatibles con fuentes RGB de 4:4:4:4 y fuentes alfa exportadas desde aplicaciones de gráficos como Motion, así como fuentes de vídeo 4:4:4 desde dispositivos de alta gama como HDCAM-SR de doble canal.
- **4:2:2** se considera un formato de vídeo profesional de alta calidad en el que los valores de las imágenes $Y'C_B C_R$ se actualizan en conjunto de tal forma que hay una muestra C_B y una muestra C_R , o un par de croma " C_B/C_R " para cada muestra de Y' (luminancia). Este submuestreo mínimo de croma se ha considerado tradicionalmente adecuado para la composición de alta calidad y la corrección del color, aunque se pueden alcanzar mejores resultados utilizando fuentes 4:4:4. Diversos formatos populares de cámaras de vídeo de alta calidad generan fuentes 4:2:2, incluidos DVCPRO HD, AVC-Intra/100 y XDCAM HD422/50. Todos los miembros de la familia Apple ProRes 422 son totalmente compatibles con la resolución de croma inherente a los formatos de vídeo 4:2:2.
- **4:2:0** y **4:1:1** tienen la resolución de croma más baja de los formatos mencionados aquí, con solo un par de C_B/C_R croma por cada cuatro muestras de luminancia. Estos formatos se utilizan en una gran variedad de cámaras de vídeo profesionales y de consumo. Dependiendo de la calidad de un sistema de imágenes de cámara, se puede obtener una excelente calidad de visualización con los formatos 4:2:0 y 4:1:1. Sin embargo, en flujos de trabajo de composición, puede ser difícil evitar artefactos visibles alrededor de los bordes de un elemento compuesto. Los formatos HD 4:2:0 incluyen HDV, XDCAM HD y AVC-Intra/50. 4:1:1 se utiliza en DV. Todos los formatos de Apple ProRes 422 son compatibles con fuentes 4:2:0 o 4:1:1 si se ha aumentado la muestra de croma a 4:2:2 antes de la codificación.



4:4:4

4:2:2

4:2:0 (asiento intersticial)

4:1:1

□ Pixel de imagen ● Muestra de croma

Profundidad de bits de muestreo

El número de bits que se utiliza para representar cada muestra de imagen Y' , C_B o C_R (o R, G o B) determina el número de colores posibles que se pueden representar en cada ubicación de píxeles. La profundidad de bits de la muestra determina la suavidad del sutil sombreado de color que se puede representar en un gradiente de imagen, como podría ser un cielo al atardecer, sin artefactos visibles de cuantización o franjeado.

Tradicionalmente, las imágenes digitales se han limitado a muestras de 8 bits. En los últimos años, el número de dispositivos profesionales y técnicas de adquisición que fueran compatibles con muestras de imágenes de 10 bits e incluso de 12 bits ha aumentado. Las imágenes de 10 bits se encuentran fácilmente en fuentes de vídeo 4:2:2 con formatos de salida digital profesional (SDI, HD-SDI o incluso HDMI). Las fuentes de vídeo 4:2:2 exceden en contadas ocasiones los 10 bits, pero un creciente número de fuentes de imágenes 4:4:4 exige una resolución de 12 bits, aunque con imágenes derivadas de sensor, un simple bit o dos pueden causar más ruido que la señal. Las fuentes 4:4:4 incluyen escáneres de negativos de alta calidad y cámaras digitales de tipo negativo, además de poder incluir tarjetas gráficas de ordenador de alta calidad.

Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 son compatibles con fuentes de imágenes de hasta 12 bits y conservan las profundidades de las muestras alfa hasta los 16 bits. Todos los códecs de Apple ProRes son compatibles con fuentes de imágenes de hasta 10 bits, aunque la mejor calidad a 10 bits se obtiene con miembros de la familia de velocidades más altas —Apple ProRes 422 y Apple ProRes 422 HQ. (Nota: Como Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444, todos los códecs de Apple ProRes 422 pueden aceptar muestras de imágenes incluso mayores a 10 bits, aunque tal profundidad de bits rara vez se encuentra entre fuentes de vídeo 4:2:2 o 4:2:0).

Propiedades de los códecs de Apple ProRes

Cada códec de imagen o de vídeo se puede caracterizar según el buen comportamiento que tenga en estas tres dimensiones críticas: compresión, calidad y complejidad. *La compresión* significa reducción de datos, o cuántos bits se requieren en comparación con la imagen original. Para secuencias de imágenes o de vídeo, la compresión significa velocidad de datos, expresada en bits por segundo para la transmisión y en bytes por hora para el almacenamiento. *La calidad* describe el nivel de semejanza de la imagen comprimida con su original. «Fidelidad» sería por tanto un mejor término, pero está extendido el uso del término «calidad». *La complejidad* hace referencia a cuántas operaciones aritméticas se deben calcular para comprimir o descomprimir un fotograma o secuencia de imágenes. Para implementaciones de códecs de software, cuando más baja sea la complejidad, mayor será el número de secuencias de vídeo que se pueden decodificar simultáneamente en tiempo real, lo que ofrece un mayor rendimiento con aplicaciones de posproducción.

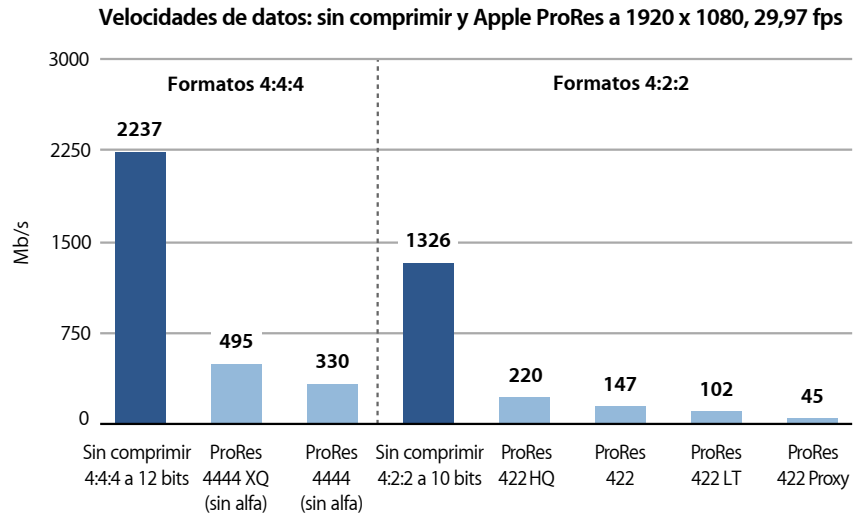
El diseño de cada códec de imagen o vídeo debe encontrar el equilibrio entre estas tres propiedades. Dado que los códecs en cámaras profesionales o para la edición de vídeo profesional deben mantener una gran calidad visual, la entrega se acumula en una de las velocidades de datos frente al rendimiento. Por ejemplo, las cámaras AVCHD pueden producir secuencias de vídeo H.264 con excelente calidad de imagen a velocidades de datos muy bajas. Sin embargo, la complejidad del códec H.264 es muy alta, lo que causa una disminución del rendimiento en la edición de vídeo en tiempo real con muchas secuencias y efectos de vídeo. En comparación, Apple ProRes ofrece una calidad de imagen excelente, al igual que una complejidad baja, lo que permite un rendimiento mejor para la edición de vídeo en tiempo real.

