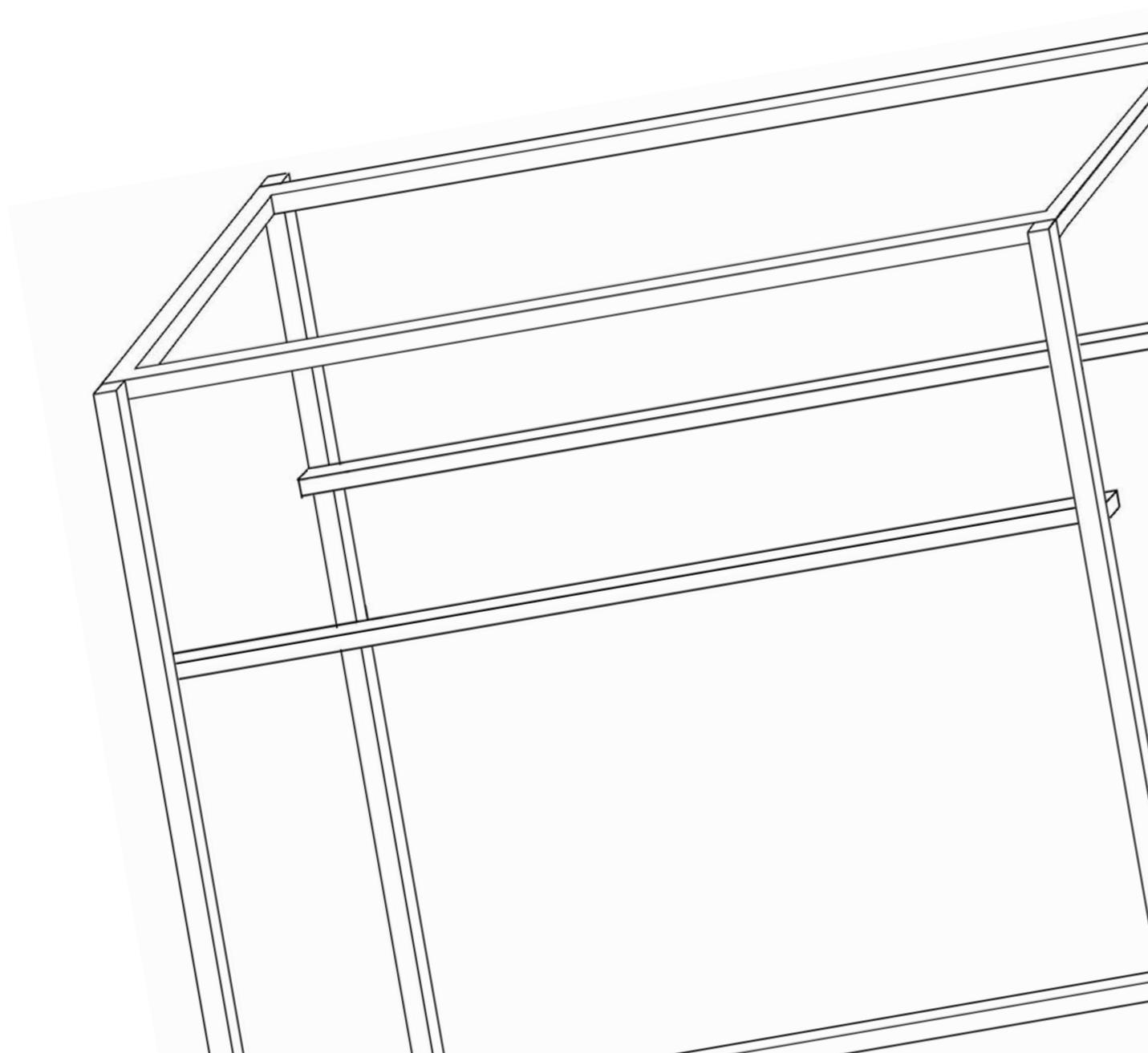


TESIS DOCTORAL Dpto. Pintura Universidad de Granada

Un modelo de trabajo para la reproducción digital de fotografías, documentos opacos y negativos fotográficos, en situaciones precarias

Vicente del Amo Hernández



Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Vicente del Amo Hernández
D.L.: GR 2257-2014
ISBN: 978-84-9083-318-6

TRABAJO DE TESIS DOCTORAL.

Un modelo de trabajo
para la reproducción digital
de fotografías, documentos opacos
y negativos fotográficos
en condiciones precarias

Autor: VICENTE DEL AMO HERNÁNDEZ

Directora: María Isabel Mancilla Abril

Codirector: Pedro Osakar Olaiz

Dpto. de Pintura.

Facultad de BBAA.

Universidad de Granada.

2012





Dedicada a Eloísa, mi amiga y hogar.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi especial agradecimiento a la Dra. Marisa Mancilla Abril, por haberse ofrecido a dirigir esta tesis doctoral, ordenar mi cantidad de ideas dispersas, y mantenerse firme ante mis tendencias a marchar por los Cerros de Úbeda; aconsejando con voz de seda, o estilo maracenero según circunstancias.

Agradezco también la excelente disposición del codirector de la misma, Dr. Pedro Osakar Olaiz, por su continuada confianza en mis capacidades, y por animarme a realizar la presente tesis.

A los pocos, pero excelentes profesores que fui encontrando a lo largo de mi periplo estudiantil, porque me inspiraron en mi posterior carrera como docente, con la esperanza de no haberles defraudado. También, y porqué no, a los profesores mediocres o directamente incompetentes que tuve que soportar, porque me enseñaron inequívocamente, que de un negativo se obtiene un positivo.

Y por último a mis hermanos Daniel y Mercedes, también profesores, que se han brindado a leer y aconsejarme en este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **0** PUNTO DE PARTIDA, HIPÓTEIS DE TRABAJO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

0.1. PUNTO DE PARTIDA

0.1.1.	Encargo de estudio de una colección fotográfica en el IMNC Instituto de Museos Nacionales del Congo	20
0.1.2.	La colección fotográfica	20
0.1.3.	Copias fotográficas y fichas etnográficas	21
0.1.4.	Negativos	21

0.2. LOS ESPACIOS QUE ALBERGAN LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA

0.2.1.	El laboratorio	22
0.2.2.	El estudio fotográfico	22
0.2.3.	La biblioteca	22

0.3. CIRCUNSTANCIAS DE LA REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO

0.3.1.	Circunstancias de la ciudad	24
0.3.2.	Circunstancias del museo	24
0.3.3.	Circunstancias del equipo humano del museo	25
0.3.4.	Circunstancias de los profesores y formación del personal colaborador del IMNC	25

0.4. UN CONTEXTO EXCEPCIONAL

0.4.1.	Material objeto del informe	27
0.4.2.	Propuesta preliminares para la actuaciones sobre la colección fotográfica del IMNC	28

0.5. DISEÑANDO ESTRATEGIAS PARA TRABAJAR EN CONDICIONES DE PRECARIEDAD

0.5.1.	Fase de estudio	31
0.5.2.	Venciendo la inercia	31
0.5.3.	El factor precariedad	31

0.6. HIPÓTESIS DE TRABAJO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

0.6.1.	Hipótesis de trabajo	33
0.6.2.	Objetivos generales	33
0.6.3.	Objetivos específicos	33
0.6.4.	Metodología	34

CAPÍTULO 1 DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS

1.1. CALIDAD DE IMAGEN DIGITAL

1.1.1.	Gama tonal o rango dinámico	38
1.1.2.	Gama tonal o rango dinámico de las películas fotográficas	38
1.1.3.	Gama tonal o rango dinámico de los sensores de las cámaras	39
1.1.4.	Sensibilidad fotográfica química	40
1.1.5.	Sensibilidad fotográfica digital	40
1.1.6.	Sensibilidad I.S.O.	40
1.1.7.	Definición de imagen	40
1.1.8.	Sistema de representación del rendimiento óptico de un objetivo	41
1.1.9.	Otro sistema de representación del rendimiento óptico de los objetivos	43
1.1.10.	Ruido digital	45
1.1.11.	Interpolación de imágenes	47

1.2. LA REPRODUCCIÓN DEL COLOR

1.2.1.	La óptica	48
1.2.2.	El sensor	48
1.2.3.	Espacio de trabajo	49
1.2.4.	Profundidad de color	49
1.2.5.	Luz, color y temperatura de color	50
1.2.6.	El cuerpo negro y temperatura de color	50
1.2.7.	Fuentes de iluminación	51
1.2.8.	Índice de reproducción cromático IRC o RA	52
1.2.9.	Tipos de lámparas más empleadas en fotografía digital	53
1.2.10.	Balance de blancos y control de color	53

1.2.11.	Tamaño de imagen digital	55
1.2.12.	Tipos de archivo y matriz digital	56
1.3.	EL PROYECTO DE DIGITALIZACIÓN COMO MATRIZ DIGITAL DE LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA DEL IMNC	
1.3.1.	Condiciones a cubrir en el proceso de obtención de la matriz digital	57
1.3.2.	Archivos derivados, tamaño de archivo y tipos de compresión	58
1.3.3.	Justificación de la digitalización de archivos	59
1.4.	INSTRUMENTOS	
1.4.1.	Inventario del material existente en el mercado para la digitalización de documentos y estudio de su posible aplicación en condiciones de precariedad	60
1.4.2.	Herramientas para la digitalización de documentos opacos y transparentes	60
1.4.3.	El escáner fotográfico	60
1.4.4.	Escáner de tambor	61
1.4.5.	Escáner plano mixto	61
1.4.6.	Escáner específico para negativos	61
1.4.7.	Escáner específico para opacos	61
1.4.8.	Parámetros para elegir un escáner a medida de los factores condicionantes	61
1.4.9.	Resolución nominal y resolución real	62
1.4.10.	Profundidad de color	62
1.4.11.	Productividad	62
1.4.12.	Nivel de formación necesario	62
1.4.13.	Otros aspectos	63
1.4.14.	Precio	63
1.5.	BUSCANDO LA HERRAMIENTA ADECUADA. ¿CÁMARA VERSUS ESCÁNER?	
1.5.1.	La reproducción de documentos opacos	64

1.5.2.	La cámara como medio de digitalización	65
1.5.3.	Ventajas de la digitalización con cámara	66
1.5.4.	Inconvenientes de la digitalización con cámara	66
1.5.5.	El escáner como medio de digitalización	66
1.5.6.	Escáner de digitalización masiva de opacos	66
1.5.7.	Escáner de digitalización masiva de negativos	67
1.5.8.	Ventajas de la digitalización con escáner	67
1.5.9.	Inconvenientes de la digitalización con escáner	67
1.5.10.	Los programas del escáner y de la cámara, y el programa de tratamiento de imagen	68
1.5.11.	Test de calidad empírico el escáner/ Test de calidad empírico con la cámara	68
1.5.12.	Selección de escáneres para las pruebas comparativas de calidad	69
1.5.13.	Test de productividad del escáner/ Test de Productividad de la cámara	74
1.5.14.	Análisis de resultados de las tablas	75
1.6.	CONCLUSIONES CAPÍTULO I	76

CAPÍTULO 2 MESA PARA LA REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE OPACOS

2.1. INTRODUCCIÓN

2.1.1.	Condicionantes a causa de la suciedad	80
2.1.2.	Condicionantes por contaminación lumínica ambiental	81
2.1.3.	Condicionantes en el suministro eléctrico	81
2.1.4.	Condicionantes del diseño	82
2.1.5.	Condicionantes técnicas relacionadas con el material opaco	82
2.1.6.	Condicionantes humanos	83

2.2. DISEÑANDO LA MESA DE REPRODUCCIÓN

2.2.1.	El punto de partida	84
2.2.2.	Creación del primer prototipo	84
2.2.3.	La ficha antropológica	86
2.2.4.	La unidad de medida	87
2.2.5.	Esquema de la estructura interna de la mesa de reproducción	87

2.3. COMPONENTES DE LA MESA DE REPRODUCCIÓN

2.3.1.	Plantilla de encaje y apantallamiento.	89
2.3.2.	El vidrio portante de la plantilla de encaje y ficha antropológica	90
2.3.3.	La iluminación ideal, luminarias y tipo de lámparas	91
2.3.4.	La estructura definitiva de la mesa de reproducción	93
2.3.5.	Los tableros de la mesa de reproducción y sus funciones	95
2.3.6.	La faldilla de apantallamiento y sus funciones	97
2.3.7.	El sistema de anclaje de la cámara	97

2.4.	LA CÁMARA, LA ÓPTICA Y EL PROGRAMA DE VISIÓN REMOTA	
2.4.1.	Nivelado de la cámara a través del espejo	100
2.4.2.	Medición de la carta gris y balance de blancos	101
2.4.3.	Encuadre, enfoque, y enfoque de precisión de opacos desde el programa de visión remota	103
2.4.4.	Un repaso por el menú de preferencias de la cámara	104
2.5.	CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL OBJETIVO DE REPRODUCCIÓN	
2.5.1.	Círculo de imagen	105
2.5.2.	Criterios para la elección del objetivo de la cámara.	105
2.5.3.	Valores de distorsión	106
2.5.4.	Los valores técnicos relevantes del objetivo zoom EF 24-105 1:4 L IS	107
2.5.5.	Viñeteado de las imágenes	108
2.5.6.	Comportamiento de resolución FMT	109
2.5.7.	Zona de utilización del sensor	111
2.5.8.	Observando los meta-datos de la cámara	111
2.5.9.	Criterios para la selección del diafragma	112
2.5.10.	Criterios para la selección de la sensibilidad	112
2.5.11.	Criterios para la selección de la velocidad	113
2.5.12.	Datos finales	113
2.6.	LOS ARCHIVOS DIGITALES DE IMAGEN	
2.6.1.	La elección del tipo de archivo de imagen	114
2.6.2.	Control de calidad de las imágenes	114
2.7.	CONCLUSIONES CAPÍTULO 2	116

CAPÍTULO 3 DISPOSITIVO PARA LA REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE PELÍCULA

3.1. ANATOMIA Y FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO

3.1.1.	Componentes del dispositivo manual de reproducción	121
3.1.2.	El carro de desplazamiento	122
3.1.3.	El motor de desplazamiento	123
3.1.4.	El desplazamiento manual	124
3.1.5.	Dibujando a escala	125
3.1.6.	El sistema de desplazamiento	125
3.1.7.	El cilindro de giro y su anclaje	126
3.1.8.	El eje y el anclaje	127
3.1.9.	De la manivela de desplazamiento al volante	128
3.1.10.	La estructura de soporte y anclaje	132
3.1.11.	El portanegativos	133
3.1.12.	Tope y sistema de fijación del portanegativos al perfil de desplazamiento	135
3.1.13.	La linterna de retroiluminación	136
3.1.14.	Las fuentes de iluminación	137
3.1.15.	La caja de difusión de la linterna	138
3.1.16.	El sistema de anclaje de la cámara	140

3.2. EL OBJETIVO DE REPRODUCCION

3.2.1.	Los valores técnicos relevantes del objetivo Canon EF 100 f/2.8 USM macro	142
3.2.2.	Viñeteado de las imágenes	143
3.2.3.	Comportamiento de resolución FTM y criterios para la selección del diafragma	143

3.3. OTROS ASPECTOS TÉCNICOS DE LA CÁMARA

3.3.1.	Zona de utilización del sensor	145
3.3.2.	Observando los meta-datos de la cámara	145
3.3.3.	Criterios para la selección de la sensibilidad	146
3.3.4.	Criterios para la selección de la velocidad de disparo	146
3.3.5.	Selección de valores finales	147
3.3.6.	La elección del tipo de archivo de imagen	147
3.3.7.	Control de calidad de las imágenes	148

3.4. CONCLUSIONES CAPÍTULO 3 150

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES FINALES 154

CAPÍTULO 5 BIBLIOGRAFÍA 160

ANEXO ÍNDICE DE FIGURAS 171

Un modelo de trabajo
para la reproducción digital
de fotografías, documentos opacos
y negativos fotográficos
en condiciones precarias

INTRODUCCIÓN 0

PUNTO DE PARTIDA, HIPÓTEIS DE
TRABAJO, OBJETIVOS Y
METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 0

PUNTO DE PARTIDA, HIPÓTEIS DE TRABAJO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

- 0.1 PUNTO DE PARTIDA
- 0.2 LOS ESPACIOS QUE ALBERGAN LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA
- 0.3 CIRCUNSTANCIAS DE LA RDC REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO
- 0.4 UN CONTEXTO EXCEPCIONAL
- 0.5 DISEÑANDO ESTRATEGIAS PARA TRABAJAR EN CONDICIONES DE PRECARIEDAD
- 0.6 HIPÓTESIS DE TRABAJO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

0.1. PUNTO DE PARTIDA

0.1.1. Encargo de estudio de una colección fotográfica en el IMNC Instituto de Museos Nacionales del Congo: A finales del mes de mayo de 2010, la profesora Marisa Mancilla se dirigió a mí para saber si estaba interesado en ayudarlo a elaborar un informe de peritación sobre el estado de conservación de una colección fotográfica localizada en Kinshasa, la capital de la República Democrática del Congo.

Se daba la circunstancia, que el embajador de España en este país D. Félix Costales Artieda, había visto una colección de fotografías que despertaron su interés. Al parecer se trataba de un conjunto de copias fotográficas en papel, negativos, fichas etnográficas y otros materiales fotográficos, los que habían llamado su atención; y quería ampliar información, porque viendo el mal estado de la colección, deseaba ver qué tipo de acciones de conservación podrían hacerse sobre ella; y sobre todo, si merecía la pena tal actuación.

0.1.2. La colección fotográfica: El corpus fotográfico del que tratará esta tesis y sobre el que se ha actuado hasta el momento, está constituido por:

- Unas 13.500 fichas etnográficas, compuestas por unas cartulinas en la que están pegadas a modo de ilustración una fotografía en papel, y que servían para recoger y clasificar datos etnográficos
- Y unos 52.000 negativos de diversos formatos; todo ello de enorme interés antropológico y con frecuencia artístico.

Éste material supone la parte fotográfica de unas sesenta expediciones de documentación etnográfica, sobre algunas de las aproximadamente 450 etnias existentes en la República Democrática del Congo. Dichas expediciones, también llamadas *misiones* por los responsables, se desarrollaron en las décadas 70 y 80 del pasado siglo, por un conjunto de expertos de diferentes procedencias y especialidades.

En este momento todavía no disponemos de un registro preciso de los autores de las fotografías, y parecen mezclarse la obra de fotógrafos profesionales con la de los propios antropólogos. Precisamente por eso, entendemos que aquí hay un interesante campo para la investigación fotográfica.

0.1.3. **Copias fotográficas y fichas etnográficas:** La colección muestra los efectos del abandono prolongado, accidentes por humedades, trato físico inadecuado, procesado incorrecto de parte de las copias, empleo de cartulinas con ph ácido y adhesivos inadecuados y otra serie de causas que no son objeto de esta tesis.

Todas estas circunstancias y accidentes, hacen compleja la permanencia en el tiempo de la colección, pero a pesar de lo anteriormente dicho, un porcentaje alto del material se halla en relativo buen estado de conservación; aunque la deriva del país y los saqueos que afectaron en 1991 y 1993 a Kinshasa y en parte al museo, dejaron desprotegida a la colección¹.