Las secciones siguientes describen se comportan se comportan los códecs de Apple ProRes y qué diferencias tienen si realizamos una comparativa sobre estas tres importantes propiedades de códecs: *velocidad de datos, calidad y rendimiento*.

Velocidad de datos

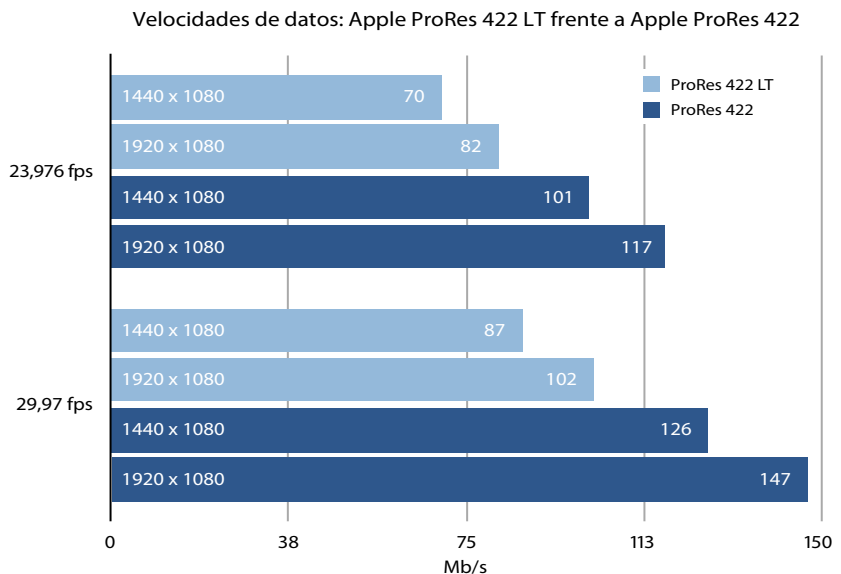
La familia Apple ProRes abarca un amplio rango de velocidades de datos para dar soporte a diversos propósitos de aplicaciones y flujos de trabajo. Esta sección muestra qué diferencias existen entre cada velocidad de datos de Apple ProRes y las velocidades de datos de vídeos sin comprimir. Esta sección ilustra cómo el tamaño y la velocidad de los fotogramas afectan a las velocidades de datos de Apple ProRes. Finalmente, el texto incluye información sobre la naturaleza de la velocidad de bits variable (VBR) de la familia de códecs de Apple ProRes.

La gráfica a continuación muestra las diferencias entre las velocidades de datos de los formatos de Apple ProRes y aquellas secuencias de imágenes sin comprimir, de ancho completo (1920 x 1080), 12 bits 4:4:4 y 10 bits 4:2:2 a 29,97 fotogramas por segundo. La gráfica a continuación muestra que incluso los formatos de Apple ProRes de mayor calidad —Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444— ofrecen velocidades de datos significativamente más bajas que sus homólogos sin comprimir.



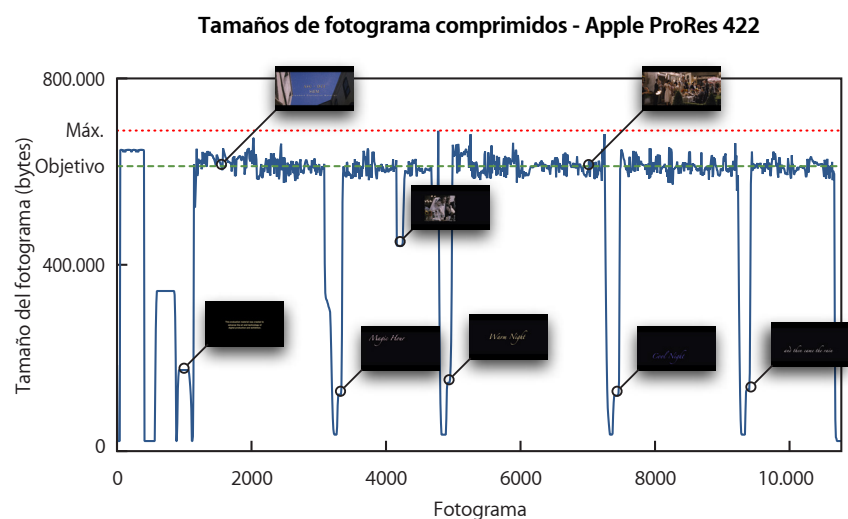
Las velocidades de datos que se muestran en la gráfica anterior hacen referencia a fotogramas HD de «ancho completo» (1920 x 1080) a 29,97 fotogramas por segundo. La familia de Apple ProRes también es compatible con el formato HD 720p en su ancho completo (1280 x 720). Además de los formatos HD de ancho completo, los códecs de Apple ProRes son compatibles con tres formatos de vídeo HD de «ancho parcial» que se utilizan como resoluciones de grabación en determinadas cámaras de HD populares: 1280 por 1080, 1440 por 1080 y 960 por 720.

La velocidad de datos de un formato Apple ProRes está determinada principalmente por tres factores clave: tipo de código de Apple ProRes, tamaño del fotograma codificado y velocidad de fotogramas. La gráfica a continuación muestra algunos ejemplos de cómo la variación de cualquiera de estos factores cambia la velocidad de datos de los formatos de Apple ProRes. En el apéndice, se encuentra una tabla de velocidades de datos para un número de formatos de Apple ProRes compatibles para la edición en tiempo real en Final Cut Pro X.



Apple ProRes es un códec de vídeo de velocidad de bits variable (VBR). Esto significa que el número de bits que se utilizan para codificar cada fotograma dentro de una secuencia no es constante, sino que varía de un fotograma al siguiente. Para cada tamaño de fotograma de vídeo y tipo de códec de Apple ProRes, el codificador de Apple ProRes intenta alcanzar un número «final» de bits por fotograma. La multiplicación de este número por los fotogramas por segundo del formato de vídeo que se está codificando da como resultado la velocidad de datos final para un formato de Apple ProRes específico.

Aunque Apple ProRes es un códec de VBR, la variabilidad es pequeña normalmente. La velocidad de datos real suele ser cercana a la velocidad de datos final. Para un determinado formato de Apple ProRes, también existe un número de bits por fotograma que no se supera nunca. Este máximo es aproximadamente del 10 % respecto del número final de bits por fotograma. El gráfico a continuación traza el número real de bits que se utilizan por fotograma en una secuencia de vídeo de Apple ProRes.



La secuencia que se muestra es un vídeo pequeño de material de evaluación estándar ASC/DCI (StEM) a 1920 x 1080.

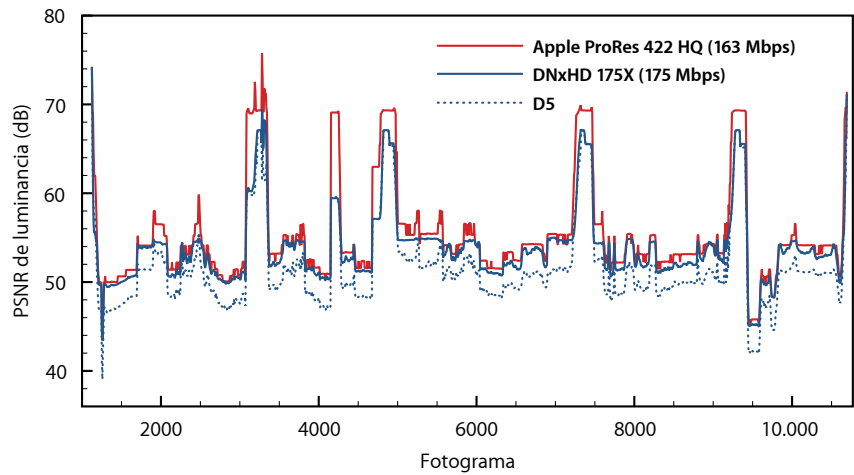
Ten en cuenta que para esta secuencia de más de 10.000 fotogramas en concreto, solo un fotograma utiliza el número máximo de bits y la mayoría de los fotogramas están apiñados en un pequeño porcentaje del número final. No obstante, muchos fotogramas utilizan significativamente menos bits de los que indica el número final. Esto sucede porque los codificadores de Apple ProRes añaden bits a un fotograma solo si con ello se producirá una coincidencia mejor con la imagen original. A partir de un cierto momento, los fotogramas de imágenes simples, como un fotograma completamente negro con unas cuantas palabras de texto, no producen beneficio en la calidad si se añaden más bits. Los codificadores de Apple ProRes no malgastan bits en ningún fotograma si esta adición de bits no mejora la fidelidad.

Calidad

Aunque la capacidad de producir un resultado de alta calidad es un atributo clave de los códecs de imagen y vídeo, el objetivo real de un códec es la conservación de la calidad —o fidelidad—. Las imágenes pasan a menudo por distintas etapas del procesamiento antes de la codificación de Apple ProRes y estas etapas pueden añadir defectos o «artefactos» en las imágenes. Si una secuencia de imágenes tiene artefactos visibles antes de empezar, Apple ProRes conservará estos artefactos, lo que puede provocar que los usuarios piensen por error que tales defectos están causados por el propio códec de Apple ProRes. El objetivo de cada miembro de la familia Apple ProRes es conservar perfectamente la calidad de la fuente de imágenes original, sea buena o mala.

La capacidad de conservar la calidad de varios códecs de Apple ProRes se puede expresar en términos tanto cuantitativos como cualitativos. En el campo de la compresión de imagen y vídeo, la medición cuantitativa más ampliamente utilizada de fidelidad de imagen es la relación de señal a ruido de pico (PSNR). El PSNR es una medición de la cercanía de una imagen comprimida (después de la compresión) con la imagen original entregada al codificador. Cuanto mayor sea el valor del PSNR, más cercana será la imagen codificada a la imagen original. El gráfico a continuación traza el valor del PSNR para cada fotograma de imágenes en una secuencia de pruebas para tres códecs diferentes: Apple ProRes 422 HQ, Avid DNxHD y Panasonic D5.

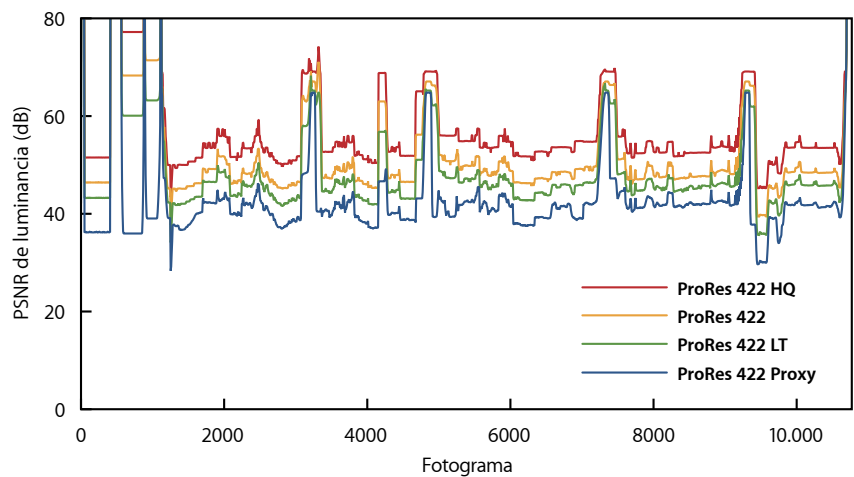
Comparativa de PSNR - Apple ProRes, DNxHD y D5



Medición realizada utilizando un vídeo pequeño como material de evaluación estándar ASC/DCI (StEM) a 1920 x 1080.