0.1.4. **Negativos:** Dado el abandono del material fotográfico negativo y las malas condiciones físicas de los archivadores y las bolsas que lo contienen, (a pesar de que las condiciones de almacenamiento distan mucho de ser óptimas) el estado real físico-químico de la mayor parte de negativos es en general bueno.

A pesar de que la combinación humedad/altas temperaturas son el enemigo principal de la conservación de las películas fotográficas, su buen estado demuestra que los autores del revelado eran excelentes profesionales que conocían bien el oficio y las medidas a tomar para una buena conservación en el tiempo.

El tipo de películas empleadas es variado, pero dominan las marcas Kodak, Ilford y Agfa en varios formatos, si bien el dominante es el formato 35mm.

¹ Gran parte de la documentación al respecto está deslocalizada o se perdió definitivamente durante los distintos conflictos armados y explosivos que sufrió la RDC en fechas posteriores.

0.2. LOS ESPACIOS QUE ALBERGAN LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA.

0.2.1. **El laboratorio:** El Instituto Nacional de Museos del Congo (IMNC) está constituido por cuatro edificios con un total aproximado de 1800 m². El laboratorio situado en el edificio administrativo, ocupa un espacio físico de unos 60m².

Muy bien planteado en origen y dividido en tres habitaciones. Una de ellas destinada a almacén de materiales, otra a los trabajos en seco y por último, la habitación de la zona húmeda que es donde se revelaban negativos y copias. Dotado en origen con herramientas profesionales de muy buena calidad (similares a las empleadas en esa época en los laboratorios profesionales de países avanzados tecnológicamente), en la actualidad presenta una alta degradación, quedando sólo los restos de maquinaria y productos de laboratorio fungibles.

El conjunto de materiales encontrados, y la forma en que fueron usados, sugieren una buena formación profesional de los operarios congolese que trabajaron en él.

Actualmente el laboratorio, en desuso y abandonado, es un buen testimonio del excelente nivel, con el que en los días de apogeo, contó el departamento de fotografía.

0.2.2. **El estudio fotográfico:** Es un espacio adyacente al laboratorio con una superficie de unos 40 m², dividido en dos partes a través de una mampara de madera y vidrio, fuera ya del uso original, ha sido adecentado y dotado recientemente por la Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (AECID).

En una parte del estudio se instalaron los nuevos dispositivos de reproducción de opacos diseñados para este proyecto, y de los que hablaremos detalladamente en capítulo aparte. En la otra mitad del espacio, se dispusieron los ordenadores, que irían recibiendo los archivos procedentes de las cámaras de los dispositivos de reproducción de opacos y películas.

0.2.3. **La biblioteca:** Situada también en el edificio administrativo, está compuesta por dos cuerpos de aprox. 50 m² en total. La mitad del espacio destinado a la biblioteca hace de depósito y despacho del bibliotecario, y la otra parte es sala de lectura.

En el depósito se hallaba la mayor parte del material positivo y negativo, objeto de esta investigación, aunque también se encontró otra parte del material dispersado por los espacios anteriormente citados (estancias del laboratorio).

El depósito de la biblioteca, reúne las mínimas condiciones para albergar la colección, una vez se haya puesto en orden, y re-archivado adecuadamente el corpus fotográfico.

0.3. CIRCUNSTANCIAS DE LA REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO.

Para poder explicar la política de actuación sobre la colección fotográfica del museo IMNC, hay que tener en cuenta todo el entorno político y humano del país: La llamada segunda guerra del Congo o "guerra del coltán" que terminó oficialmente en 2003, en la que murieron aprox. 3'8 millones de personas, ha afectado profundamente a esta sociedad en todos los aspectos, hasta el punto que actualmente la RDC dispone de una renta per cápita de 221 dólares anuales y ocupa el último lugar (187), en el índice de desarrollo humano según el Informe sobre Desarrollo Humano 2011² del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Aunque la RDC formalmente es una democracia, la sensación de inestabilidad se hace patente con frecuencia, y las condiciones de trabajo y subsistencia a menudo son insostenibles para la mayoría de la población.

0.3.1. Circunstancias de la ciudad: Kinsahsa, capital de la República Democrática del Congo es una inmensa ciudad con más de diez millones de habitantes, caótica y con gran carencia de servicios. La electricidad y el agua aparecen y desaparecen de grifos y enchufes con frecuencia excesiva; este fue uno de los factores que influyeron en el diseño de equipos y políticas de actuación.

El ambiente humano es de tensión, apatía e improvisación permanente, el sistema educativo está en la práctica colapsado, y con mucha frecuencia los títulos de formación son pura fantasía en relación con el conocimiento que muestran los titulados.

0.3.2. Circunstancias del museo: Al comienzo de la dictadura de Mobutu Sese Seko (1965-1997) se empezó a dar un giro africanista al país que en 1971 pasó a llamarse Zaire. Es en esa época cuando se erige el El Instituto Nacional de Museos del Congo (IMNC) bajo la dirección de Joseph Cornet³.

El IMNC está constituido por cuatro edificios con un total aproximado de 1800 m². está situado en una zona de la capital denominada Mount Ngaliema, que es una colina ocupada por instalaciones militares y donde se halla incrustado dicho museo.

² Jeni Klugman y otros Ediciones Mundi-Prensa Madrid 2011

³ http://findarticles.com/p/articles/mi_mo438/is_2_37/ai_n7580157/?tag=content;col1 Consultado 10/04/2012

Construido en 1970, se encuentra actualmente en un estado precario, pese a los esfuerzos por sacar partida a sus fondos y conseguir colaboraciones económicas y profesionales con otros países e instituciones.

Una vía frecuente de formación y conexión con el exterior sucede a través del Museo Real para África Central de Tervuren en Bélgica. Entre las agencias colaboradoras se encuentra la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID). De hecho la presente tesis es producto de los estudios para una colaboración internacional entre España y la R.D. Del Congo, a través de la misma agencia (AECID)

0.3.3. Circunstancias del equipo humano del museo: En las conversaciones mantenidas con el personal del museo, durante la intensa convivencia de las jornadas del trabajo de digitalización, subyace la idea del excelente nivel que se alcanzó en el pasado, apreciándose con absoluta claridad el efecto devastador de las dos guerras sufridas, habiendo afectado no sólo al deterioro del espacio físico, sino directamente y en profundidad a su equipo humano.

La dureza de la vida en el Congo y particularmente en su capital, donde el tiempo de transporte de los empleados entre el domicilio y su puesto de trabajo en el IMNC, puede conllevar varias horas por trayecto, dificultando grandemente la actividad voluntariosa del equipo humano, que tienen que luchar cada día para conseguir la forma de subsistencia económica porque, aún siendo funcionarios y empleados públicos, no cobran con regularidad sus exiguos salarios, a veces durante más de seis meses, y todo esto en una ciudad más cara que la capital española.

En estas circunstancias, partiendo de una formación deficiente sin verdaderas posibilidades de actualización de sus conocimientos hacen lo que buenamente pueden, siendo su presencia en el museo irregular.

0.3.4. Circunstancias de los profesores y formación del personal colaborador del IMNC: Sabiendo que los profesores directores del proyecto solamente pueden actuar sobre el terreno en período de vacaciones, se hacía imprescindible tener en cuenta éste factor para el diseño de estrategias y materiales.

En cuanto al desarrollo de este proyecto debían tenerse en cuenta dos bloques de acciones: Una, directa sobre el terreno, formando al equipo humano autóctono en nociones básicas de fotografía digital, manejo de los dispositivos de reproducción y uso de un programa de catalogación de las fotografías digitales resultantes del proceso de reproducción.

Igualmente mostrándoles el sistema de introducción de los meta-datos de las fichas antropológicas en sus correspondientes archivos digitales, y por último supervisando y ejecutando el trabajo in situ, con los colaboradores que el IMNC había asignado al proyecto.

Otra acción indirecta o virtual mediante formación a distancia, controles y consultas a través de Internet, apoyados sobre el terreno a través de un equipo de trabajo híbrido (IMNC/AECID), que verifican los avances o dificultades que puedan producirse y hacen de enlace en la resolución de variedad de asuntos burocráticos.

En lo referido al personal del IMNC asignado al proyecto, constituido por seis funcionarios, alguno de ellos antropólogo de formación y, que habían participado en las misiones antropológicas; se les formó en el conjunto del proyecto para que comprendieran su estructura, manejo de los dispositivos de reproducción y uso del programa de gestión y catalogación de las fotografías digitales. La formación sobre algunos aspectos más especializados se realizó en grupos de 2 ó 3 colaboradores para que el grupo pudiera seguir funcionando en caso falta de algún miembro.

0.4. UN CONTEXTO EXCEPCIONAL

0.4.1. **Material objeto del informe:** En medio de un entorno tan peculiar como el descrito anteriormente surgen preguntas sobre:

1. La adecuación de medios técnicos
2. Si los medios existentes en el mercado son viables en este contexto por caros, complicados o lentos.
3. Cómo ajustar la formación del personal funcionario colaborador del IMNC con los dispositivos a utilizar.
4. Cómo reducir al máximo el tiempo de formación y desarrollo del proyecto, sin renuncia a la calidad final del producto.
5. Cómo crear un archivo digital que pueda ser empleado con facilidad sin renunciar a estándares internacionales.

En definitiva, cómo realizar un producto de alta calidad en un entorno de precariedad.

Cumplir con todas estas metas era algo que considerábamos ideal, pero imposible de realizar según se recogía en el informe realizado para la Embajada Española, durante nuestra primera visita al IMNC⁴.

Durante el tiempo transcurrido desde el primer informe realizado para la Embajada Española, hasta recibir en diciembre de 2010 la noticia de una eventual propuesta de actuación, no se paró de pensar en el apasionante reto técnico que supondría digitalizar la colección de fichas antropológicas, en un contexto de tanta precariedad y para el que solo teníamos soluciones técnicas fragmentarias.

En el arriba citado informe, escrito al final de una exigente semana de trabajo en el IMNC, se proponía una tanda de recomendaciones en un momento en el que todavía desconocíamos la realidad del país, si bien ya intuíamos que no iban a ser fáciles.

⁴ Del Amo Hernández, Vicente y Marisa Mancilla Abril, "Informe de valoración de la colección de la colección fotográfica de L'Institute des Musées Nationaux du R.D.Congo I.M.N.C." Kinshasa 2010. En posesión de la AECID, IMNC y Embajada de España en Kinshasa. Sin publicar.

0.4.2. Propuestas preliminares para la actuación sobre la colección del IMNC: Insertamos aquí un trozo aclaratorio de la visión que teníamos sobre la colección fotográfica del IMNC y que marcó el método y el enfoque en la actuación realizada hasta el momento sobre los materiales de la colección fotográfica del IMNC. En este fragmento perteneciente al informe anteriormente citado están contenidas las expectativas que se propusieron para iniciar este proyecto:

LA COLECCIÓN DE PELÍCULAS

- En primer lugar nos centraremos en la salvaguarda física, trasladando los negativos de sus actuales hojas de archivado a otras libres de ácidos y a su vez en contenedores especiales de conservación. Esta operación no es cara y debería hacerse en paralelo a la digitalización del material. Algunas películas, muy pocas, deben ser estabilizadas antes de proceder a cualquier acción sobre ellas.

- Digitalización de los negativos: los escáneres disponibles en el museo no tienen posibilidad de digitalizar negativos (si positivos, aunque no en óptima calidad). En este punto, la primera acción sería decidir el tipo de digitalización y calidad de archivo que se pretende conseguir. Esto es determinante para establecer el procedimiento a emplear. El proceso de digitalización es largo y éste puede ser un importante cuello de botella. La productividad de escaneado, con la máxima calidad, debe rondar las 200 a 300 negativos por día y al parecer hay unos 40.000 negativos, es decir: de 150 a 200 jornadas de trabajo. Estudiando estas cifras y debido al coste que supondrían, pensamos que existiría otra posibilidad: la digitalización por re-fotografiado. Merece la pena estudiarla, pues podría ser la solución, al poder resolver el trabajo en tres o cuatro meses. Este proceso puede hacerse en paralelo a la formación de personal congolés, de manera que nosotros iniciaríamos el trabajo que sería continuado por el personal local y monitorizado desde España. Habría que hacer unas pruebas técnicas previas

RESUMEN ACTUACIONES PROPUESTAS SOBRE LOS NEGATIVOS

1. Estabilización y consolidación del material
2. Digitalización
3. Archivado y reubicación en contenedores adecuados
4. Catalogación

LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA EN PAPEL -material fotográfico positivo-

- Estado general: la colección muestra los efectos del abandono prolongado, accidentes por humedades, trato físico inadecuado, procesado de las copias incorrecto, empleo de cartulinas con ph ácido y adhesivos inadecuados (*Ponal*, etc.) y otra serie de causas que expondremos aparte. Todas estas circunstancias y accidentes hacen compleja la permanencia en el tiempo de la colección. A pesar de lo anteriormente dicho, un porcentaje alto del material se halla en relativo buen estado de conservación.

RESUMEN ACTUACIONES PROPUESTAS SOBRE LOS POSITIVOS

5. Digitalización de las fichas con fotos de papel
6. Obviando aspectos de purismo académico que aconsejaría el uso del escáner de alta resolución (Ésta opción requeriría un año de trabajos) la solución más práctica y económica sería el re-fotografiado, ya que con dos equipos fotográficos y el apoyo del personal necesario se puede resolver en menos de un mes la digitalización completa de las 12.000 fotografías de la colección.
7. Esta sería la mínima base técnica necesaria para el estudio y difusión del fondo fotográfico.

SISTEMATIZACIÓN Y BASE DE DATOS

- Tanto copias como negativos de papel ya tienen un sistema de numeración coherente, de manera que sería relativamente fácil volver a reconstruir el sistema original y generar en paralelo una nueva base de datos coherente. En este punto parece necesario el apoyo de un equipo/os habituales en los que se contará con el apoyo de un archivero que oriente el
- trabajo de catalogación. Las fichas digitalizadas serían realmente útiles cuando formen parte de una base de datos con estándares internacionales que permita el intercambio con investigadores e instituciones de todo el mundo.
- Experimentalmente hemos reproducido un tomo (que el personal del museo nos sugirió por variado) para iniciar el estudio de un posible diseño para la futura base de datos.
- Estas reproducción servirá de maqueta para que el equipo del museo pueda comenzar a diseñar y extraer los conceptos y datos concretos que deberían ir a la base final, de manera que podamos hacer un modelo de prueba, y cotejarlo con los de otras instituciones y consultar con expertos en informática y antropología.

RESUMEN DE LA ACTUACIÓN Y SUGERENCIAS FUTURAS
Actuación realizada (24/07/2010 al 03/08/2010)

Revisión y valoración del estado general de conservación de la colección del Museo Emisión de informe.

Sugerencias

- (Próxima actuación recomendada) Digitalización del material positivo y catalogación de los archivos digitales.
- (Siguiete actuación recomendada) Digitalización del material negativo y catalogación de los archivos digitales.
- En paralelo estabilización del material negativo problemático, reubicación de los negativos en contenedores adecuados y catalogación del material.
- Creación de base de consulta fotográfica y actualización de la web del museo (para optimizar la visibilidad del museo
- Exposición de las imágenes mas relevantes Catálogo de la colección Otras a determinar.

Fin del extracto.

0.5. DISEÑANDO ESTRATEGIAS PARA TRABAJAR EN CONDICIONES DE PRECARIEDAD

0.5.1. **Fases de estudio:** La primera actuación para enfrentarse al reto que nos propusimos, consistió en estudiar cada uno de los pasos que se darían en un proyecto de digitalización similar, en un entorno de país rico y con personal de apoyo bien formado; también comprender el flujo de trabajo, estudiar sus herramientas físicas y digitales, y confrontarlas a las circunstancias del nuevo entorno donde se pretende actuar; para aceptarlas, rechazarlas, modificarlas o buscar una alternativa adecuada.

Este proceso se aplicó a todo el conjunto, incluídos la disponibilidad de electricidad con regularidad, los métodos de digitalización de negativos, y los métodos de digitalización de opacos, la selección de tipos de archivos digitales, la selección de programas adecuados para el manejo de los datos etc., etc. hasta cerrar el proceso por completo.

0.5.2. **Venciendo la inercia:** Los primeros acercamientos al modelo estandar de digitalización, para calcular un tiempo aproximado de trabajo en España, arrojaban unos datos de aproximadamente 2 años de duración, siempre y cuando el escáner fuera la herramienta principal, y se mantuviera un ritmo constante de trabajo en condiciones normales.

Pero sabíamos que dadas las circunstancias imperantes en la R.D.Congo y en el IMNC, los cálculos hechos sobre el tiempo de ejecución en España, eran inaplicables en Kinshasa por la cantidad de variables debidas al factor precariedad, haciendo inútil cualquier intento de dar una fecha de terminación al proyecto de digitalización. Eso chocaba frontalmente con el proyecto de financiación por parte de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (A.E.C.I.D), cuya duración máxima sería de dos años.

0.5.3. **El factor precariedad:** Pronto nos dimos cuenta que la precariedad en numerosos órdenes de la vida de un país pobre, altera de tal manera los procesos considerados normales en países ricos, que con frecuencia los hace inviables, o deben ser revisados en profundidad y adaptados a las circunstancias de las sociedades donde deban ser aplicados.

Por nuestra parte pensamos en estudiar de nuevo todo el enfoque de trabajo usual pero desde una nueva perspectiva que incluyera la precariedad como un factor amenazante y también como una oportunidad de innovación, puesto que decidimos adaptarnos al terreno de trabajo.

Por tanto, nos dispusimos a explorar vías, herramientas y programas informáticos que mantuvieran una alta calidad de digitalización, corto tiempo de realización, económicas en medios, con posibilidad de construirse en el país, sencillas de usar por el personal del museo, y cuando fuera posible, de uso gratuito.

0.6. HIPÓTESIS DE TRABAJO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

0.6.1. **Fases de estudio:** Los instrumentos y métodos desarrollados para la conversión analógico-digital de copias fotográficas (opacos) y negativos (películas) han sido desarrollados para las necesidades exquisitas propias de países desarrollados; pero intentaremos demostrar que con las cámaras digitales de calidad profesional junto con ópticas Macro, más el desarrollo de un prototipo para la reproducción de opacos y otro para la reproducción de negativos, de construcción realizable por artesanos de países de baja tecnología; se puede digitalizar fondos fotográficos con una productividad muy superior a los sistemas clásicos y una calidad muy cercana a los escáneres habituales.

No se trata solamente de la construcción de los prototipos, sino también de generar un protocolo de trabajo que permita gestionar con sencillez y precisión todo el proceso de la generación de los archivos digitales.

0.6.2. **Objetivos generales:**

1. Desarrollar un método de producción integral de reproducción digital para poner al alcance de instituciones relacionadas con el patrimonio cultural, la posibilidad de digitalizar su fondo fotográfico con medios sencillos pero de muy buena calidad y rápidos, a través de personal sin una formación de especialistas en digitalización.
2. Generar colecciones digitales para facilitar el trabajo de investigación y divulgación de las mismas, dado que los archivos de gran calidad, contienen todos los datos que poseen las fichas y los negativos, permiten búsquedas rápidas, y preservando los originales del estrés que supone la manipulación que hemos observado cuando son consultados por investigadores poco avisados en el manejo cuidadoso de fotografías.