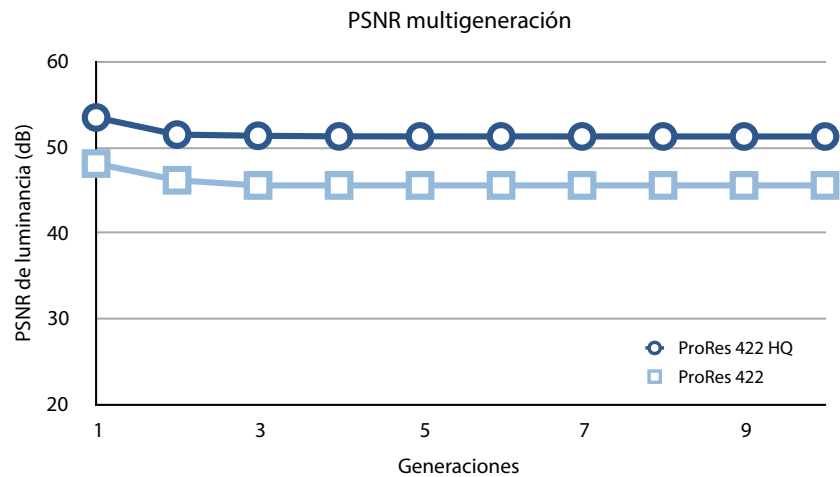
El gráfico siguiente muestra la misma secuencia trazada para cada códec Apple ProRes 422. Como muestra el gráfico, existe una diferencia en el PSNR de miembro de la familia al otro. Estas diferencias corresponden a las velocidades de datos de los códecs Apple ProRes 422. PSNR para Apple ProRes 422 HQ es 15–20 dB mayor que el de Apple ProRes 422 Proxy, pero la secuencia de Apple ProRes 422 HQ tiene casi cinco veces la velocidad de datos de la secuencia de Apple ProRes 422 Proxy. El beneficio de una mayor fidelidad se aprecia en el coste del tamaño de grandes archivos, por tanto, es importante seleccionar el miembro de la familia de Apple ProRes que se ajuste a los requisitos del flujo de trabajo.

Comparativa de PSNR - Familia 422 de Apple ProRes



Medición realizada utilizando un vídeo pequeño como material de evaluación estándar ASC/DCI (StEM) a 1920 x 1080.

Además de indicar la fidelidad visual, la diferencia en los valores del PSNR también denota headroom. Por ejemplo, si consultara la secuencia original que se utilizó en el gráfico anterior, y después visualizara las versiones codificadas de Apple ProRes 422 HQ y Apple ProRes 422 de la misma secuencia, todas parecerían idénticas visualmente. Sin embargo, el valor mayor del PSNR para Apple ProRes 422 HQ indica un mayor headroom de calidad. Este headroom aumentado significa que la secuencia de una imagen se puede decodificar y volver a codificar en muchas generaciones y seguir pareciendo idéntica al original visualmente, como se muestra en el gráfico a continuación.



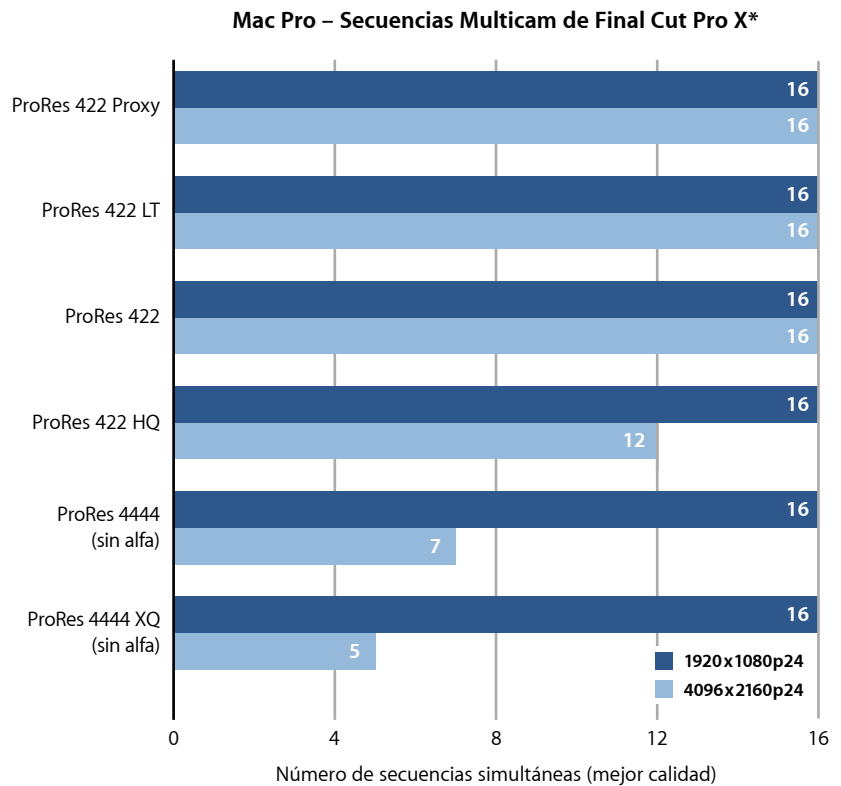
Dado que el PSNR no es una medida perfecta de fidelidad de imágenes comprimidas —no hay un número de PSNR concreto que pueda garantizar absolutamente que una imagen comprimida no tendrá diferencias visibles respecto del original—, es útil tener alguna descripción cualitativa de la calidad de imagen esperada para cada tipo de códec de Apple ProRes. Ten en cuenta que en la tabla a continuación, la descripción cualitativa para Apple ProRes 444 (sin canal alfa) es idéntica a la de Apple ProRes 422 HQ. Esto sucede porque Apple ProRes 444, aunque su velocidad de bits final es cincuenta veces mayor que la de Apple ProRes 422 HQ, utiliza bits adicionales para codificar el número superior de muestras de croma en 4:4:4 en el mismo nivel de alta calidad asegurado por Apple ProRes 422 HQ para fuentes 4:2:2.

Códec de Apple ProRes	Diferencias visibles (1.ª generación)	Headroom de calidad
ProRes 4444 XQ	Virtualmente nunca	Muy alto, excelente para acabado de multigeneración y originales de cámaras
ProRes 4444	Virtualmente nunca	Muy alto, excelente para acabado de multigeneración
ProRes 422 HQ	Virtualmente nunca	Muy alto, excelente para acabado de multigeneración
ProRes 422	Muy poco frecuente	Alto, muy bueno para la mayoría de flujos de trabajo de multigeneración
ProRes 422 LT	Poco frecuente	Bueno para algunos flujos de trabajo de multigeneración
ProRes 422 Proxy	Sutil para imágenes de gran detalle	Válido. Destinado a la visualización y edición de la primera generación

Rendimiento

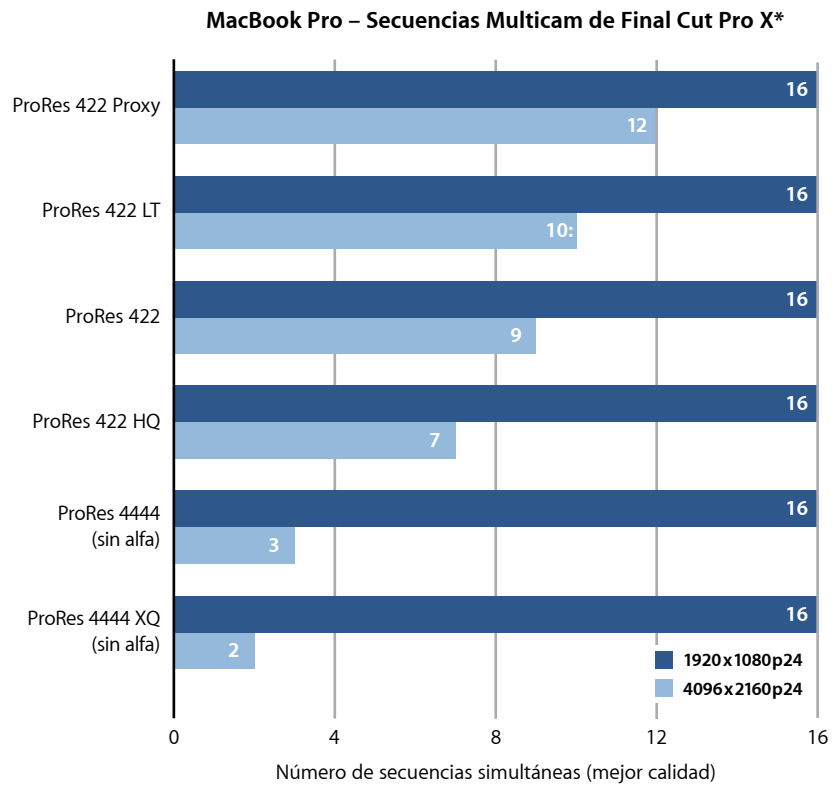
La familia de códecs Apple ProRes de códecs está diseñada para la velocidad. La gran velocidad de tanto la codificación como la decodificación es esencial para evitar cuellos de botella del flujo de trabajo.

La decodificación rápida es especialmente crítica para la edición en tiempo real multicanal en Final Cut Pro X. La familia de códecs Apple ProRes funciona considerablemente bien en este sentido. Para cada tipo de códec de Apple ProRes, las gráficas siguientes muestran el número de secuencias que se pueden corregir simultáneamente en tiempo real en un Mac Pro y un ordenador de MacBook Pro. (En cada gráfico, el número de secuencias 4K posibles a 4096 por 2160 se muestra en azul claro. El número de secuencias HD posibles a 1920 por 1080 se muestra en azul oscuro). En la práctica, por supuesto, no tiene por qué ser necesario editar cinco, seis o más secuencias simultáneamente, pero estas gráficas dan una idea de cuánto tiempo de procesamiento quedará disponible para los títulos, efectos y demás elementos en tiempo real cuando se están utilizando solo una, dos o tres secuencias.



*La función Multicam de Final Cut Pro X permite visualizar hasta 16 ángulos simultáneamente durante el cambio o el corte de ángulos en tiempo real.

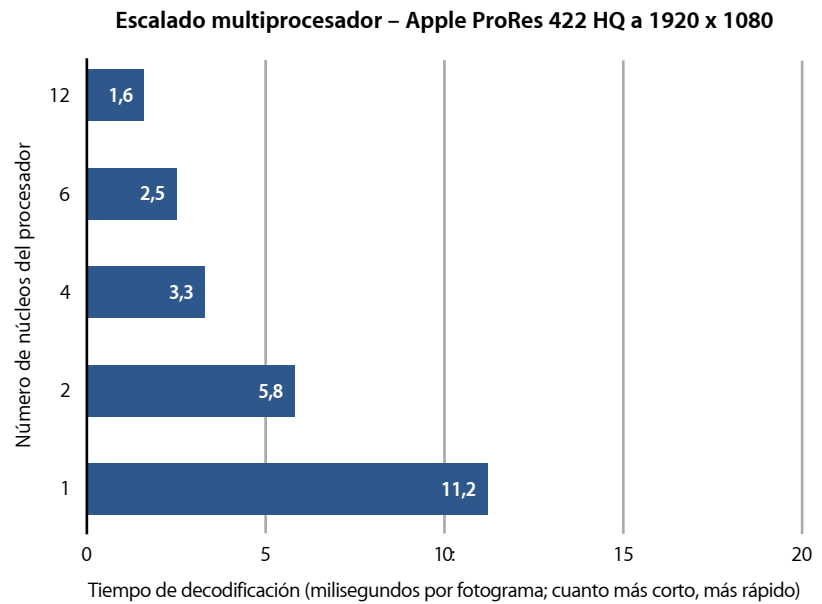
Pruebas llevadas a cabo por Apple en marzo de 2014 utilizando el envío de unidades de doce núcleos a 2,7 GHz de Mac Pro con memoria flash de 1 TB, 64 GB de RAM, tarjeta gráfica AMD FirePro D700 y OS X 10.9.2. Pruebas realizadas con una versión preliminar de Final Cut Pro X utilizando clips Multicam de 10 minutos de materiales de evaluación estándar ASC-DCI a 1920 x 1080p24 y 4096 por 2160p24 para cada tipo de contenido. Mac Pro supervisa continuamente el estado del sistema térmico y la alimentación y puede ajustar la velocidad del procesador según sea necesario para mantener el funcionamiento óptimo del sistema. El rendimiento puede variar dependiendo de la configuración y contenido del sistema.