0.6.3. **Objetivos específicos:**

1. Preservar la integridad física del material fotográfico opaco a digitalizar, desarrollando un instrumento que permita la digitalización segura y de calidad de positivos (copias sobre papel fotográfico), retirando así los originales del acceso al público investigador, para evitar el deterioro por manipulación física inadecuada. La construcción de dicho instrumento será sencilla y fácil de realizar por artesanos del país donde se trabaje.

2. Desarrollar un instrumento para la digitalización segura de negativos, preservar la integridad física de los negativos a digitalizar, desarrollando un instrumento que permita la digitalización segura y de calidad de negativos, y retirando del acceso al público investigador de los originales. La construcción de dicho instrumento será sencilla y fácil de construir por artesanos del país donde se trabaje.
3. Ofrecer una productividad altamente rentable cuyo resultado digital final cumpla con los estándares internacionales de calidad.
4. Facilitar la formación específica del personal de la institución

0.6.4. **Metodología:** Una vez revisadas diversas fuentes y la literatura relevante sobre: fotografía digital, cámaras digitales, objetivos fotográficos, escáneres, sistemas de iluminación, reproducción de opacos y negativos, características de las películas fotográficas, sistemas de revelado de negativos y positivos, sistemas y procedimientos de revelado digital, así como sistemas de almacenamiento de imágenes, se procederá al:

Análisis y viabilidad de sistemas de reproducción

1. Estudio detallado de los sistemas de reproducción digital de opacos, así como estudio detallado de cada uno de los componentes que participan en la reproducción digital de un opaco
2. Estudio detallado de los sistemas de reproducción digital de negativo y de cada uno de los componentes que participan en la reproducción digital de un negativo

Análisis del método de digitalización y estudios de productividad real

1. Se procederá al estudio detallado del método, la calidad y la productividad de la digitalización a través de escáner de opacos y de escáner de negativos.
2. Se procederá al estudio detallado de la calidad y la productividad de la digitalización de opacos y negativos a través de la cámara fotográfica digital
3. Una vez estudiados ambos métodos se procederá a realizar un análisis comparativo (escáner versus cámara digital) en la reproducción de opacos mostrando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

4. se hará un estudio de productividad comparativo entre ambos métodos (escáner versus cámara digital) en la reproducción de negativos mostrando las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos

Diseño de prototipos

1. Se diseñará y describirá un prototipo para la reproducción rápida de opacos
2. Se diseñará y describirá un prototipo para la reproducción rápida de negativos
3. Se describirán los elementos que afectan al proceso de digitalización de negativos y opacos

Redacción de Conclusiones Finales.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS,
INSTRUMENTOS Y MÉTODOS

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS

- 1.1. CALIDAD DE IMAGEN DIGITAL
- 1.2. LA REPRODUCCIÓN DEL COLOR
- 1.3. EL PROYECTO DE DIGITALIZACIÓN COMO MATRIZ DIGITAL DE LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA DEL IMNC
- 1.4. INSTRUMENTOS
- 1.5. BUSCANDO LA HERRAMIENTA ADECUADA. ¿CÁMARA VERSUS ESCÁNER?
- 1.6. CONCLUSIONES CAPÍTULO 1

1.1. CALIDAD DE IMAGEN DIGITAL: Algunos conceptos básicos sobre imagen digital relevantes para la comprensión de ésta tesis.

El propósito básico de una fotografía (digital o fotoquímica) es la obtención de una imagen, cuyos requerimientos de calidad irán determinados por el uso que se hará de ella. De manera general, por calidad de la imagen digital se entiende la capacidad que posee un medio de creación de imágenes mecánico-óptico-electrónico para representar, lo más fidedignamente posible, una escena analógica.

Para determinar el grado de calidad de la imagen producida por este medio, es importante observar parámetros relacionados con la reproducción de los tonos de la imagen, la definición de esta, la cantidad de ruido en la imagen, las distorsiones ópticas y la reproducción del color. Técnicamente debemos atender a conceptos como:

1.1.1. **Gama tonal o rango dinámico:** es la capacidad que tiene un sistema fotosensible, bien sea ojo humano, película fotográfica o sensor digital para captar la parte más clara y mas oscura de una escena. Cada vez que la intensidad de luz se duplica respecto a una base dada decimos que hay un paso +E.V¹ y, si es la mitad, decimos que hay un paso -E.V.

La luminosidad del mundo real que puede iluminar una escena va de -6 EV que equivaldría a la luz que emite un cielo estrellado sin influencia de la contaminación lumínica de las ciudades, a la que refleja la nieve a plena luz del día +17. En total tenemos un espacio tonal de 23 E.V

En el caso del ojo humano la capacidad de tolerancia se acerca a los 20 E.V

1.1.2. **Gama tonal o rango dinámico de las películas fotográficas:** este tema siempre ha sido un campo de discusión entre los fotógrafos mas puristas que, en condiciones óptimas de trabajo, y extremo cuidado en la elección del tipo de película y toda una serie de tratamientos refinados, afirman obtener hasta 12 pasos E.V., y los fotógrafos que trabajan en condiciones medias reales.

Sin entrar a discutir este extremo, lo relevante en la práctica profesional con cámaras de 35mm ó 120, empleadas en condiciones de fotografía de campaña, cargadas con las películas fabricadas en los años 70 y 80 -que son las encontradas en la colección fotográfica del IMNC- y reveladas en condiciones estándar, proporcionan negativos de blanco y negro (b/n) que se mueven en un rango máximo de 10 pasos E.V.

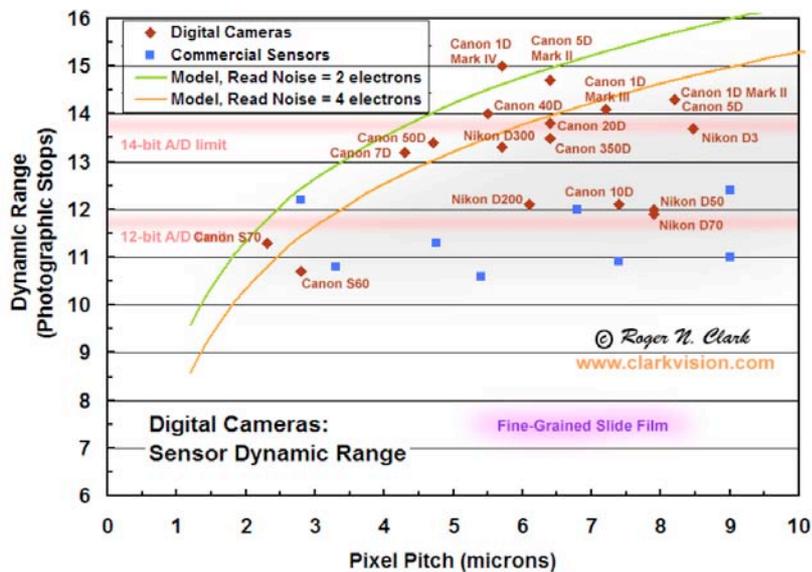
¹ E.V. Significa Exposure Value o Valor de exposición o lo que es equivalente en término de exposición a un paso completo de diafragma o de velocidad de obturación. Bernal Rosso Francisco. Técnicas de iluminación en fotografía y cinematografía Barcelona: Omega 2003 Pág. 12

En los casos mas favorables. Igualmente los negativos color revelados industrialmente tienen un rango máximo aprox. de 7 E.V, mientras que las diapositivas de la época procesadas industrialmente, tendrán entre 4 y 5 E.V. como máximo.

1.1.3. **Gama tonal o rango dinámico de los sensores de las cámaras.** Los sensores de las cámaras fotográficas digitales, con el paso del tiempo, han ido ganando tanto en capacidad de generar archivos digitales cada vez mayores, y ampliando su rango dinámico, como puede verse en el gráfico elaborado por Roger N. Clark en su artículo Digital Camera Sensor Performance Summary² y mostrado abajo, donde se observa que hay un grupo de cámaras cuyos rangos dinámicos pueden llegar hasta 14 y 15 E.V.

En general, los sensores CCDs de tamaño completo 24 x 36 mm tienen una capacidad de más pasos E.V que las películas empleadas en condiciones similares a las encontradas en el IMNC, de Kinshasa (RD. Congo) y ofrece una mayor amplitud tonal que un negativo normal, siempre y cuando, tanto en la toma como en el tratamiento posterior de la imagen, se trabaje en archivo Raw, de 16 bits o superior.

Figura 1. Gráfico donde se muestran las dos marcas comerciales de cámaras profesionales mas avanzadas en la gama de 35 mm. Con diferentes modelos y sus correspondientes rangos dinámicos



² Consultado en febrero 2011 y disponible en abril 2012 en <http://www.clarkvision.com/imagetdetail/digital.sensor.performance.summary/>

1.1.4. **Sensibilidad fotográfica química:** Sensibilidad fotográfica es la capacidad de un sistema sensible ante un estímulo de luz para obtener una respuesta predeterminada en forma de un mayor o menor ennegrecimiento fotográfico. En fotografía fotoquímica la entrada es la exposición y la salida es la densidad obtenida en la película. La sensibilidad fotográfica por tanto puede definirse como la inversa de la exposición necesaria para obtener una densidad predeterminada.³

1.1.5. **Sensibilidad fotográfica digital** Es similar a la sensibilidad fotográfica química, donde el estímulo es la luz, con la diferencia de que la respuesta es eléctrica y no fotoquímica, que termina generando una imagen y, curiosamente, mantiene en el momento actual del desarrollo técnico un gran paralelismo en los resultados visuales de los sistemas químicos y digitales.⁴

1.1.6. **I.S.O.** El sistema ISO es la combinación de las normas ASA (sistema de normas industriales estadounidenses) y DIN (sistema de normas industriales alemanas), que se expresa manteniendo en primer lugar los valores de sensibilidad ASA y tras la barra los valores de sensibilidad DIN (así, por ejemplo, una película tendrá una sensibilidad ISO 100/21).⁵

1.1.7. **Definición de imagen.** Entendemos por definición a la capacidad para resolver el máximo detalle de representación en un sistema de generación de imágenes (entiéndase cámara fotográfica) como conjunto (óptica + sensor) o por separado. Estos dos componentes son los principales elementos responsables de la definición, pero hay un buen número de pequeños factores que pueden afectar también la calidad final de una imagen digital.

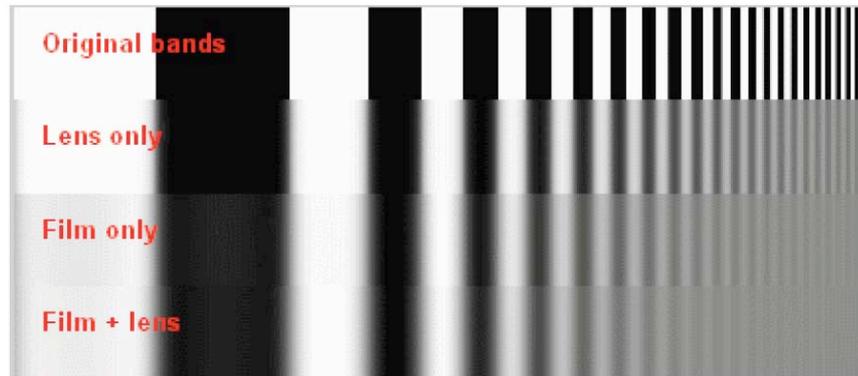
Otro factor importantísimo que afecta a la resolución de un sistema, es el contraste del motivo a fotografiar, es decir: a mayor contraste, mayor resolución.

³ Jacobson Ralph, Sidney Ray, Norman Axford. Manual de fotografía novena edición Barcelona.: Omega , 2002 pag 316

⁴ Ibid. Pag 318-319

⁵ Ibid. Pag 316

Figura 2. Contraste y resolución de los diferentes eslabones de la cadena de imagen



La siguiente figura muestra con claridad como se va perdiendo calidad a medida que se suman nuevos elementos

1.1.8. Sistema de representación del rendimiento óptico de un objetivo En las tres últimas décadas, la curva MFT óptica es el documento de consulta estándar de los fotógrafos técnicos cuando desean saber el rendimiento resolutivo y de contraste, entre otras variables, de sus ópticas. Se trata de modelos gráficos que representan con curvas, tablas e histogramas, las características técnicas de un objetivo, según apertura de diafragma en puntos concretos de la imagen⁶.

⁶ How to Read MTF Curves H.H. Nasse Carl Zeiss Camera Lens Division Oberkochen Alemania 2008

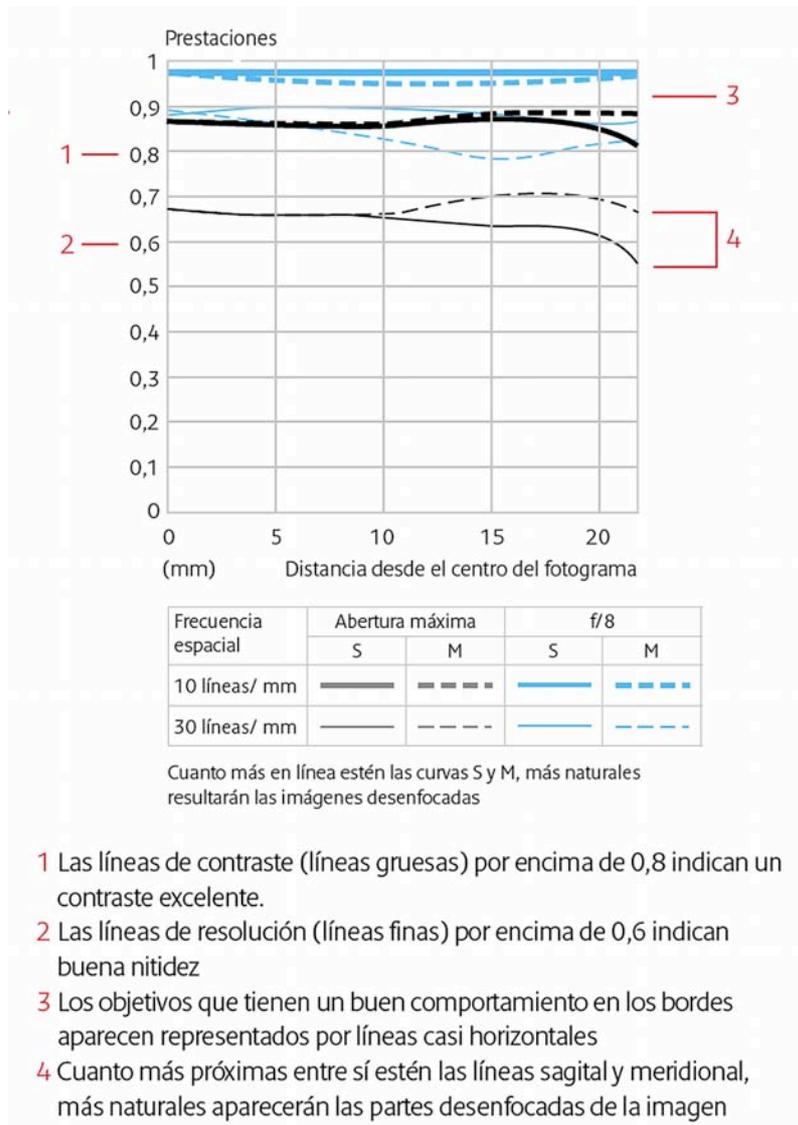


Figura 3. Curvas de transferencia de modulación de un objetivo

La resolución se mide en pares de líneas por milímetro y el contraste en tantos por ciento. En la ilustración de abajo se muestra la gráfica de una óptica con en esquema explicativo de curvas hipotéticas⁷

Para desarrollar el trabajo objeto de esta tesis se consultaron las curvas de las ópticas disponibles (dos objetivos macro de Canon de 50mm y 100 mm de distancia focal), para conocer la calidad de las ópticas y poder saber por adelantado los diafragmas en los que encontraríamos el máximo rendimiento óptico.

⁷ EF Lens Work III pag. 209 September 2006 Eighth edition Tokyo Japan

Figura 4. Curvas oficiales de transferencia de modulación de la marca Canon, de lobjetivo Canon EF 50mm Macro

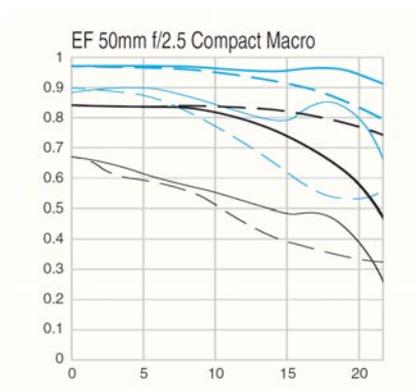
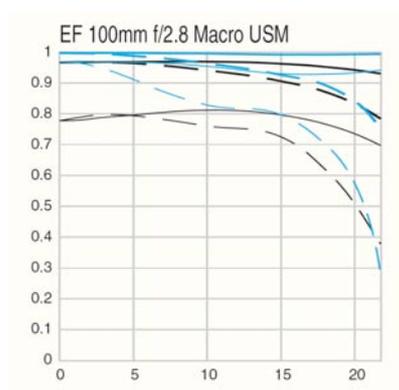


Figura 5. bis. Curvas oficiales de transferencia de modulación de la marca Canon, de lobjetivo EF 100mm Macro



De la interpretación de las curvas de se dedujo que el rendimiento iba a ser correcto en el caso de la óptica de 50mm y excelente en el caso de la óptica de 100mm; y solamente habría que tener en cuenta los extremos de las esquinas del encuadre. No obstante se volverá a tratar el tema con más detalle en el capítulo dedicado a la reproducción de negativos.

1.1.9. Otro sistema de representación del rendimiento óptico de los objetivos

Encontramos que las curvas FMT pueden ser incómodas de interpretación y por ello recurrimos al sistema empleado por la empresa IMATEST⁸, que siendo igualmente riguroso, es de interpretación mas comprensible para las personas menos especializadas en óptica. Por esto, y en adelante cuando hagamos referencia a las características o análisis de un objetivo, emplearemos las referencias de IMATEST publicadas en la página Web photozone.de⁹.

⁸ <http://www.imatest.com> Consultado en 2010 y 2011 y disponible en abril 2012

⁹ <http://www.photozone.de/Reviews> Consultado en 2010 y 2011 y disponible en abril 2012

Distortion with decentering: 3rd order 23-Feb-2010 22:38:25
100mm.jpg

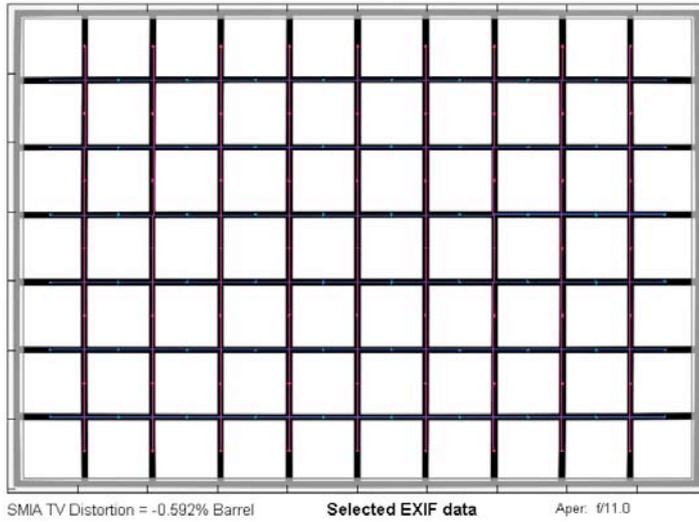


Figura 6. Gráfica de distorsión de un objetivo

Vignetting	F/2.8	F/4	F/5.6	F/8
100mm	1,24	0,55	0,21	0,08

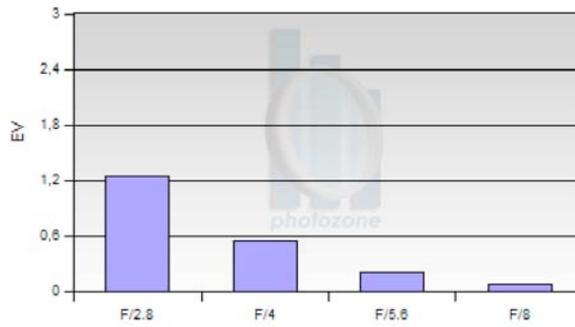


Figura 7. Gráfico de viñeteado del mismo objetivo

Canon EF 100mm f/2.8 USM L macro

100mm	F/2.8	F/4	F/5.6	F/8	F/11	F/16	F/22
Center	3270,5	3395	3373	3229	2937	2643	2347
Border	2885	2970	3041	3016	2861	2598	2299
Extreme	2767	2853	2889	2937	2800	2580	2295

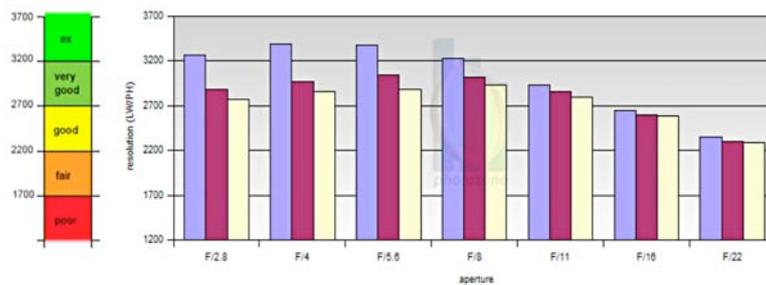


Figura 8. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición del mismo objetivo

1.1.10. **Ruido Digital** Ruido digital es un fenómeno producido por el sensor de la cámara debido a información eléctrica parásita y se expresa en forma de variación aleatoria del brillo (luminancia) y color (crominancia) en algunos píxeles de la imagen. Su aspecto es similar al de la acumulación visual de los granos de haluros de plata en las películas fotosensibles.

El origen del ruido es variado, pero está relacionado directamente con el tipo, calidad y arquitectura del sensor, el calor producido por él mismo, las sensibilidades ISO altas, y se hace mas patente en las sombras. Técnicamente se considera un defecto a combatir.¹⁰

¹⁰ Jacobson Ralph, Sidney Ray, Norman Axford Op. Cit pags. 427-436



Figura 9. Detalle de una fotografia sin ruido



Figura 10. Detalle de la misma con ruido

1.1.11. **Interpolación de imágenes:** Interpolar una imagen consiste en ampliar su tamaño por medio de un algoritmo, pero dada la pérdida de calidad que en ocasiones puede darse, en el presente trabajo no se considera oportuno el procedimiento, por lo que mantenemos los archivos en el tamaño de salida de la cámara.¹¹ Solamente, cuando se trate de generar archivos destinados a facilitar la distribución por Internet, se procederá a una reducción de tamaño y compresión del archivo.

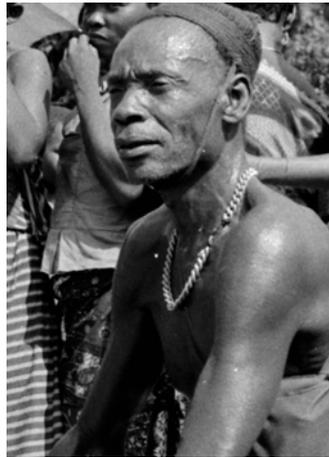


Figura 11
Fotografía original Tiff



Figura 12
Fotografía fuertemente
interpolada

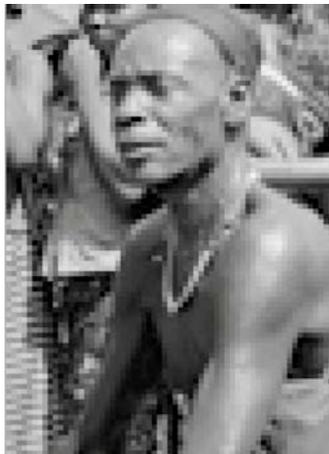


Figura 13
Fotografía pixelada

11 Galer Mark, Horvat Les. La imagen digital Madrid: Anaya 2006 pag 48

1.2. LA REPRODUCCIÓN DEL COLOR.

En cualquier sistema de reproducción fotográfico que deba afrontar la cuestión del color, deben analizarse los factores relativos al color dependientes de la cámara, de los sistemas de iluminación y de la luz ambiental, así como los sistemas de control de color que garanticen una buena reproducción.

1.2.1. **La óptica:** Los objetivos dedicados a la reproducción deben estar corregidos apocromáticamente, es decir que todos los rayos del espectro de luz convergen en el mismo punto. La mayoría de los objetivos de uso profesional tienen bien resuelto este problema, siendo los exteriores del círculo de imagen, es decir las esquinas, donde pueden observarse pequeñas aberraciones cromáticas que normalmente se corrigen con el programa de tratamiento de imagen

1.2.2. **El sensor:** Es la pieza fundamental en la calidad de la reproducción del color, ya que en el estado actual de desarrollo técnico, tamaño y arquitectura son sinónimos de calidad final.

La importancia del tamaño del sensor viene dada por la cantidad de fotodiodos contenidos en su superficie, hecho que influirá en el tamaño de imagen, pero en lo referido a la calidad el diámetro de los fotodiodos es, momentáneamente, el factor clave.¹²

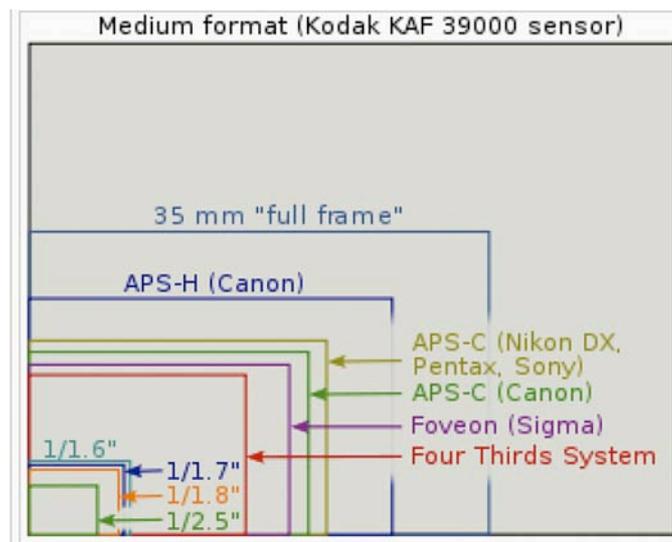


Figura 14 Gráfico comparativo de los distintos tamaños de los sensores comerciales¹³

¹² Op. Cit. Págs., 57-67

¹³ Consultado en 2010 y 2011 y disponible en abril 2012

1.2.3. **Espacio de trabajo:** Los espacios de trabajo de color son sistemas matemáticos de representación del color, siendo los mas *usados* en fotografía RGB que incluye sRGB, Adobe RGB y ProPhoto RGB, y CMYK.

Cada uno de estos espacios tiene sus propios usos y características. En cuanto a su mayor capacidad de representación de color este sería su orden: ProPhoto RGB, Adobe RGB, y sRGB; ignorando CMYK por ser un espacio propio de la imprenta y en el que las cámaras fotográficas no trabajan.¹⁴

En el caso de esta tesis, cuya materia de referencia es la colección fotográfica del IMNC, cuyo material es casi exclusivamente b/n, siempre partimos del espacio RGB y 16 bits por canal de color, que es el de máxima calidad disponible en las cámaras *Canon Eos 5 Mark II* y *Canon Eos Ds Mark III*, y suficiente para el trabajo que nos proponemos.

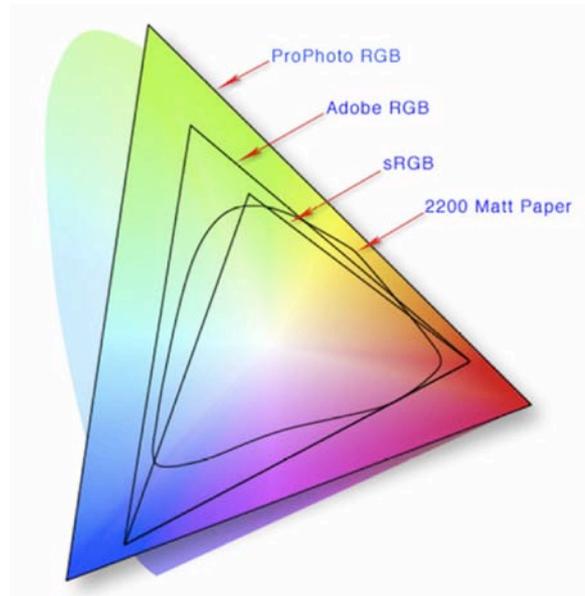


Figura 15 Representación gráfica de cuatro espacios de color¹⁵

1.2.4. **La profundidad de color.** Es un concepto de computación gráfica que nos indica la cantidad de bits necesarios para representar un color. Por tanto a mayor cantidad de bits, mayor calidad de imagen para un mismo sistema; no obstante una profundidad de color de 24 bits visualmente no se diferencia de otra de 48 bits. En el presente trabajo se trabajará en 8 bits por canal de color r.g.b es decir 24 bits cuando las imágenes resultantes no sean sujeto de tratamiento fotográfico, y 16 bits por canal de color r.g.b es decir 48 bits para aquellas imágenes que deban ser tratadas, con la finalidad de reducir pérdidas de información en un tratamiento eventual

¹⁴ Padova Ted, Mason Don: Corrección del color Madrid: Anaya 2006 pags.38-39

¹⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Color_space Consultado en 2011 y disponible en abril 2012

1.2.5. **Luz, color y temperatura de color:** La luz es un pequeño tramo del espectro electromagnético visible por el ojo humano, situado aproximadamente entre los 380nm a los 780 nm, aunque se suele emplear el rango 400nm a 700nm porque es el tramo de percepción de la mayoría de las personas, estando todos los colores representados en ese tramo.¹⁶

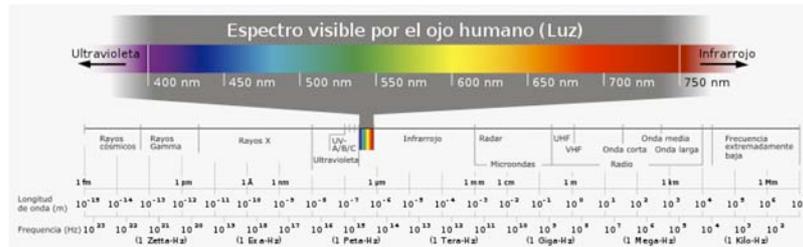


Figura 16 Representación del espectro de luz dentro del espectro electromagnético¹⁷

1.2.6. **Un cuerpo negro:** es un radiador teóricamente perfecto que absorbe toda la radiación que incide sobre él y que, cuando se calienta a partir de una temperatura, se convierte en un emisor perfecto de calor y luz.

Este concepto, abstracto para las personas no versadas en física, resulta sencillo de comprender a través de un símil como, cuando observamos el proceso de calentamiento de un hierro en la fragua. Inicialmente el hierro (cuerpo negro imperfecto) sometido al calor, recibe radiaciones térmicas hasta que comienza a emitir luz que va paulatinamente del infrarrojo al rojo y posteriormente al naranja a medida que recibe más calor.

1.2.6.1. **La temperatura de color:** es un concepto que se emplea para referirse al color de la luz emitida por un luminante (emisor de luz) similar al emitido por un cuerpo negro a una temperatura determinada expresada en kelvin.

Para comprenderlo mejor, un cuerpo negro emitiendo luz a 5000 grados Kelvin tiene el mismo color que una lámpara fluorescente u otra led, sin que estas tengan que tener esa misma temperatura de calor.¹⁸

¹⁶ Fraser Bruce, Murphy Chris, Bunting Fred. Uso y Administración del color Madrid: Anaya 2003 Pag.36

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico

¹⁸ 1 Op. Cit.pags. 39-40

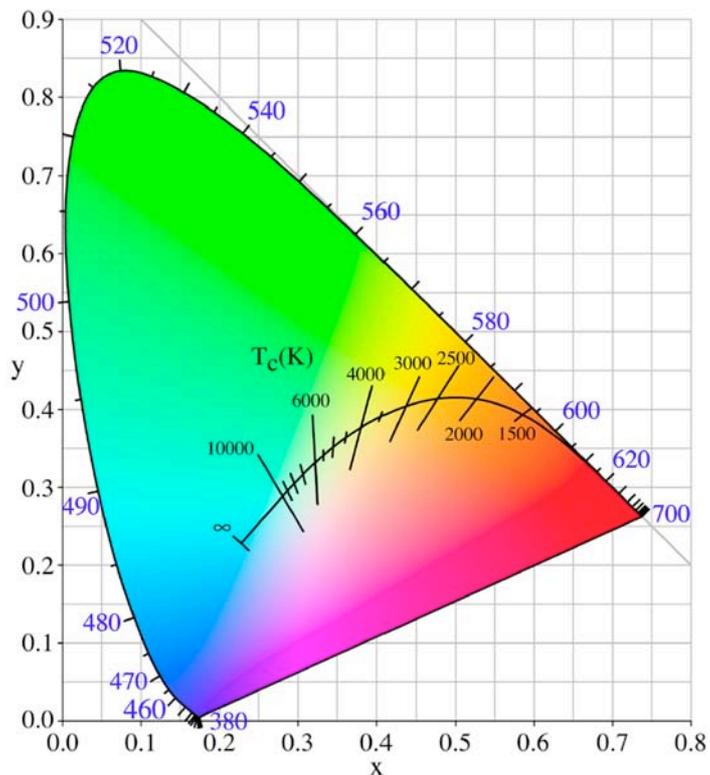


Figura 17. Diagrama de representación bidimensional de la luz, en el que aparece representado el color que emite el cuerpo negro a distintas temperaturas K (kelvin)¹⁹

1.27. Fuentes de iluminación: Las características de las fuentes de iluminación han sido materia de extraordinaria atención en la fotografía de color clásica, es decir con película. El hecho de que las emulsiones estuvieran diseñadas para unas temperaturas de color fijas (5500K y 3200K) limitaban el fuertemente el uso de determinadas lámparas.

En concreto en la reproducción de color solo se admitían las lámparas incandescentes de 3200K junto con película balanceada para esa temperatura de color y el flash convenientemente filtrado para acomodarlo desde los 6000K a los 5500K de la película luz día. Rara vez se emplea la luz día en la reproducción fotoquímica porque, a pesar de su calidad, oscila con frecuencia a lo largo del día dependiendo del ángulo de incidencia del sol respecto a la tierra, influencia de las nubes, reflejos de edificios, y muchos otros factores.

¹⁹http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature Consultado en 2011 y disponible en abril 2012

Desde la aparición de la fotografía digital y debido al funcionamiento de los sensores, y los programas de las cámaras, el rango de fuentes de luz se ha ampliado a la mayoría de las existentes, puesto que la aplicación de "balance de blancos" y la toma fotográfica en archivo raw permiten la ubicación correcta del color.

Como consecuencia de esta novedad técnica -que hace innecesarios los juegos de filtro de corrección de color y los termocolorímetros para conocer por anticipado la temperatura de color de la luz incidente sobre el objeto a fotografiar-, fuentes de iluminación, como los tubos fluorescentes, leds o lámparas HMI, se han vuelto de uso general por el ahorro eléctrico y por la baja producción de calor que, en el caso de la reproducción de documentos opacos y películas es fundamental.

1.2.8. Índice de reproducción cromático IRC o CA²⁰: Consiste en una convención creada por el organismo internacional C.I.E que sirve de ayuda para indicar el aspecto de los colores bajo distintas fuentes de luz, con la misma temperatura de color. Si no hay un cambio de aspecto, se asigna a la fuente de luz en cuestión un IRC de 100. Desde 2000K hasta 5000K, la fuente de luz de referencia es el radiador de cuerpo negro y, por encima de 5000K, es una forma de luz diurna acordada.

Una lámpara incandescente, por definición, tiene un índice de reproducción cromático (IRC) cercano a 100. Por otro lado, la luz diurna exterior procedente del norte a 7500K tiene poco rojo, de forma que tampoco es una fuente de observación del color "perfecta", aunque también tiene un IRC de 100 por definición.

El hecho es que ambas fuentes puedan ser compensadas con más azul o más rojo hasta llevarlas a una temperatura de color de 5500K que equivaldría al color de la luz directa solar que es el referente para el ojo humano. Aunque el IRC no es un sistema perfecto, es la referencia actual, y podemos deducir que un IRC cercano al 100 es el más adecuado para la observación de color.

Este índice también era válido para la reproducción del color con el empleo de películas, pero como ya hemos dicho anteriormente los sensores de imagen digitales en gran parte derogaron, a efectos prácticos, ese principio para la reproducción, pero no para la observación.

²⁰ Jacobson Ralph, Sidney Ray, Norman Axford Manual de fotografía novena edición pags. 19 y 20 Barcelona : Omega , 2002

1.2.9. Tipos de lámparas más empleadas en fotografía digital:

TIPO	T. COLOR K	IRC	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Tungsteno	2800-3200 K	100	económicas	Luz dura generan calor alto consumo de energía
Tungsteno dicroico	3200 K	100	Eliminan infrarrojo	Luz dura alto consumo de energía
Lámparas de halogenuros metálicos <i>HMI</i>	5600 K		Equivale a luz día luz normal	Cara en adquisición y mantenimiento
Fluorescente con balasto electrónico	Varias K	55 a 98	Luz suave, emite poco infrarrojo, económica	Baja intensidad lumínica
Lámparas de descarga de alta intensidad <i>HDI</i>	Varias K, según gas		Alta intensidad	Cara en adquisición
Lámparas de leds blancos	3200 - 6800 K	+80	Luz suave, vida larga muy bajo consumo	Cara en adquisición

Tabla 1. Tipos de lámparas de luz continua más frecuentes en iluminación de fotografía profesional

1.2.10. **Balance de blancos y control del color:** Consiste en adoptar el ajuste necesario en el menú de la cámara, para conseguir que los colores neutros aparezcan sin dominantes de color debidas a las diferentes temperaturas de color (K) de las fuentes iluminantes. El menú de la cámara ofrece varias opciones sencillas que vienen señaladas por los símbolos: sol, nube, sombra, bombilla, tubo fluorescente, y balance automático de blancos. Normalmente estas funciones son suficientes en la fotografía de exteriores no demasiado exigentes. Pero cuando se trata de fotografía muy exigente, y la reproducción de objetos artísticos lo es, tenemos herramientas y disposiciones mas adecuadas.