*La función Multicam de Final Cut Pro X permite visualizar hasta 16 ángulos simultáneamente durante el cambio o el corte de ángulos en tiempo real.

Pruebas llevadas a cabo por Apple en marzo de 2014 utilizando el envío de unidades de 4 núcleos a 2,6 GHz de MacBook Pro con pantalla Retina con almacenamiento flash de 1 TB, 16 GB de RAM, tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GT 750M y OS X 10.9.2. Probado con una versión preliminar de Final Cut Pro X utilizando clips Multicam de 10 minutos de materiales de evaluación estándar ASC-DCI a 1920 x 1080p24 y 4096 por 2160p24. MacBook Pro supervisa continuamente el estado del sistema térmico y la alimentación y puede ajustar la velocidad del procesador según sea necesario para mantener el funcionamiento óptimo del sistema. El rendimiento puede variar dependiendo de la configuración y contenido del sistema.

Los portátiles Mac y los equipos de sobremesa dependen del procesamiento de varios núcleos. Por ello, la velocidad de un decodificador edición rápido debe ser escalable — es decir, el tiempo de decodificación por fotograma debería disminuir— para que el número de núcleos de procesamiento aumente. Bastantes implementaciones de códecs en el sector «se estrellan contra una pared» y no se dan cuenta de los beneficios adicionales en el rendimiento a medida que se añaden nuevos procesadores, pero los códecs de Apple ProRes continúan aumentando su velocidad cuando se añaden más núcleos, tal y como muestra la siguiente gráfica.

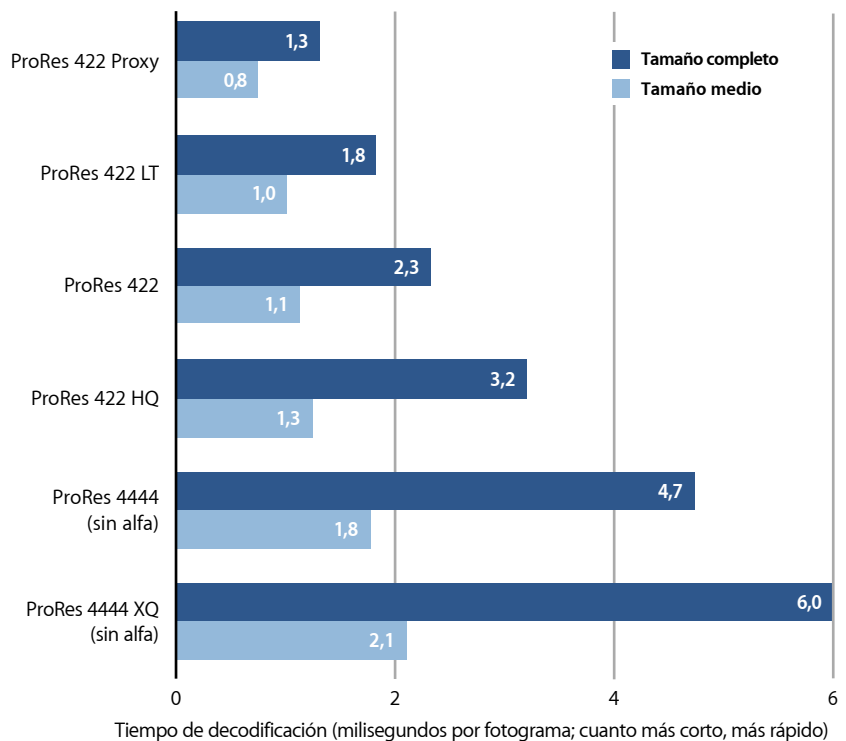


Pruebas llevadas a cabo por Apple en mayo de 2014 utilizando OS X Mavericks v.10.9.2 y un Mac Pro con procesador Intel Xeon de 12 núcleos a 2,7 GHz. El rendimiento puede variar dependiendo de la configuración y el contenido del sistema y el uso de la herramienta de medición del rendimiento.

Los decodificadores de Apple ProRes están diseñados para funcionar como códecs de edición de alta calidad y alto rendimiento para Final Cut Pro X. No solo son rápidos para decodificar vídeo a tamaño y calidad de fotograma completo, si no que son aún más rápidos en la decodificación de fotogramas a «tamaño medio» (1/2 altura y 1/2 ancho). En especial para formatos de alta resolución como HD y 2k, las imágenes de tamaño medio proporcionan gran cantidad de datos en pantalla para tomar decisiones de edición.

La gráfica a continuación muestra que la decodificación a tamaño medio es considerablemente más rápida que la decodificación más rápida existente a tamaño completo, especialmente para los códecs de más calidad de Apple ProRes. La velocidad de decodificación más rápida supone que se dispone de más tiempo de la CPU para decodificar más secuencias o efectos en tiempo real.

Velocidad de decodificación de la resolución reducida a 1920 x 1080



Pruebas llevadas a cabo por Apple en marzo de 2014 utilizando el envío de unidades de 4 núcleos a 2,6 GHz de MacBook Pro con pantalla Retina con almacenamiento flash de 1 TB, 16 GB de RAM, tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GT 750M y OS X 10.9.2. MacBook Pro supervisa continuamente el estado del sistema térmico y la alimentación y puede ajustar la velocidad del procesador según sea necesario para mantener el funcionamiento óptimo del sistema. El rendimiento puede variar dependiendo de la configuración del sistema, el contenido y el uso de la herramienta de medición del rendimiento.

Si bien la velocidad de decodificación rápida es el primer factor en el rendimiento a tiempo real, la velocidad de codificación también es importante para pasos clave en los flujos de posproducción. Como los decodificadores de Apple ProRes, la familia de codificadores de Apple ProRes se ha desarrollado como implementaciones de software eficientes. La rápida codificación se consigue gracias a eficientes procesadores de varios núcleos. La velocidad de codificación rápida es esencial para algunos pasos e importante en prácticamente todos los demás.