El Menú de la cámara nos permite elegir la temperatura de color en kelvin, pero para ello necesitamos disponer de un termocolorímetro que nos de la medida exacta de la temperatura de color de la luz incidente sobre la obra y, una vez obtenido el valor K, trasladarlo al menú correspondiente de la cámara.

La otra opción es tener un referente gris neutro calibrado con un índice de reflexión del 18%, del cual sabemos sus coordenadas de color neutras, y tomar una fotografía que nos sirva de referencia el tratamiento de imagen posterior.

El uso de una carta de grises tiene la ventaja adicional que nos sirve para hacer la medición de exposición con mucha precisión. Una opción adicional a la carta de grises²¹, sobre todo cuando hay que reproducir color y, por tanto, ejercer un control exhaustivo, es emplear un registro de color con valores conocidos, como en el caso que mostramos de la carta propuesta por la firma X-Rite²², con 24 celdillas de colores y grises, y cuyas coordenadas de color son suministradas junto a la carta, para poder hacer correcciones más precisas si fuera necesario.



Figura 18. Carta gris 18 %



Figura 19. Carta de control de color X.Rite

²¹ http://xritephoto.com/ph_product_overview.aspx?ID=943 Consultado en 2011 y disponible en abril 2012

²² *ibid.* http://xritephoto.com/ph_product_overview.aspx?ID=820 Consultado marzo 2012

1.2.11. **tamaño de imagen digital:** La unidad de medida de una imagen digital se denomina pixel, de manera que siempre que hablemos del tamaño de una imagen en este trabajo, lo denominaremos en píxeles. Una de las preguntas fundamentales a la hora de plantearnos la posibilidad de digitalizar la colección fotográfica del IMNC, fue el tamaño mínimo que debía tener un archivo para extraer la información contenida en un negativo de 35mm.

En el artículo “Fundamentos de fotografía digital”²³ de Efraín García y Rubén Osuna, que compila en profundidad la cuestión del tamaño, se afirma: “Se ha comprobado (->) que la película de grano fino (sensibilidad equivalente ISO 50 a 100) escaneada, equivale a fotografías digitales de entre 8 y 16 millones de píxeles, mientras que la película de más sensibilidad (ISO 400) equivaldría a fotos de 4 millones de píxeles”. A pesar de esos resultados ya superiores, podemos esperar mejoras adicionales en la calidad de las fotografías tomadas digitalmente.

A su vez Roger N. Clark²⁴ en sus investigaciones nos muestra con claridad y en forma de diagrama, la cantidad de megapíxeles mínimos necesarios para igualar la información potencial de una serie de películas modernas, superiores en calidad a las encontradas en el IMNC, por ser estas últimas más antiguas y de tecnología inferior a las estudiadas por Clark.

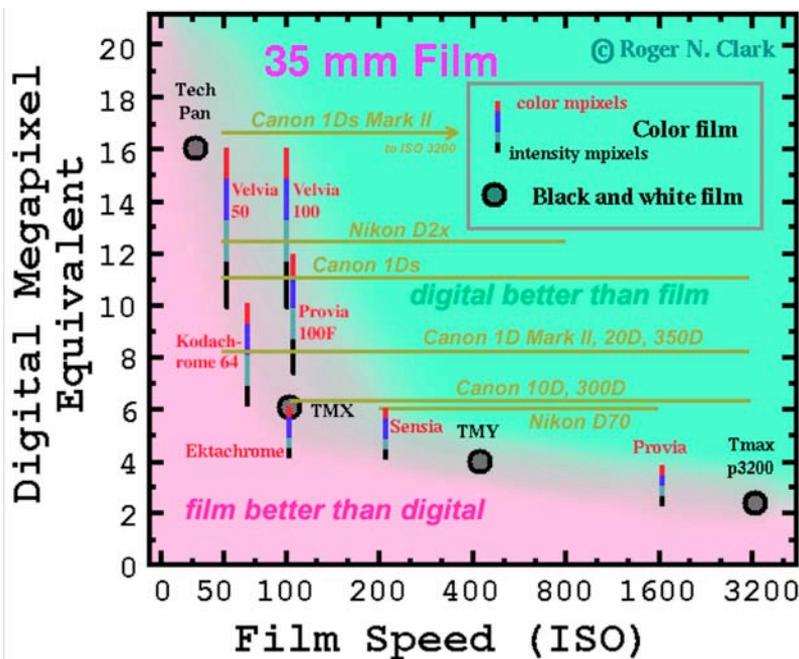


Figura 20. Diagrama comparativo de calidades entre imágenes analógicas procedentes de película, e imágenes digitales procedentes de varias cámaras digitales²⁵

²³ Efraín García y Rubén Osuna FUNDAMENTOS DE FOTOGRAFÍA DIGITAL Consultado en enero 2010 y 2011. Disponible en abril 2012

²⁴ <http://www.clarkvision.com/articles/film.vs.digital.1/index.html>

Consultado en octubre 2010 y en 2011, disponible en abril 2012

²⁵ *Ibid.* <http://www.clarkvision.com/articles/film.vs.digital.1/index.html> Consultado en octubre 2010 y en 2011, disponible en abril 2012

1.2.12. **tamaño de archivo y matriz digital:** En este caso entendemos por matriz digital al archivo procedente directamente de la cámara fotográfica. Esta simple definición, aún siendo cierta, requiere un desarrollo para que tenga utilidad, ya que de la calidad de esa matriz dependerá la viabilidad de un proyecto de digitalización. Entre los tipos de archivos que pueden generar las cámaras debemos considerar solamente los de máxima calidad. En esta sencilla tabla veremos las ventajas e inconvenientes de los distintos formatos.

TIPO DE ARCHIVO	Ventajas	Inconvenientes
RAW de cámara	Es el archivo de máxima calidad generado por el programa del fabricante de la cámara	El programa generador del archivo es propiedad de la marca y de código cerrado. Existe el riesgo de no poder abrirlo si desaparece la empresa fabricante.
DNG	Es un archivo de idéntica calidad al Raw de cámara, del cual procede. Código abierto.	No tiene inconvenientes
TIFF 16 bits	Máxima calidad, código abierto	Ocupa mucho espacio en el disco
TIFF 8 bits	Alta calidad, código abierto	Ocupa bastante espacio en el disco duro No permite mucho tratamiento sin pérdida de información
JPEG	Alta calidad si no se trata, ocupa muy poco espacio	Fácil pérdida de información con el tratamiento y compresión

Tabla 2. Tipos de archivos más comunes en fotografía digital

Por tanto la decisión correcta para generar la colección de matrices, será hacer las tomas en RAW, y generar una colección idéntica de archivos en DNG de código abierto como medida de precaución para el caso de desaparición del fabricante de la cámara y la consiguiente pérdida del programa que pueda abrir el archivo RAW. Salvo decisión claramente argumentada (los archivos no necesitarán ser tratados), las modalidades TIFF 8 bits y JPEG no deberían ser consideradas buenas opciones, ya que no ofrecen la calidad pretendida.

1.3. EL PROYECTO DE DIGITALIZACIÓN COMO MATRIZ DIGITAL DE LA COLECCIÓN FOTOGRÁFICA DEL IMNC

En el caso concreto de nuestra investigación, el propósito es preservar no solamente la información contenida en la colección fotográfica para el caso de una posible destrucción y por tanto pérdida de información, generando un archivo digital capaz de funcionar como una “matriz digital” de la colección fotográfica del IMNC; sino que también deberá actuar como vector de investigación, divulgación, y elemento de dinamización para el propio museo.

Ahora bien, como IMNC tiene o tendrá una serie de expectativas respecto a la colección fotográfica, será preciso conocerlas para tenerlas en cuenta antes de empezar el proceso de digitalización y también, porque los archivos matrices podrán ser transformados en una serie de productos derivados (archivos de características específicas, en función del uso que se pretenda).

En el punto anterior hemos visto que desde el punto de vista técnico los archivos adecuados para funcionar como matriz deben ser del tipo RAW o DNG y, desde el marco técnico que venimos esbozando, necesitamos saber las condiciones que el producto digital final debe satisfacer.

1.3.1. Condiciones a cubrir en el proceso de obtención de la matriz digital:

1.- Tendrá que dar respuesta a demandas de productividad/tiempo : El proceso de digitalización de la colecciones debería ser lo mas rápido posible, para evitar que una dilación en el tiempo en un país inestable como es la R.D.C pueda dar al traste con el proyecto por causas políticas, dificultad de financiación en años sucesivos, o simple abandono por dejadez

2.- Se adecuará a la naturaleza del material (película, opacos): La calidad de los archivos obtenidos del proceso de digitalización deberá ser suficientemente alta como para asegurarse máxima extracción de la información contenida en opacos y películas.

3.- Responderá a demandas de uso/ formato: Dado que las imágenes serán visualizadas y transportadas por la red, archivadas en soportes físicos como dvd, cd. y soportes magnéticos varios, impresas en distintas calidades y medios, consultadas en ordenadores etc., será preciso configurar el trabajo de manera que se pueda generar todo tipo de archivos en tamaño y formatos adecuados.

4.- Tendrá que adaptarse a las condiciones de producción en el entorno: El proyecto de digitalización deberá producirse y adaptarse a las condiciones reinantes en el IMNC, tanto físicas, como técnicas o humanas, debiendo solventarse las dificultades que puedan aparecer.

5.- Ha de servir para formar al personal del museo: El personal colaborador del museo deberá formar parte activa en el conjunto del proceso de digitalización de manera que puedan trabajar de forma autónoma tras el período de formación.

6.-El sistema de producción masiva tendrá que ser flexible para incorporar nuevos elementos: Como es previsible la incorporación permanente de nuevos documentos, la arquitectura del archivo digital deberá permitir sin dificultad el añadido de nuevo material, al igual que respetar en lo posible el sistema original de la colección del IMNC

1.3.2. Archivos derivados, tamaño de archivo y tipos de compresión:

Procedentes de los archivos matrices RAW o DNG, se generarán distintos tipos de archivos para responder a demandas también distintas como consultas de investigación a través del ordenador del museo, o archivos para imprimir en alta calidad. En general habrá dos tipos de archivos:

JPEG que, como ya hemos visto anteriormente, es un archivo de 8 bits y distintos niveles de compresión que afectan a su calidad, de forma que intencionadamente se pueda rebajar el peso y la calidad para facilitar el almacenamiento, pero también para dificultar usos no autorizados.

TIFF Los archivos fotográficos suelen ser comprimidos para ahorrar espacio de almacenamiento, pero en el caso de los archivos TIFF se emplea el algoritmo LZJW compresión que no conlleva pérdidas de calidad. Este tipo de archivo convertido a 8 bits por canal, es el que se suministrará para el caso de edición en alta calidad.

1.3.3. **Justificación de la digitalización de archivos:** Las colecciones fotográficas de opacos y películas siempre deben conservarse en las mejores condiciones posibles, idealmente deberían estar embaladas en condiciones especiales para la congelación y mantenidas bajo cero grados, ya que el frío retarda fuertemente los procesos químicos de desintegración.

Dada la imposibilidad material de proceder a la congelación debido a la carencia de medios, y también porque, aunque se dispusiera de armarios congeladores, el suministro de energía eléctrica no es regular, por lo que hay que desechar esa idea que, de intentarse, podría causar mas daños que beneficios en un clima tan húmedo y caluroso como el de la RDC.

Por tanto ante el riesgo de desaparición, la generación de una matriz digital de la colección es una opción que no evita el daño de la pérdida del original, pero al menos lo palió. Pero no solamente el riesgo de pérdida de una colección fotográfica hace deseable su digitalización, sino que existen ciertas ventajas en las que vamos a detenernos para comentarlas:

1. Las colecciones digitales, a diferencia del papel o las películas, no ocupan grandes espacios, pueden ser almacenados en múltiples lugares y consultados, si se desea, simultáneamente en cualquier parte del mundo.
2. Permiten trabajar con ellas sin necesidad de acudir al original permanentemente, preservando un material sumamente frágil
3. Permiten incluir metadatos en los archivos digitales facilitando enormemente el estudio
4. Debido a los metadatos introducidos en los archivos digitales, se pueden generar nuevas colecciones a partir de la principal de manera que mantienen la unidad del conjunto de la colección, permitiendo una visión no lineal cuando se considere conveniente
5. Permiten su transferencia a bases de datos para agilizar búsquedas e intercambios de archivos entre investigadores
6. Permiten generar imágenes impresas o diferentes tipos de archivo para su divulgación o uso, según demanda
7. Están acordes con los programas actuales de tratamiento digital de la imagen

1.4. INSTRUMENTOS

La digitalización de documentos es el proceso de transformar documentos físicos en archivos electrónicos mediante un dispositivo de conversión analógico - digital que en el campo fotográfico suele ser un escáner fotográfico o una cámara fotográfica digital.

Como ya hemos venido avanzando desde el propio título de esta tesis y en la introducción, el proyecto de investigación que la constituye consiste en estudiar métodos y herramientas que puedan sortear las dificultades anteriormente expuestas.

1.4.1. **Inventario del material existente en el mercado para la digitalización de documentos y estudio de su posible aplicación en condiciones de precariedad:**

Para ello valoraremos los medios disponibles en el mercado, y los confrontaremos con los condicionantes que nos hemos encontrado sobre el terreno, como son los medios económicos, infraestructuras, suministro eléctrico, nivel de formación del personal colaborador, dificultades aduaneras y por último, y no menos importante, las características de gran fragilidad que a veces muestran los opacos o algunas particularidades de los negativos.

1.4.2. **Herramientas para la digitalización de documentos opacos y transparentes:**

En el proyecto de digitalización de la colección fotográfica del IMNC vamos a considerar los medios clásicos de digitalización, (los escáneres fotográficos) pero también la posibilidad de uso de la cámara fotográfica, que ya ha alcanzado un grado de desarrollo en sus modelos más profesionales, que la hacen plenamente viable para este tipo de proyectos.

1.4.3. **El escáner fotográfico²⁶:** El escáner fotográfico es una máquina que se utiliza para convertir en un archivo digital, transparencias y/u opacos (imágenes impresas o documentos) colocados sobre un soporte adecuado, mediante el uso de la luz, una lente y un conversor analógico-digital (CCD o CMOS), de tipo lineal.

Existen distintos tipos pensados para diferentes usos; los más comunes son: escáner de tambor, Escáner plano de uso mixto, escáner específico para negativos, y escáner específico para opacos

²⁶ Blatner, David ... [et al.] El escáner en el diseño gráfico Madrid : Anaya Multimedia, 2004.

1.4.4. **Escáner de tambor:** Es instrumento de gran precisión. alto coste de adquisición, digitaliza transparencias y opacos que se fijan provisionalmente a un cilindro. Colocados sobre un cilindro transparente, mediante el uso de la luz y un tubo foto-multiplicador (PMT) se obtienen resoluciones reales de mas de 10.000 dpi Produce la máxima calidad de digitalización, pero con baja productividad. Su manejo requiere un alto grado de preparación técnica.

1.4.5. **Escáner plano mixto:** Permite digitalizar opacos y transparencias. Es un instrumento de precisión variable según modelos. Sus precios pueden oscilar entre menos de 150€ (Canon, Hp, Epson etc.) y mas de 15.000€ (Creo Scitex) La calidad suele ser proporcional al precio y el nivel de formación que precisa el operario varía según el nivel de sofisticación de la máquina y el programa de digitalización a emplear. La productividad va relacionada, entre otros factores, al nivel de resolución demandado. Su productividad es media-baja

1.4.6. **Escáner específico para negativos:** Es un instrumento de precisión variable según modelos. Sus precios pueden oscilar entre menos del 150€ (Canon, Plustek etc) y mas de de 15.000€ (Hasselblad-Flextight) La calidad suele ser proporcional al precio, y el nivel de formación que precisa el operario varía según el nivel de sofisticación de la máquina y del programa de digitalización a emplear. La productividad va relacionada, entre otros factores, al nivel de resolución demandado. Su productividad es media-baja

1.4.7. **Escáner específico para opacos:** Existen varios tipos, pero aquellos que pudieran entrar en consideración son los destinados a la digitalización masiva de archivos normalmente en tamaño folio o similar. Precio mediano a partir de 400 a 500 € (Fujitsu, Hp Pandigital etc), de fácil utilización, altísima productividad y sencillo manejo, tienen el inconveniente de estar diseñados para folios de grosor normal o ligeramente gruesos, algunos pueden admitir cartulinas gruesas pero se pueden generar problemas de atascos en el escáner o rotura de originales frágiles con fotografías adheridas, o alabeadas.

1.4.8. **Parámetros para elegir un escáner a medida de los factores condicionantes:** No resulta fácil, incluso para fotógrafos técnicos, desentrañar los valores reales de los prospectos de los fabricantes de escáneres ya que los datos sobre la resolución de sus productos que ofrecen, con mucha frecuencia están

“trucados”; y solamente mediante pruebas objetivas que se obtienen digitalizando estándares de medición, contrastados por normas reconocidas internacionalmente y realizadas por profesionales especializados en escáneres, podemos obtener datos fiables.

Dado que en nuestro caso no tenemos los medios ni los conocimientos técnicos necesarios para hacer nuestras propias pruebas objetivas, hemos recurrido a la lectura de tablas comparativas fiables y a pruebas de digitalización subjetivas, digitalizando el mismo negativo en distintos escáneres, y también el mismo negativo será digitalizado a través de cámara digital.

1.4.9. **Resolución nominal y resolución real:** Siendo este un factor importante hay que hacer notar que con frecuencia, sobre todo en los niveles bajos de precio, los valores de resolución anunciados no suelen coincidir con los reales.

1.4.10. **Profundidad de color:** Aunque no siempre sea necesario, debe desecharse cualquier escáner que no pueda digitalizar a 48 bits de profundidad de color.

1.4.11. **Productividad:** En un proyecto de digitalización masiva la productividad es fundamental; se digitalizarán pues 30 negativos en blanco y negro a 5600 px de lado mayor para averiguar el tiempo necesario y poder obtener la productividad por hora. También se incluirá el tiempo de montaje y desmontaje de las tiras de negativos.

1.4.12. **Nivel de formación necesario:** Los escáneres, en función del trabajo que van desarrollar, requieren de programas sencillos o complejos. Digitalizar en blanco y negro exige saber apreciar en la previsualización del negativo en la pantalla, qué prioridades en luces, tonos medios o sombras hay que tener en cuenta para no perder información potencial del negativo.

Formar a una persona exclusivamente para esta función no es excesivamente complicado y, tras unas semanas de producción monitorizada, el operario puede funcionar con autonomía y fiabilidad. Si se tratase de color, habría que duplicar o triplicar el tiempo con una persona despierta y voluntariosa y con experiencia previa digitalizando en b/n.

1.4.13. **Otros aspectos:** El programa del escáner es otro factor a tener en cuenta ya que, en el caso de aparatos económicos, son de manejo muy sencillo pero no tienen versatilidad suficiente para tareas delicadas por lo que es mejor recurrir a programas externos (por ejemplo Silverfast). Muy importante también es el servicio técnico, fácil de conseguir en países desarrollados, pero difícil o imposibles de obtener en países en vías de desarrollo.

1.4.14. **Precio:** Casi siempre es un factor equivalente a calidad, por lo que hay que buscar el mínimo de calidad aceptable antes de hacer la adquisición. Cuando se trata de digitalizar opacos la práctica totalidad de los escáneres cubren bien las expectativas, pero la digitalización de negativos es mucho más crítica porque el grado de ampliación al que es sometido es mucho mayor.

1.5. BUSCANDO LA HERRAMIENTA ADECUADA. ¿Cámara versus escáner?

1.5.1. **La reproducción de documentos opacos:** La forma tradicional de reproducción con cámara consiste en colocar el documento sobre el tablero de una columna de reproducción, colocando un vidrio sobre este para mantener la planitud, iluminando lateralmente con dos fuentes de iluminación a 45 grados de inclinación respecto al tablero, y a la misma distancia respecto al centro.

La intensidad y tipo de lámparas debe ser iguales en ambas fuentes para que puedan generar un área de iluminación uniforme y del mismo color. Este sistema de trabajo permite un tratamiento individual y preciso a la hora de reproducir opacos de tamaños variados y, de hecho, es el más correcto siempre que se emplee en circunstancias muy controladas para evitar injerencias de luces no deseadas y/o reflejos en el vidrio que aporta planitud al documento. Idealmente el cuarto de reproducción debe estar pintado de negro.

A veces no es posible trabajar en una habitación totalmente oscurecida y/o pintada de negro, lo cual puede constituir una dificultad insalvable que impida usar un vidrio sobre el documento opaco para aplanarlo o evitar su movimiento; y en ese caso se recurre al empleo de marginadores, que sujetando por los bordes del documento, lo mantienen plano y fijo y, si el documento es mate o semimate, no aparecerán brillos.



Figura 21. Sistema clásico de reproducción de opacos a través de cámara²⁷

Este sistema tiene dos inconvenientes que a veces pueden ser importantes. El primero de ellos es que el marginador puede ocultar unos milímetros los bordes del

²⁷ <http://www.academicimaging.com/fine-art-needs-assesment>. Consultado en 2011, disponible en abril 2012

documento, y otro es que, en el caso que el documento sea bastante rígido y con varios alabeos en su superficie, como es frecuente en el caso de las fichas antropológicas del IMNC, no podrá aplastarlo sobre el tablero de base, generando sombras de proyección de los bordes del marginador sobre el documento.

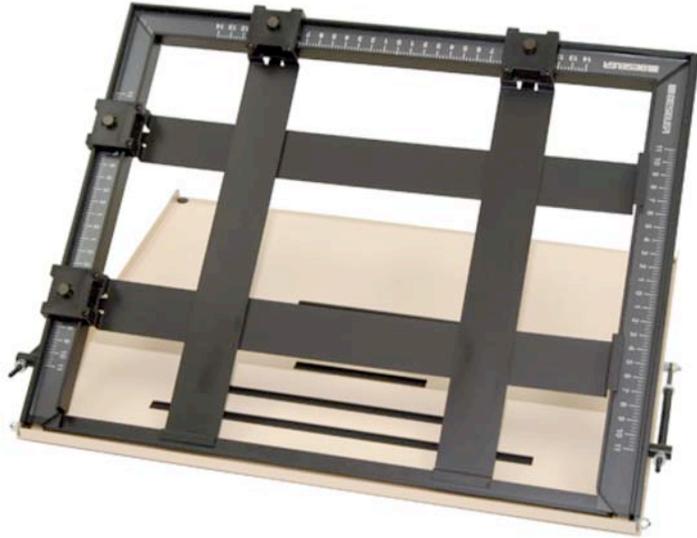


Figura 22. Marginador de la marca Beseler²⁸

1.5.2. La cámara como medio de digitalización: Los componentes comunes entre cámara y escáner son la óptica y el sensor, si bien estos últimos son diferente entre si. Aun siendo los dos elementos mas importantes, los programas y elementos mecánicos entre otros influyen en buena medida en el resultado final.

Los sensores de las cámaras fotográficas, en un principio de poca capacidad para generar archivos suficientemente grandes, impedían que estas fueran una opción para la digitalización de imágenes y por eso habría que esperar a que los sensores llegaran a poder generar un tamaño de archivo suficiente, para extraer toda la información potencialmente útil de un negativo, es decir que cámara y escáner llegaran al mismo nivel de resolución entre otros factores.

Por otro lado la lente u objetivo de la cámara es un componente inseparable en la obtención de mayor o menor calidad en la reproducción de un opaco o transparencia. Así pues la sola comparación entre los resultados de escáner versus cámara fotográfica será un factor a la hora de decantarse por un método u otro.

²⁸ <http://www.beselerphoto.com/wp-content/themes/beseler/images/img-easel-4blade-over.jpg>

1.5.3 **Ventajas de la digitalización con cámara:** La rapidez instantánea en la obtención del archivo digital es una de las principales ventajas, siempre que el tamaño del archivo resultante de una reproducción de negativo u opaco sea suficiente para la función que va a ser destinado, lo que implica que la calidad de la óptica del objetivo destinado a la reproducción sea de máxima calidad. Si la cámara va conectada a un ordenador y contamos con un buen programa de visionado y administración directa, se produce otra notable ganancia de tiempo pues la previsualización de la imagen es muy fiable y la precisión y control del enfoque es enorme.

1.5.4. **Inconvenientes de la digitalización con cámara:** principales inconvenientes son:

1. La iluminación de los opacos y negativos, que requiere un buen conocimiento de las distintas fuentes de iluminación, del proceso de iluminar, de la eliminación de brillos, evitación de contaminación de color y control de iluminaciones parásitas.
2. La necesidad de un espacio acotado y adecuado para la reproducción.
3. El coste de adquisición inicial de una cámara de alta calidad al igual que su óptica, sensibilidad al polvo en el sensor.
4. Mayor riesgo de obtener imágenes con ruido digital si no se conoce apropiadamente el manejo de la cámara.

1.5.5. **El escáner como medio de digitalización**²⁹: Observando los medios técnicos disponibles en el mercado y una vez descartados los más caros por carencias económicas y los más complejos de manipular por las dificultades que entrañarían una larga formación, quedaron dos máquinas muy interesantes, que fueron también fueron desechadas por las siguientes razones.

1.5.6. **El escáner de digitalización masiva de opacos**³⁰: Estos escáneres están diseñados para digitalizar masas notables de documentos en poco tiempo, y por tanto hubieran sido muy útiles para la digitalización de las fichas antropológicas porque, aún digitalizando a 24 bits de profundidad de color como lo hacen la mayoría, esto no hubiera sido un obstáculo, ya que bien calibrados generan imágenes que no precisan tratamientos y, por tanto, directamente válidas. El principal problema radica en el mal estado de bastantes fichas que, o bien estaban repletas de moho o polvo y

²⁹ Blatner, David ... [et al.] El escáner en el diseño gráfico Madrid : Anaya Multimedia, 2004.

³⁰ http://graphics.kodak.com/DocImaging/ES/es/Products/Document_Scanners/Scanner_Selector/index.htm
<http://www.fujitsu.com/emea/products/de/scanners/workgroup/> Consultados octubre 2010 y 2011 Disponible Abril 2012

además, presentaban fragilidades tales que se hubieran dañado los originales durante el desplazamiento en el interior de la máquina, y también atascos y suciedad en los mecanismos de ésta, debidos al polvo y residuos de la pulpa desintegrada del papel.

1.5.7. El escáner de digitalización masiva de negativos³¹: Destinados a los laboratorios comerciales (minilabs) tienen una enorme productividad que los hubiera hecho ideales para nuestro cometido; pero presentan varios inconvenientes inaceptables para el proyecto de digitalización de negativos del IMNC. Entre otras limitaciones podemos señalar las siguientes: tamaño máximo (3000 px), 24 bits de profundidad de color, ausencia de archivos Raw y un rango dinámico insuficiente. No olvidemos los requerimientos que ya hemos definido para nuestro proyecto: 48 bits de profundidad de color, archivos Raw y un tamaño de 5000 px de lado mayor.

1.5.8. Ventajas de la digitalización con escáner:

- Posibilidad de obtener archivos de gran tamaño, iluminación estable y perfectamente distribuida en toda la superficie del opaco o película, salvo excepciones debidas a los opacos en mal estado, que pueden generar la aparición de brillos, contaminación de color o luces parásitas.
- Tampoco requiere un espacio especial para su uso, salvo buena limpieza y poca presencia de polvo de dicho espacio.
- Precio de adquisición razonable, salvo en los casos de alta gama.
- Muy pocas posibilidades de acceso del polvo al sensor, y nulo riesgo de obtención de ruido y desenfoque.

1.5.9. Inconvenientes de la digitalización con escáner:

- Lentitud en la previsualización de la imagen del objeto a digitalizar.
- Lentitud en la obtención del archivo digital.
- Necesidad de abrir el archivo con un programa de tratamiento de imagen para hacerse una idea definitiva del resultado obtenido

³¹ <http://www.kodak.com/global/en/business/retailPhoto/products/accessoriesMain.jhtml?pq-path=2300942>
<http://www.digitallab.com.mx/catalogo/minilabs/scanners.htm> Consultados marzo 2011. Disponible Abril 2012

1.5.10. Los programas del escáner y de la cámara, y el programa de tratamiento de imagen: Al digitalizar con escáner, igual que con cámara, es preciso decidir si vamos a actuar previamente mediante el programa de digitalización del escáner sobre la imagen que vamos a obtener o, por lo contrario, preferimos digitalizar de tal forma que tengamos todas las opciones de tratamiento abiertas, tanto en el archivo obtenido con el escáner, como con la cámara para, en un proceso posterior, definir la imagen que deseamos obtener.

En el caso de la digitalización de opacos, la mejor estrategia es ensayar los parámetros de la cámara o el escáner, con cartas de control, de densidad, escala de grises y color, hasta dar con el resultado deseado y, una vez obtenidos, mantener permanentemente esos valores.

Por contra en la digitalización de negativos b/n tenemos un problema: es que hay un margen bastante amplio para la interpretación de las densidades hacia el claro o el oscuro y que el operario puede decidir de manera subjetiva.

Aquí se nos plantea un dilema: cuando digitalizamos con escáner desde el programa de digitalización podemos definir gran cantidad de valores como son el tamaño, la luminosidad, el contraste o gama, la definición, el ruido, los umbrales de luces y sombras, el comportamiento de los semitonos y bastantes efectos más; en el caso de la digitalización con cámara también podemos influir en algunos de los parámetros citados en el caso del escáner, pero en menor medida.

Pero influir en el aspecto final de una imagen, que de por sí es elástica, significa una interpretación concreta de dicho negativo, eliminando otras posibles. Por ello es preferible digitalizar los negativos con la máxima amplitud técnica que permitan los medios disponibles, para poder proceder a la obtención posterior de la versión más conveniente a través del programa de tratamiento de imagen.

Por tanto y resumiendo para el caso de los negativos: salvo en casos muy técnicos y a través de manos expertas, es preferible definir las imágenes al final del proceso de digitalización con el programa de tratamiento de imagen que hacerlo al inicio del proceso.

1.5.11. Tes de calidad empírico el escáner / Tes de calidad empírico con la cámara: Para comprobar visualmente los resultados comparativos de calidad entre cámara fotográfica y escáner, se eligió un negativo Ilford FP4 b/n de 125/22 ISO, con exposición y revelado muy cuidadosos y que fué tomado con una cámara Leica M3 y un objetivo de excelente capacidad resolutive Summicrón Leitz f2 50mm, disparado a f8 y expuesto con luz de flash. Estas circunstancias técnicas lo hacen muy adecuado, y cercano en cuanto al tipo de películas se refiere, encontradas en el IMNC.

La prueba comparativa se realizará mediante la digitalización un mismo negativo, al mismo tamaño, con el escáner y con la cámara; para posteriormente contrastar visualmente ambos resultados, tomando pequeños trozos de varias zonas que puedan revestir algún interés especial.

1.5.12. Selección de escáneres para las pruebas comparativas de calidad:

Dados los factores condicionantes del entorno en el que desarrollaríamos nuestro trabajo, decidimos excluir de antemano aquellos escáneres que por tener un precio excesivamente alto, y además requerir un alto nivel de formación específica, anulaban de facto entrar a ser considerados candidatos.

Posteriormente quedaban dos opciones, que eran los escáneres profesionales de gama media y los escáneres populares. De estas dos gamas escogimos dos de los mas populares³² en sus respectivas categorías: Canon 5600f perteneciente a la gama de calidad “consumer” de fácil manejo y Epson Perfection V 750 PRO, escáner bien considerado en la gama de calidad “profesional media”, de manejo bastante avanzado pero asequible, y precio razonable.

³² <http://www.filmscanner.info/en/FilmscannerTestberichte.html> consultado en marzo 2011 disponible abril 2012

Figura 23. Muestra de negativo completo digitalizado con distintos dispositivos: Escáner EPSON V750 Pro



Figura 24. Muestra de negativo completo digitalizado con distintos dispositivos: Escáner CANON 5600 F



Figura 24. Muestra de negativo completo digitalizado con distintos dispositivos: Cámara CANON Ds Mark III con objetivo Canon macro 100 2'8 USM



En pequeñas impresiones no hay diferencia sustancial entre las tres muestras, excepto en el rango dinámico del escáner Canon 5600F



Figura 26. *Detalle del
procedente de los mismos
archivos. Cámara Canon Ds Mark
III con objetivo macro 100 2'8
USM*



Figura 27. *Detalles de la manga
con botones procedentes de los
mismos archivos. Cámara Canon
Ds Mark III con objetivo macro
100 2'8 USM*

Figura 28. *Detalle del
procedente de los mismos
archivos. Escáner Canon 5600F*



Figura 29. *Detalles de la manga
con botones procedentes de los
mismos archivos. Escáner Canon
5600F*

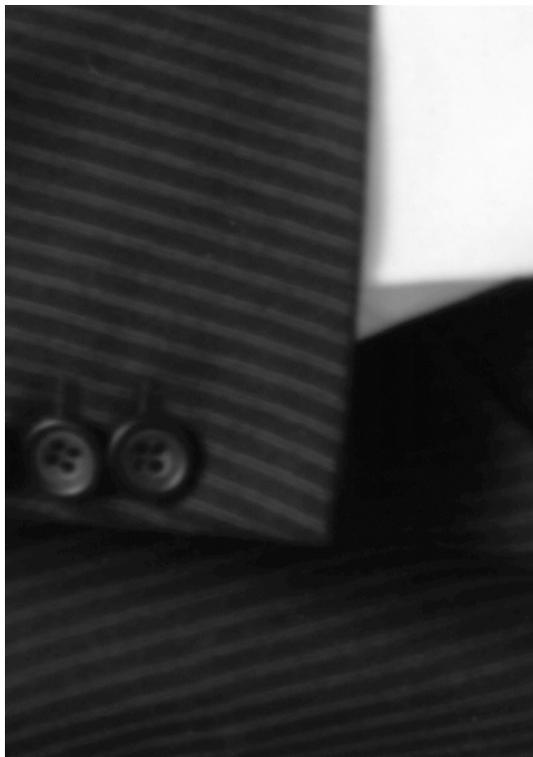


Figura 30. *Detalle del
procedente de los mismos
archivos. Escáner EPSON V750
Pro*



Figura 31. *Detalles de la manga
con botones procedentes de los
mismos archivos. Escáner
EPSON V750 Pro*



En los detalles, ampliados 16 veces, (equivalente a una sección extraída de una fotografía de 160 cm de lado mayor) ya se percibe con claridad las diferentes calidades. Se desechó escáner Canon 5600F por calidad insuficiente.

1.5.13. Test de productividad del escáner /tes de productividad de la cámara:

Además de tener en cuenta los datos técnicos que suministran las casas fabricantes, pero con independencia de ellos, vamos a realizar una sencilla prueba de productividad consistente en dos escáneres representativos de los distintos niveles de calidades ya descritos, comparando los datos de los tiempos de digitalización de un carrete de película negativa en blanco y negro, y a 5000 píxeles de lado mayor en máxima calidad sin filtros de aumento de resolución; de la misma manera haremos las tomas con la cámara, es decir sin ningún filtro de efecto aumento de resolución.

TIEMPO	CÁMARA	CANON 5600F	EPSON V 750
Montaje película en el soporte 5 tiras de 6 fotogramas	120 seg.	110 segundos	90 segundos
T. total de digitalización 30 negativos	6 minutos y 50 seg.	109 minutos	73 minutos
Tiempo medio por negativo sin montaje	40 segundos	146 segundos	219 segundos
Productividad teórica por 8 horas trabajo	1600 archivos	132 archivos	160 archivos
Productividad media 8 horas comprobada	1300 archivos	110 archivos	135 archivos
Jornadas de trabajo necesarias para la digitalización de 52.000 negativos	40 Jornadas	473 jornadas	385 jornadas
Índice de productividad	Cámara 100%	Cámara / Escáner - 1182%	Cámara / Escáner - 962%

Tabla 3. Tabla comparativa de productividad cámara/escáner digitalizando negativos

Tomamos la medida del tiempo que ha sido necesario para la digitalización del carrete con cinco tiras de negativos y 30 fotogramas a través de los escáneres, para luego compararlo con el tiempo requerido por la cámara para el mismo cometido.

Igualmente procederemos con los opacos, digitalizando con los mismos escáneres una fotografía de un tamaño A4 y comparando las productividades y calidades de cámara y escáneres.

	TIEMPO	CÁMARA	CANON 5600F	EPSON V 750
	Montaje opaco A4 con previsualización comienzo de dig desmontaje	12 segundos	70 segundos	55 segundos
	Tiempo medio de digitalización	1/40 segundos	50 segundos	35 segundos
	Productividad teórica por 8 horas trabajo	2300 archivos	240 archivos	320 archivos
	Productividad media 8 horas estimada	2000 archivos	180 archivos	260 archivos
	Jornadas de trabajo necesarias para la digitalizaciónn. de 13.000 opacos	7 jornadas	72 jornadas	50 jornadas
	Índice de productividad	Cámara 100%	-1028,00%	-714,00%

Tabla 4. *Tabla comparativa de productividad cámara/escáner digitalizando opacos A4*

1.5.14. **Análisis de resultados de tablas:** Una vez visto el análisis de calidad del escáner de nivel inferior CANON 5600F y, dada su insuficiente calidad en la digitalización de negativos, se desestima como opción de digitalización. Sin embargo, el escáner EPSON V 750, de nivel profesional medio, muestra la misma calidad en el centro de la imagen y ligeramente superior en las esquinas que la imagen obtenida a través de la cámara Eos- Mark III con el objetivo macro 100 mm 2,8; cuando el grado de ampliación es de 45x su tamaño y es indistinguible la diferencia a simple vista entre ambas digitalizaciones cuando observan en una impresión de 20x30 cm.

Por otro lado, el tiempo necesario para digitalizar el conjunto de opacos y negativos, ha sido de 47 días laborales o 9 semanas en el caso de la cámara, mientras que se habrían necesitado 435 días laborales u 87 semanas utilizando el escáner Epson Perfection V 750 PRO

Estos datos han sido extraídos empíricamente mediante jornadas de digitalización del autor de ésta tesis.