Para capturas en tiempo real y codificación de Apple ProRes de señales de vídeo de banda base (tanto fuentes de señales SD o HD analógicas o digitales), los codificadores de Apple ProRes deben ser lo suficientemente rápidos como para dar respuesta al número de fotogramas de vídeo en tiempo real que se reciben. Se debe utilizar una tarjeta de captura de vídeo adecuada para este propósito, pero no se necesita ningún otro hardware de codificación especializado para alcanzar la captura a tiempo real de vídeo de banda base en los formatos de Apple ProRes.

Para transcodificación basada en archivos de vídeo que se han codificado con otros códecs de vídeo (no de Apple ProRes), la transcodificación a Apple ProRes entraña tanto la decodificación de la técnica inicial y la codificación a Apple ProRes. El tiempo mínimo de transcodificación será por tanto la suma del tiempo necesario para decodificar el archivo y el tiempo necesario para volver a codificarlo a Apple ProRes. Para ciertos formatos de códecs de vídeo conocidos por su complejidad y consiguiente lentitud a la hora de decodificar, como JPEG-2000 y el formato de códec nativo REDCODE® RAW (R3D), el tiempo de transcodificación total estará determinado por el tiempo de codificación. Aún así, la codificación rápida de Apple ProRes ayuda a reducir el tiempo de transcodificación total.

La rápida codificación y decodificación también beneficia la renderización y la exportación. La renderización de efectos, como parte de un proceso creativo o bien como paso final antes de la salida, es básicamente una decodificación del contenido multimedia de la fuente y una nueva codificación en el formato de salida final. Durante el proceso de renderizado, todos los pasos de decodificación, mezcla y composición deben calcularse antes de la codificación en el formato comprimido definido en el proyecto de Final Cut Pro X. Aunque puede elegir cualquier códec de Apple ProRes como formato de renderizado —desde Apple ProRes 422 LT a Apple ProRes 4444 XQ— y cambiarlo en cualquier momento durante la posproducción, Final Cut Pro realiza la renderización de forma predeterminada en Apple ProRes 422.

Cuando se realiza la renderización a Apple ProRes, el tiempo total de renderizado está determinado por la velocidad de los pasos tanto de decodificación como de codificación, que pueden ser significativamente más rápida en comparación con otros códecs más complejos y más lentos. La ventaja de la velocidad de Apple ProRes también beneficia la exportación de un archivo al final de un proyecto. Si necesita distribuir el contenido en la Web, en DVD o en un disco Blue-ray, puede aumentar la velocidad del proceso de exportación si elige editar en Apple ProRes en vez de otros formatos profesionales, incluso sin compresión.

Soporte del canal alfa en los códecs 4444 de Apple ProRes.

Además de ser compatible con los datos de píxeles $Y'CbCr$ o RGB 4:4:4, los tipos de códecs Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 son compatibles con un canal alfa opcional. La nomenclatura de muestreo para tales imágenes $Y'CbCrA$ o RGBA es 4:4:4:4, para indicar que existe un valor alfa —o A— por cada ubicación de píxeles, además de los tres valores $Y'CbCr$ o RGB. Un valor alfa especifica la proporción de su RGB asociado o el píxel $Y'CbCr$ que debería estar mezclado con el píxel en la ubicación correspondiente de una imagen de fondo, lo que permite crear el efecto de transparencia variable para uso en flujos de trabajo de composición. A diferencia de los valores de píxeles $Y'CbCr$ o RGB, los valores alfa no representan muestras de una imagen del mundo real o si quiera muestras de una imagen generada por ordenador; ambas están destinadas para visualización por parte de humanos.

Los valores alfa son básicamente datos numéricos que especifican cómo mezclar o componer una imagen de primer plano en una imagen de fondo. Por este motivo, Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 codifican los valores exactamente en lugar de aproximadamente. Este tipo de codificación exacta se denomina compresión «sin pérdida» (o a veces «sin pérdida matemática»). Utiliza diferentes técnicas de codificación, desde las utilizadas por la familia de códecs Apple ProRes para valores de píxeles RGB o $Y'CbCr$, en los que la codificación aproximada es aceptable si las diferencias del original no sean visibles para el visualizador y no afecten el procesamiento. Los códecs Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 codifican sin pérdida los valores de canales alfa de cualquier profundidad de bits hasta 16 bits.

En resumen, los códecs Apple ProRes 4444 XQ y Apple ProRes 4444 se pueden considerar «sin pérdidas visualmente» para la codificación de valores de píxeles $Y'CbCr$ o RGB destinados a la visualización, pero «sin pérdida matemática» para la codificación de valores alfa que especifican composición. Como resultado, el nivel de calidad o fidelidad nunca es una cuestión para los canales alfa de Apple ProRes 444, porque los datos decodificados siempre coinciden con el original perfectamente.

Con cualquier tipo de compresión sin pérdida, la velocidad de datos varía de acuerdo con la cantidad de datos de imágenes que se estén codificando. Esto sucede con la compresión de canales alfa sin pérdida de Apple ProRes 444 también. Sin embargo, en la práctica, los canales alfa contienen normalmente solo la información relacionada con los perfiles de objetos. Por tanto, el canal alfa opcional añade típicamente solo un poco del porcentaje de la velocidad de datos de Apple ProRes 4444. Por este motivo, la presencia de un canal alfa en una secuencia de Apple ProRes 4444 reduce normalmente el rendimiento de decodificación y codificación en solo un 10 % o menos.

Apéndice

Velocidades de datos finales

Dimensiones	Fotograma Tasa	ProRes 422 Proxy		ProRes 422 LT		ProRes 422		ProRes 422 HQ		ProRes 4444 (sin alfa)		ProRes 4444 XQ (sin alfa)	
		Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h
720 x 486	24p	10:	4	23	10:	34	15	50	23	75	34	113	51
	60i, 30 p	12	5	29	13	42	19	63	28	94	42	141	64
720 x 576	50i, 25 p	12	6	28	13	41	18	61	28	92	41	138	62
960 x 720	24p	15	7	35	16	50	23	75	34	113	51	170	76
	25p	16	7	36	16	52	24	79	35	118	53	177	80
	30p	19	9	44	20	63	28	94	42	141	64	212	95
	50p	32	14	73	33	105	47	157	71	236	106	354	159
	60p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1280 x 720	24p	18	8	41	18	59	26	88	40	132	59	198	89
	25p	19	9	42	19	61	28	92	41	138	62	206	93
	30p	23	10:	51	23	73	33	110	49	165	74	247	111
	50p	38	17	84	38	122	55	184	83	275	124	413	186
	60p	45	20	101	46	147	66	220	99	330	148	495	223
1280 x 1080	24p	31	14	70	31	101	45	151	68	226	102	339	153
	60i, 30 p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1440 x 1080	24p	31	14	70	31	101	45	151	68	226	102	339	153
	50i, 25 p	32	14	73	33	105	47	157	71	236	106	354	159
	60i, 30 p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1920 x 1080	24p	36	16	82	37	117	53	176	79	264	119	396	178
	50i, 25 p	38	17	85	38	122	55	184	83	275	124	413	186
	60i, 30 p	45	20	102	46	147	66	220	99	330	148	495	223
	50p	76	34	170	77	245	110	367	165	551	248	826	372
	60p	91	41	204	92	293	132	440	198	660	297	990	445

Velocidades de datos finales (continuación)

Dimensiones	Fotograma Tasa	ProRes 422 Proxy		ProRes 422 LT		ProRes 422		ProRes 422 HQ		ProRes 4444 (sin alfa)		ProRes 4444 XQ (sin alfa)	
		Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h
2048 por 1080	24p	41	19	93	42	134	60	201	91	302	136	453	204
	25p	43	19	97	44	140	63	210	94	315	142	472	212
	30p	52	23	116	52	168	75	251	113	377	170	566	255
	50p	86	39	194	87	280	126	419	189	629	283	944	425
	60p	103	46	232	104	335	151	503	226	754	339	1131	509
2048 por 1556	24p	56	25	126	57	181	81	272	122	407	183	611	275
	25p	58	26	131	59	189	85	283	127	425	191	637	287
	30p	70	31	157	71	226	102	340	153	509	339	764	344
	50p	117	52	262	118	377	170	567	255	850	382	1275	574
	60p	140	63	314	141	452	203	679	306	1019	458	1528	688
3840 x 2160	24p	145	65	328	148	471	212	707	318	1061	477	1591	716
	25p	151	68	342	154	492	221	737	332	1106	498	1659	746
	30p	182	82	410	185	589	265	884	398	1326	597	1989	895
	50p	303	136	684	308	983	442	1475	664	2212	995	3318	1493
	60p	363	163	821	369	1178	530	1768	795	2652	1193	3977	1790
4096 por 2160	24p	155	70	350	157	503	226	754	339	1131	509	1697	764
	25p	162	73	365	164	524	236	786	354	1180	531	1769	796
	30p	194	87	437	197	629	283	943	424	1414	636	2121	955
	50p	323	145	730	328	1049	472	1573	708	2359	1062	3539	1593
	60p	388	174	875	394	1257	566	1886	848	2828	1273	4242	1909
5120 x 2160	24p	194	87	437	197	629	283	943	424	1414	636	2121	955
	25p	202	91	456	205	655	295	983	442	1475	664	2212	995
	30p	243	109	546	246	786	354	1178	530	1768	795	2652	1193
	50p	405	182	912	410	1311	590	1966	885	2949	1327	4424	1991
	60p	485	218	1093	492	1571	707	2357	1061	3535	1591	5303	2386

Glosario

canal alfa Un canal adicional de información que puede incluirse de forma opcional con imágenes RGB y $Y'CbCr$. Si está incluido con una imagen RGB, por cada valor R, G y B que define un píxel, hay un valor A que especifica cómo se debe mezclar el píxel RGB con una imagen de fondo. Normalmente, un valor extremo de A indica transparencia del 100 % y el otro valor extremo indica opacidad del 100 %. Los valores entre los extremos indican el nivel de opacidad.

códec Abreviatura de *compresor/descompresor*. Un término general que hace referencia tanto al codificador como al decodificador.

codificador Un algoritmo o sistema de procesamiento que recoge imágenes sin comprimir de entrada y distribuye una secuencia de bits comprimida de salida. En Apple ProRes, este término hace referencia al componente descompresor de QuickTime que genera un archivo .mov codificado de Apple ProRes.

decodificador Un algoritmo o sistema de procesamiento que recoge una secuencia de bits comprimida de entrada y distribuye una secuencia de imágenes o vídeo de salida. En Apple ProRes, este término hace referencia al componente descompresor de QuickTime que convierte un archivo .mov codificado de Apple ProRes en una secuencia de imágenes para procesamiento o visualización posterior.

Formato de Apple ProRes Una secuencia de bits codificada de Apple ProRes, normalmente con la forma de archivo .mov, para la que están especificados el tipo de códec de Apple ProRes y el formato de vídeo. Por ejemplo, un “formato de Apple ProRes 422 HQ de 1920 x 1080i a 29,97 fps”.

formato de vídeo Una secuencia de vídeo para la que se han especificado la altura, el ancho y la velocidad de los fotogramas. Por ejemplo, un «formato de vídeo de 1920 x 1080i a 29,97 fps».

secuencia de imágenes Un conjunto ordenado de fotogramas de imágenes que, cuando se visualizan a una velocidad de fotograma específica, la persona que lo ve percibe que se trata de una secuencia de imágenes de movimiento en tiempo real. Cuando no hacemos referencia a «vídeo», una secuencia de imágenes suele ser un conjunto de imágenes RGB (con un canal alfa opcional), como los formatos de archivo DPX, TIFF y OpenEXR.

sin pérdida Un tipo de códec que permite procesar un fotograma de imágenes mediante la codificación, seguida de la decodificación, con resultados garantizados matemáticamente de obtención de una imagen con exactamente los mismos valores de píxeles que el original.

sin pérdida visual Un tipo de códec cuyos resultados de procesamiento de un fotograma de imágenes mediante la codificación, seguida de la decodificación, no son una imagen sin pérdida matemática, aunque son visualmente imperceptibles si se visualizan junto con el original en pantallas idénticas.

vídeo Una secuencia de imagen para la que los fotogramas de imagen utilizan habitualmente el espacio de color $Y'CbCr$ y canales de croma de submuestreo, normalmente con uno de los patrones siguientes: 4:2:2, 4:2:0 o 4:1:1.