1.6. CONCLUSIONES CAPÍTULO 1

Consultado el significado de la palabra precariedad, aparecen como sinónimos: inseguridad, inestabilidad, brevedad, limitación, insuficiencia y fragilidad entre otros. Por eso cualquier desarrollo que vaya a proponerse debe tener en cuenta dichos conceptos, porque su olvido a la hora de actuar, en semejantes circunstancias, puede implicar el fracaso.

Como el proyecto de digitalización del IMNC incluye la introducción de los metadatos de las imágenes para poder investigar con ellas, crear subcolecciones digitales nuevas, etc., los tiempos finales para terminar completamente el proyecto fácilmente pueden duplicarse respecto al tiempo de digitalización.

De realizarse en condiciones europeas, ya estaríamos ante un proyecto de un tamaño considerable, precisado de un buen grado de observación y coordinación; pero, si el proyecto ha de realizarse a través de escáner y en unas condiciones tan precarias como las descritas en la introducción, el proyecto se vuelve prácticamente inviable.

Teniendo en cuenta toda la información aportada hasta ahora, sabemos que los medios de digitalización existentes en el mercado, no se adaptan a las circunstancias reinantes actualmente en el entorno de la colección fotográfica del IMNC de Kinshasa, R.D Congo. En consecuencia, la salida que nosotros consideramos ideal será el desarrollo de un proyecto que pueda ser llevado a cabo en un corto plazo de tiempo, realizado dentro del país, por personal autóctono formado y supervisado por especialistas para esa misión, con medios tecnológicos de adquisición económica razonable y que, al menos en parte, puedan ser contruidos por artesanos locales. Se trata, pues, de simplificar sin pérdida relevante de calidad y de lograr alta productividad en un espacio de tiempo no mayor de 60 jornadas de trabajo para un equipo de cuatro personas, más dos instructores.

En la introducción ya se comentó el origen del proyecto que, por recordar, consistió en emitir un informe sobre el interés potencial de la colección fotográfica del IMNC. Dicho informe no solamente contenía opiniones, sino que describía cómo se aprovechó el tiempo de estancia para evaluar el estado de conservación y para documentar fotográficamente el estado de los archivos, de los espacios que habían sido los laboratorios, de la biblioteca que alberga las colecciones y, también, para sugerir recomendaciones de actuaciones potenciales.

A medida que se iba viendo y asimilando la información obtenida en una breve estancia de 6 días en el IMNC, mas patentes se hacían las dificultades del proyecto y más poderoso se volvía el reto de investigación para dar una solución innovadora.

Quedó claro que se debía diseñar una herramienta eficaz y relativamente poco exigente desde el punto de vista tecnológico, que diera apoyo a la productividad potencial que posee

una cámara digital profesional. Esto era así en el caso de los opacos pero al mismo tiempo debía resolverse el problema de los negativos.

Para poder abordar la empresa de digitalización con alguna perspectiva de éxito, optamos por estudiar la anatomía de la imagen digital, y la naturaleza del color y la luz en la fotografía digital. Una vez comprendidos estos dos aspectos, analizamos los distintos tipos de archivos empleados en fotografía para ver las ventajas e inconvenientes de cada uno y así escoger con propiedad los archivos mas convenientes a cada destino de uso final.

Para tratar de acortar al máximo la duración del proyecto, exploramos los instrumentos disponibles en la industria fotográfica, con particular interés en aquellos diseñados para la digitalización masiva; pero dado el estado de conservación de las fichas antropológicas hubo que desistir de los escáneres especializados, ante el riesgo de dañar las fotografías, las máquinas o ambos.

Para la digitalización de negativos se exploraron igualmente las herramientas del mercado, y llegamos a la conclusión que si bien los escáneres de digitalización masiva podrían resolver con la rapidez deseada el proceso de digitalización, ni la profundidad de color ni el tamaño de los archivos, eran adecuados para extraer toda la información potencial de las películas negativas que conformaban la colección.

Respecto a los escáneres tradicionales, que pueden resolver perfectamente el cometido de digitalización, encontramos que todos eran muy lentos, y el factor tiempo en circunstancias normales puede no importar, pero la imposibilidad de viajar con frecuencia, o permanecer el tiempo suficiente en Kinshasa, nos obligó a explorar la vía recientemente abierta de la digitalización a través de una cámara digital.

Una vez analizada la capacidad de una máquina profesional de gama alta en todos los parámetros que afectan a la calidad de imagen, llegamos a la conclusión que los sensores de las últimas generaciones, ya tenían la capacidad para captar sobradamente la información de todos los tipos de películas existentes en el archivo del IMNC, como de las fichas antropológicas.

La otra parte delicada, en el intento de digitalizar con cámara, consistía en el uso del objetivo adecuado; porque si bien los sensores ya no eran una barrera desde hacía pocos años, solo una óptica macro de alta calidad haría viable la hipótesis. Tras unas pruebas de calidad y su correspondiente análisis con resultado positivo, pasamos a la prueba comparativa entre escáneres de gama baja y gama profesional media, llegando a la conclusión que la calidad de este último y la obtenida a través de la cámara eran similares.

Finalmente se calcularon los tiempos teóricos y prácticos de la producción de un día de trabajo, a través de escáner y cámara, y así obtener los datos necesarios y ponderar el camino a seguir.

CAPÍTULO 2

MESA PARA LA REPRODUCCIÓN
RÁPIDA DE OPACOS.

CAPÍTULO 2

MESA PARA LA REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE OPACOS

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. DISEÑANDO LA MESA DE REPRODUCCIÓN
- 2.3. COMPONENTES DE LA MESA DE REPRODUCCIÓN
- 2.4. LA CÁMARA, LA ÓPTICA Y EL PROGRAMA DE VISIÓN REMOTA
- 2.5. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL OBJETIVO DE REPRODUCCIÓN
- 2.6. LOS ARCHIVOS DIGITALES DE IMAGEN
- 2.7. CONCLUSIONES CAPÍTULO 2

2.1. INTRODUCCIÓN.

Una vez examinados los escáneres de opacos disponibles en el mercado, y analizada su idoneidad para la digitalización de las fichas antropológicas del IMNC, y en particular para las más dañadas y quebradizas, se llegó a la conclusión de lo inadecuado de este tipo de aparatos para llevar a cabo tal misión.

Revisados nuevamente los estudios previos, se demostró, tal y como se explicaba en el capítulo anterior, que los parámetros técnicos exigibles para la digitalización de opacos a través de cámara se cumplían y eran viables para este trabajo, y por tanto, decidimos explorar esta vía.

Como ya se vio en el apartado “La cámara como medio de reproducción: la reproducción de documentos opacos” del capítulo anterior, existen una serie de dificultades técnicas que estudiamos y que pueden ser solventadas con la construcción de un sencillo dispositivo técnico, realizable por artesanos de un país en situación de precariedad, en este caso la R.D. Congo. Dicho dispositivo, deberá salvar, de manera económica pero absolutamente fiable, todas las dificultades técnicas que a continuación se enumeran:

2.1.1. Condicionantes a causa de la suciedad: las primeras imágenes enviadas por la embajada española a petición nuestra para conocer el entorno en el que íbamos a trabajar, ya nos pusieron sobre la pista de algunas dificultades -que se confirmarían en la primera visita al IMNC- : el desorden, el abandono y el polvo serían uno de los bloques de dificultades a tener en cuenta permanentemente



Figura 1. Aspectos del techo de la sala de trabajo en la primera visita al IMNC en el mes de junio de 2010



Figura 2. Aspectos del laboratorio en la primera visita al IMNC en el mes de junio de 2010

2.1.2. **Condicionantes por contaminación lumínica ambiental:** otro aspecto derivado del entorno de trabajo serían las luces naturales procedentes del techo, más las de los tubos fluorescentes que iluminaban la habitación. En el procedimiento clásico de reproducción con cámara, dichas luces habrían generado reflejos en el vidrio situado encima de los opacos y por ende en la imagen final. Además los cambios procedentes de la iluminación natural del techo, generados por el paso de las nubes, influirían obviamente en el color e intensidad de la luz.

2.1.3. **Condicionantes en el suministro eléctrico:** constituye otro de los factores importantes que condicionará el diseño del sistema de iluminación de la mesa de reproducción de opacos, que debe prepararse para ser alimentado, en caso de ser necesario, con baterías de coche o camión, puesto que el suministro de electricidad en Kinshasa es absolutamente irregular tanto en el tiempo (apagones repentinos, frecuentes y prolongados) como en la intensidad de voltaje (frecuentes picos de voltaje al alza y a la baja, peligrosos para los equipos electrónicos).

2.1.4. **Condicionantes del diseño:** otro reto a superar a la hora de diseñar y construir, era la práctica inviabilidad de un envío desde España de la mesa de reproducción, fundamentalmente por dos factores: primero, la dificultad y los costes del envío, que restaría medios económicos al proyecto de digitalización. Segundo: la imprevisibilidad del servicio aduanero, ya que los envíos son tasados y sometidos a toda clase de arbitrariedades, lo cual no garantizaría la llegada de la mesa en el plazo de tiempo y condiciones deseables.

Estos dos condicionantes nos llevaron a pensar que la mesa de reproducción debería poder ser construida por artesanos del país, lo que redundaría en el abaratamiento de costes, y la renuncia a la utilización de elementos relativamente sofisticados como motores eléctricos o dispositivos electrónicos, y de esta manera, el resto de los elementos, al no ser excesivo su volumen, podríamos llevarlos personalmente.

2.1.5. **Condicionantes técnicas relacionadas con el material opaco:** Ya hemos comentado en el primer capítulo que con cierta frecuencia, las fichas antropológicas presentaban desperfectos físicos debidos al abandono, los accidentes, los daños causados por el agua y los hongos, etc. que hacía que las fichas, en estos casos, fueran frágiles y desprendieran trocitos de pulpa de papel, y el polvo del moho.

Así pues habría que tener en cuenta no solamente a las fichas que se encontraran en buen estado, sino también a todas aquellas que estuvieran en la situación que puede observarse en la fotografía.



Figura 3. Diagrama de representación bidimensional de la luz, en el que aparece representado el color que emite el cuerpo negro a distintas temperaturas K (kelvin)

2.1.6. **Condicionantes humanos:** Normalmente cualquier museo importante, y el IMNC es la máxima institución del país, dispone de un equipo profesional que se encarga de las labores regulares de documentación fotográfica. De hecho el equipo de documentación fotográfica funcionó estupendamente en las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado, languideció en la década de los 90, pero finalmente desapareció debido a la situación de caos provocada por las dos guerras internas.

Para el desarrollo del proyecto de digitalización, sería importante contar con un fotógrafo profesional local, para que, dándole una formación especializada en relación al manejo de la mesa de reproducción, él pudiera llevar la dirección técnica del proyecto, mientras que la dirección del concepto general, sería asumida por el personal del museo especialista en antropología y asistido en las rutinas de reproducción por empleados del centro.

Al no ser posible esta opción, había que formar a los colaboradores del museo, que teniendo una buena formación humanística, no tenían conocimientos de técnica fotográfica. Este era otro motivo adicional para tener en cuenta en el diseño: la sencillez en el manejo de la mesa.

Por tanto, teniendo principalmente estos factores en cuenta, y algunos mas que fueron saliendo durante desarrollo de la mesa de reproducción rápida de opacos, describiremos el proceso de diseño.

2.2. DISEÑANDO LA MESA DE REPRODUCCIÓN.

2.2.1. **El punto de partida:** El diseño de la mesa fue concebido al advertir que nunca nos habíamos enfrentado, reprográficamente hablando, a una situación tan hostil. Repasábamos mentalmente todos los pasos necesarios para la correcta reproducción de opacos una y otra vez, hasta que fuimos plenamente conscientes, de que el método clásico no iba a ser la solución adecuada, porque en la sala de trabajo siempre habría un brillo, una desviación de color, o una desviación en la exposición que no se podría evitar dadas las características del lugar de trabajo.

Buscando la forma de solucionar los inconvenientes, paulatinamente iba tomando cuerpo la idea de invertir todo el sistema de reproducción, es decir girarlo 180 grados y apantallararlo de las influencias exteriores de la luz, los reflejos y el polvo, con elementos opacos rígidos... o ¿por qué no?, flexibles y fácilmente transportables, ¡mejor con una tela negra!



Figura 4. Invertir un soporte de reproducción, es la idea de la que se parte para crear la mesa de reproducción rápida.³

2.2.2. **Creación del primer prototipo:** Para saber si nuestra teoría era viable empezamos a trabajar sobre una estructura construida en serie, que es ligera y con varias guías metálicas soldadas entre las patas, destinadas a soportar cestas metálicas. Se trataba del modelo ANTONIUS de la empresa IKEA, dicha estructura es barata de adquisición y también fácil de transportar para el caso de tener que llevarla hasta el Congo.

³ <http://www.beselerphoto.com/copy-stands/>

Esta estructura permitiría: ensayar el dimensionado de los tableros de la parte superior, que debería albergar un dispositivo de colocación para opacos; unos soportes para colocar la iluminación en el espacio intermedio, y la posibilidad de colocar un tablero en la parte inferior de la estructura, donde anclar la cámara.

Basándonos en la idea del sistema clásico de reproducción girado, ya ilustrado encima de estas líneas, construiríamos un tablero con un hueco en el centro, que sería cubierto por un vidrio y sobre el cual se depositarían las fichas mirando hacia la cámara, es decir, hacia abajo, la cual a su vez estaría situada en el fondo de la estructura mirando hacia arriba. Los focos, provisionalmente de luz incandescente, dirigidos hacia el opaco a reproducir, lo iluminarían.

Las primeras pruebas, aunque torpes y defectuosas, fueron suficientemente alentadoras como para empezar a pensar seriamente en todos los aspectos técnicos de los distintos componentes.



Figura 5. Estructura comercial de la firma
IKEA²

ANTONIUS Estructura
€ 11,95

² <http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/bedroom/11468/>

2.2.3. **La ficha antropológica** es una cartulina de buena calidad de unos 400gr/m², impresa por una cara con ítems antropológicos estándar, que han sido cumplimentadas con anotaciones manuscritas. Sobre ella hay una fotografía adherida con pegamento. Es precisamente el brillo del esmaltado de la fotografía, el que puede recoger reflejos de iluminación y que, por lo tanto, habrá que tener en cuenta a la hora de decidir el ángulo de incidencia de las fuentes de iluminación.

REPUBLIQUE DU ZAIRE		NOM :
INSTITUT DES MUSEES NATIONAUX		68 ETHNIE
SUJET: CHEF: (ROY) KASONGO-LUNDA ART MODERNE		D'ORIGINE: YAKA
AUTEUR DU CLICHE: NSOKO Kuumbeu Nshyau		DATE: 18/02/19
DOSSIER N° :		
		
Photo de l'artiste		
9. Etudes — dossier N°		
10. Discipline (s) pratique — dossier N°		
11. Carrière artistique — dossier N°		
16. Association (s) — dossier N°		
17. Voyage (s) et exposi — dossier N°		
	— dossier N°	
	20. Distinction (s) — dossier N°	
	RI BANOUNOU	SIR KWANVO
1. Fiche dressée par :	22. Renseignements divers	
Date :	— dossier N°	

Figura 6. Ficha antropológica tipo, con información manuscrita. 21X27,5cm

2.2.4. **La unidad de medida:** En el párrafo anterior sobre la creación del primer prototipo, no se quiso entrar en detalles precisos porque hasta ese momento se trataba de comprobar que las ideas principales eran correctas.

Ahora habría que abrir el programa de dibujo y, sobre el monitor, ir plasmando las ideas en forma calculada y reflexiva, estudiando minuciosamente uno a uno todos los elementos y sus características, para dar soluciones válidas.

La unidad de medida de todo el proyecto de diseño, es la de una ficha antropológica tipo, de 21cm de ancho por 27,5 cm de alto, si bien finalmente se sobredimensionó para llegar hasta los 30 x 40 cm., para el caso de aparición de opacos de tamaños superiores al de la ficha estándar.

En torno a estas dimensiones girarán los tamaños de la estructura y tableros, así como el diseño de las luminarias y también la intensidad de las lámparas.

2.2.5. **Esquema de la estructura interna de la mesa de reproducción:** Aunque las pruebas parciales se ajustaban bien a la teoría, surgían numerosas preguntas respecto al diseño del interior de la mesa, no solo en referencia a la eliminación de brillos y reflejos sino, también, a la eliminación del calor que pudieran producir las lámparas, así como la colocación de la cámara y su conexión con el exterior, entre otras muchas variables.

Después de varios ensayos sobre los tipos de iluminación adecuada, eliminación de reflejos, y alguna consulta sobre ergonomía del trabajo, en el libro clásico “El arte de proyectar en arquitectura” de Ernst Neufert³, se llegó al esquema de diseño sobre el cual se acabaría construyendo un prototipo final, y del que, tras realizar numerosos ensayos, comprobaríamos su adecuación y eficacia.

³ Neufert, Ernst. Arte de proyectar en arquitectura. Duodécima edición. Gustavo Gili. Barcelona 1967

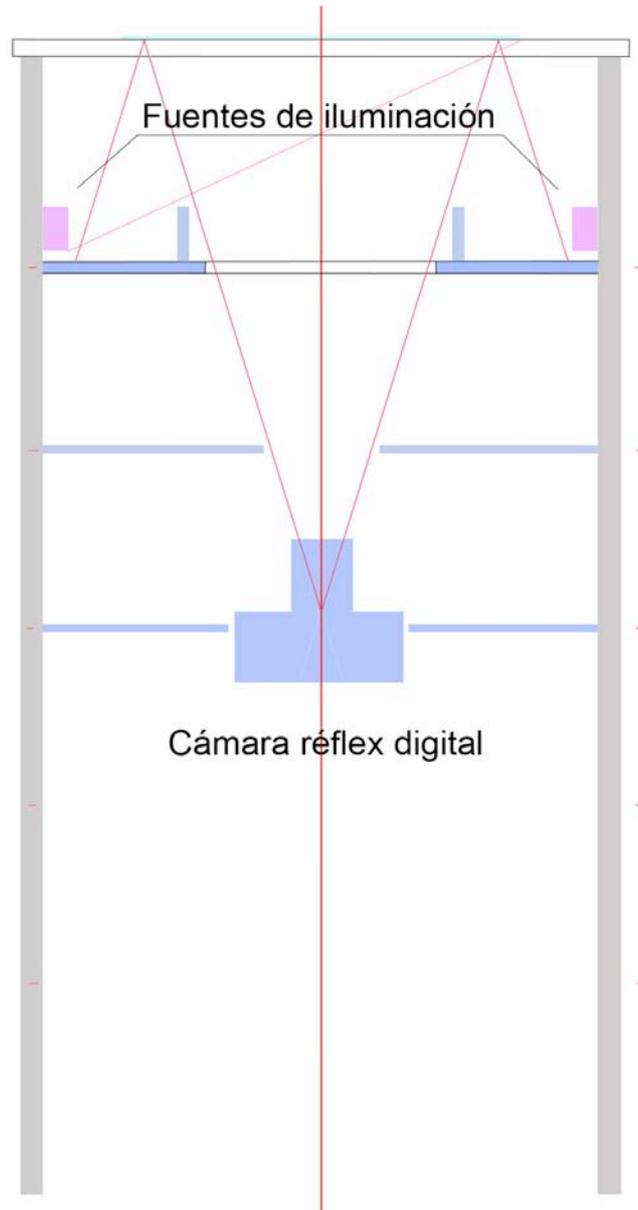


Figura 7. Esquema de partida para la construcción del prototipo de pruebas.

2.3. COMPONENTES DE LA MESA DE REPRODUCCIÓN.

El punto de partida: Las ideas que presidirán el diseño de esta mesa de reproducción serán la sencillez, la economía de medios y la renuncia a elementos sofisticados que impidan la construcción del conjunto por artesanos de países pobres. Por ello, a continuación vamos a describir por orden topográfico, desde arriba y en orden descendente, todos los componentes de la mesa de reproducción, explicando cuál era el problema a resolver, y la razón de esa solución.

2.3.1. PLANTILLA DE ENCAJE Y APANTALLAMIENTO: En el caso de las fichas antropológicas del IMNC, teníamos la ventaja de que todas tuvieran las mismas dimensiones y solamente había que pensar la forma de colocarlas con precisión y rapidez, manteniendo siempre la misma posición. Para ello se construyó una plantilla de aluminio rígido pero fino, de 0,4mm, igual al empleado para la fabricación de planchas de impresión offset.

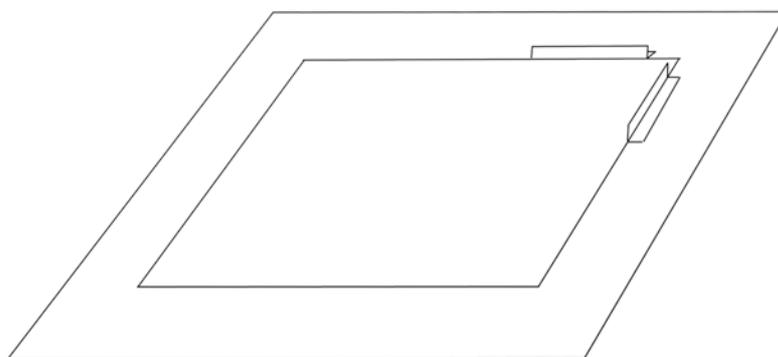


Figura 8. Dibujo en perspectiva de la plantilla de encaje y apantallamiento.

En una plancha de 31x37cm pintada de negro mate, se recortó un hueco de 21x27,5cm, (es decir el mismo tamaño de la ficha). Adhiriendo en una de las esquinas dos perfiles en forma de L que funcionan como tope, evitando el desplazamiento de las fichas. De esa forma se puede garantizar su exacta colocación en el plano de trabajo x / y del vidrio base, al que previamente se habrá fijado la plantilla de aluminio mediante una fuerte cinta adhesiva de color negro. Una mejora a estos soportes fue dejar una separación entre los perfiles de tope L, para poder limpiar mejor el polvo y las motas de pulpa de papel que pudieran caer de las fichas en peor estado, sobre el cristal de soporte y evitar que aparecieran registradas en el proceso de digitalización.

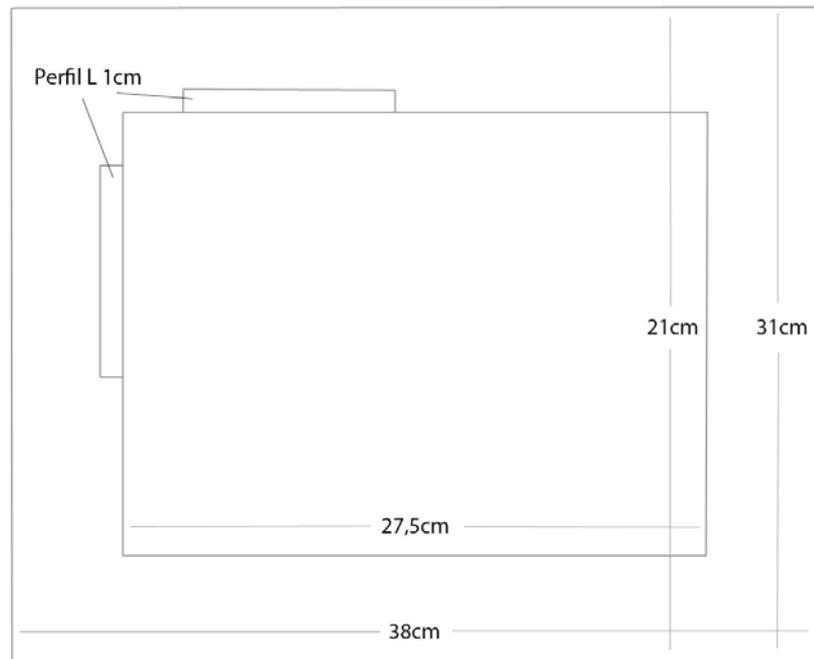


Figura 9. Plantilla de encaje y apantallamiento

2.3.2. El vidrio portante de la plantilla de encaje y ficha antropológica: Al decidir invertir el sistema clásico de reproducción y situar iluminación y cámara en la parte inferior de la mesa, nos obligamos a colocar la ficha antropológica boca abajo. La decisión de poner la ficha boca abajo se tomó teniendo en cuenta la utilidad de ahorro de tiempo que supone el prescindir del uso de un marginador de papel, así como evitar una pequeña proyección de sombra de éste sobre la ficha, en caso de no estar suficientemente plana. También se evita que el marginador impida la visión en unos milímetros del borde de la ficha.

Para que ésta pueda sujetarse y no caiga sobre la cámara, interponemos un vidrio, que también será el soporte de la plantilla de encaje y apantallamiento. En principio la interposición del vidrio entre la ficha y la cámara tiene ligeros inconvenientes que vamos a describir para ver cómo afectan a la imagen y cómo se solucionan.

1. En primer lugar un vidrio común, como el que vamos a emplear, aporta una ligerísima tinción de verde propia del vidrio.
2. Se produce una suave pérdida de contraste por los efectos de luz de la iluminación de la ficha, debido a que la luz es reflejada entre las caras internas del vidrio.
3. Y, por último, el vidrio actúa de espejo y puede llegar a reflejar en él, la cámara fotográfica, reflejo que inevitablemente aparecerá en las reproducciones fotográficas de las fichas antropológicas.

En el caso de la tinción del verde y para evitarla, podríamos recurrir a vidrios totalmente incoloros y recubiertos de una capa antireflectante por cada cara como el MirogardI de la casa Schott⁴, que sería muy útil para resolver los problemas uno, dos y tres citados anteriormente pero, como no son de fácil adquisición en los países pobres y su transporte es inseguro dada su fragilidad, podemos prescindir de él, sin problemas porque:

1. La tinción verde se corrige automáticamente en el equilibrio de blancos o grises, que ya tiene en cuenta esa dominante aportada por el vidrio.
2. La pérdida de contraste, podemos calcularla y corregirla automáticamente como veremos en su momento, por haber introducido una carta de control X-Rite, la cual nos garantiza la posibilidad de restituir los valores de color y contraste.
3. Y por último, el efecto espejo del vidrio, que puede llegar a ser grave, lo eliminamos acondicionando el interior de la mesa de reproducción de manera que la luz reflejada por el vidrio sea absorbida y apantallada por superficies negras mate de forma que nada esté suficientemente iluminado y, al no reflejarse sobre el vidrio, no formará imagen.



Figura 10. Plantilla de encaje y apantallamiento

2.3.3. La iluminación ideal, luminarias y tipo de lámparas: A la hora de abordar la iluminación de los opacos en la mesa de reproducción, se consideraron los siguientes factores que deberían resolver convenientemente las luminarias:

- Buen reparto de luz.
- Suavidad de iluminación.
- Intensidad suficiente.
- Baja emisión de calor.
- Bajo consumo eléctrico (posibilidad de alimentación a través de baterías de coche o camión en caso de emergencia)
- Posibilidad de adquisición de las lámparas en el país de destino.

⁴ www.schott.com/architecture/german/products/anti-reflective-glass/mirogard.html

Teniendo en cuenta estos factores se optó por lámparas de bajo consumo Philips⁵ PL-LI de 36 w y 6500k de temperatura de color, con su correspondiente balasto electrónico BE-242-TC-2, instalada sobre una base eléctrica 2G11. Este tipo de lámparas son de uso común, y en caso de dificultades pueden ser sustituidas por pequeños tubos fluorescentes con la condición de que tengan el mismo rendimiento o superior y se cambien ambas fuentes de luz, es decir no mezclar un fluorescente con una lámpara de bajo consumo, ni mezclar lamparas o tubos de distintas temperaturas de color (K).

Las lámparas citadas cubren con las demandas exigidas, y en caso de tener que recurrir a baterías de camión sería necesario intercalar un transformador de 12 voltios a 220 voltios, si bien en el caso del IMNC, un generador de gasóleo donado por la AECID⁶ eliminó las frecuentes carencias de suministro eléctrico.

Respecto a las luminarias, se podría haber recurrido a equipos profesionales ya existentes, pero debido al alto precio y también por mantener la posibilidad de ser construidas de forma artesanal y económica, optamos por fabricarlas específicamente para este dispositivo.

Para ello se construyó manualmente una sencilla caja de chapa de aluminio de 43x10x10 cm, sujeta a una pletina también de aluminio de 3mm en forma de U por medio de unos tornillos con palometas, para permitir cambiar el ángulo de incidencia de la luz sobre el plano de los opacos a reproducir, hasta obtener una iluminación regular en toda la superficie. A su vez, cada luminaria va anclada con un tornillo y una tuerca o palometa al tablero inferior portante.

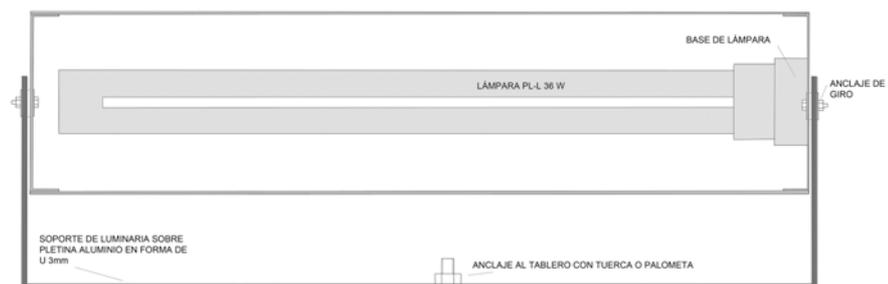


Figura 11. Luminaria de aluminio con lámpara PL-L de 36 w

⁵ <http://www.ecat.lighting.philips.es//lamparas-profesionales/fluorescentes-compactas-no-integr/master-pl-l/master-pl-l-xtra-4-pin>

⁶ Agencia Española para la Cooperación Internacional y Desarrollo

Una vez comprobado el buen funcionamiento de las luminarias, se procedió a anclarlas simétricamente a un tablero sin medidas definitivas, para hallar los ángulos y distancias aconsejables para iluminar regularmente una superficie de 30x40cm, superficie superior a los 21x27,5cm de las fichas antropológicas.

Por medio de un fotómetro de mano con la calota difusora puesta, se tomaron medidas de toda la superficie, desplazando simétricamente y respecto al eje óptico⁷, las luminarias; hasta que los valores medidos en la zona de la plantilla de opacos fueron iguales en centro y esquinas. Entonces se pudieron establecer las distancias definitivas entre luminarias, los ángulos y, por deducción, el resto de las medidas de los tableros y estructura.

En capítulo aparte volveremos a ver, cómo comprobar el reparto de luz y su medición, pero esa vez desde la cámara con el programa de visualización y tratamiento de imagen.

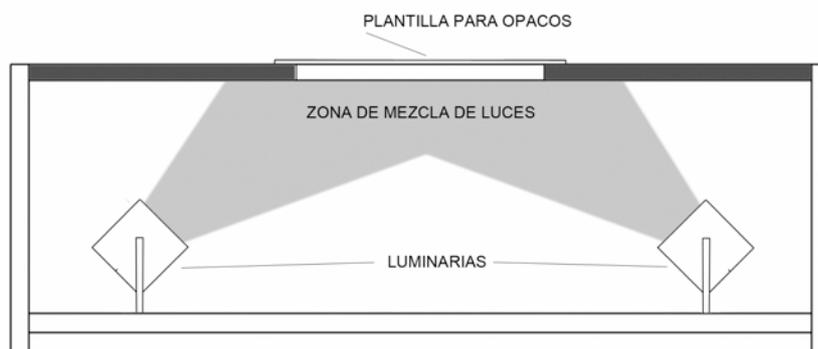


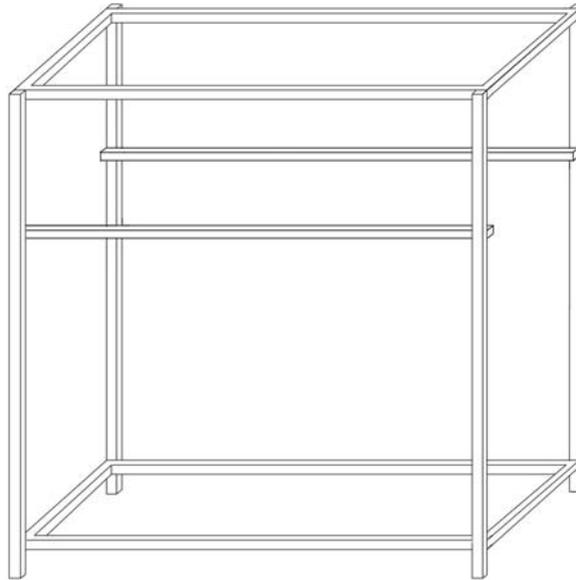
Figura 12. Esquema de reparto de iluminación de la mesa de reproducción.

2.3.4. La estructura definitiva de la mesa de reproducción: Una vez ensayado de manera empírica el método de iluminación, y deducidas las medidas del conjunto de la mesa, se procedió a dibujarla a escala para comprobar cual debería ser la estructura mas sencilla de fabricar en la R.D.Congo. No obstante decidimos construirla previamente en Granada, para asegurarnos que no aparecerían errores de diseño que pudieran dar al traste con la viabilidad o no cumplir plenamente la función que en teoría se le había asignado.

La estructura dibujada, y que a continuación mostramos, decidimos realizarla en tubo de hierro y, aunque puede hacerse en otros materiales, este método es el mas estable y barato.

⁷ Hunt R.W.G. The Reproduction of Colour: Sixth Edition pags.64-65 "The geometry of lightning" 2004 Hoboken USA

PERSPECTIVA



LA ESTRUCTURA SE REALIZARÁ CON TUBO CUADRADO DE 3CM DE LADO, Y SOLDADO SI NO HUBIERA DE TRES CM, PUEDE PONERSE DE 4CM, SIEMPRE RESPETANDO LAS MEDIDAS INTERIORES PARA QUE PUEDAN ENTRAR LOS DOS TABLEROS DE 51,5 CM DE ANCHO

Figura 13. *Ilustración en perspectiva y con instrucciones de la estructura en tubo de hierro.*

Las dimensiones fueron deducidas a partir de las necesidades del formato máximo a reproducir, (30x40) y su correspondiente iluminación; la altura idónea para trabajar de pie fue consultada en el libro “El arte de proyectar en arquitectura” de Ernst Neufert⁸, que dictamina entre 100 y 105 cm de altura para una mesa de trabajo.

La estructura debería ser tratada con minio para evitar la corrosión, y pintada de negro mate para evitar que el tubo de hierro refleje la luz procedente de las luminarias.

Junto con el dibujo en perspectiva que debería facilitar la comprensión de la sencilla estructura, se adjuntaron los dibujos restantes, ya convenientemente acotados.

Como ya se ha indicado arriba construimos en Granada la misma estructura, cometiendo inadvertidamente un pequeño error al soldar uno de los travesaños inferiores, que generó un pequeño desnivel en el plano inferior. Dicho error sirvió para tener en cuenta la necesidad de disponer de un sistema de nivelación de la cámara para compensar este tipo de fallos. También se comentará detalladamente este aspecto, en el apartado que trata el anclaje y nivelación de la cámara.

⁸ Opus cit.

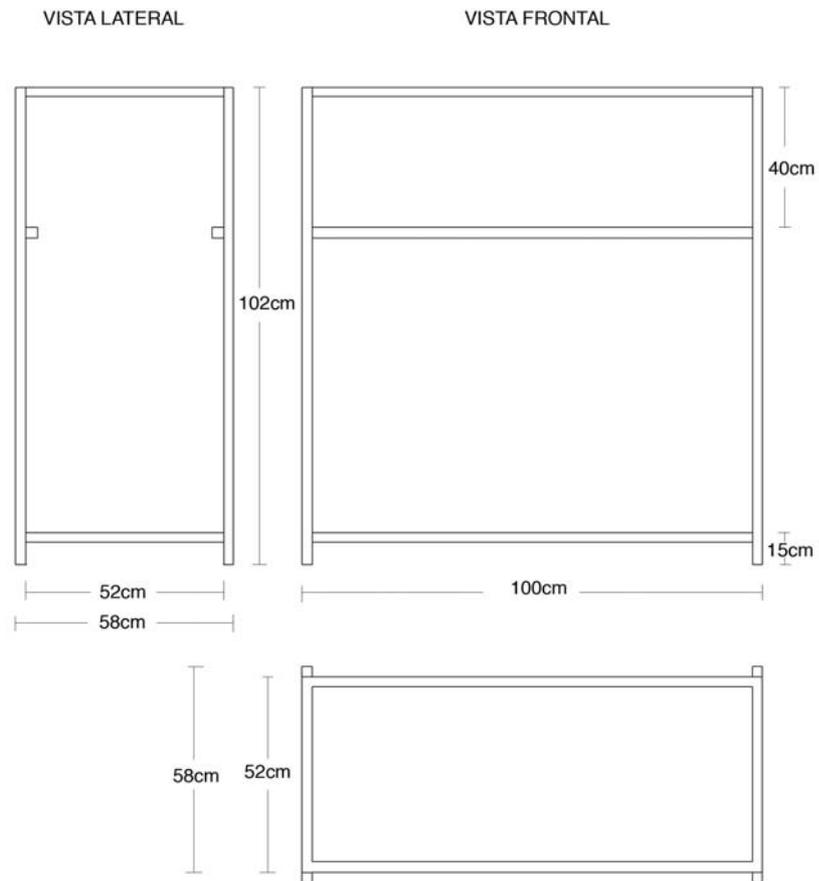


Figura 14. Dibujos acotados de la estructura de la mesa de reproducción

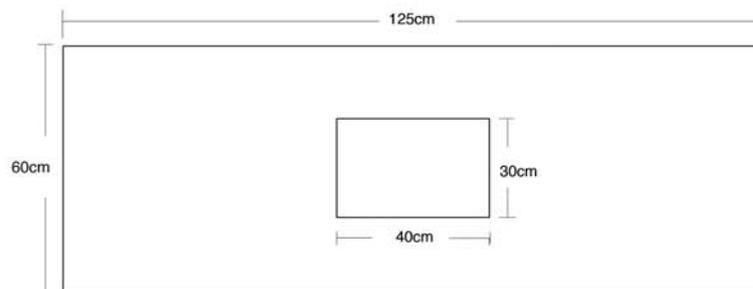
2.3.5. Los tableros de la mesa de reproducción y sus funciones: Una vez ensayado de manera empírica el método de iluminación, y deducidas las medidas del conjunto de la mesa, se procedió a dibujarla a escala para comprobar cual debería ser la estructura mas sencilla de fabricar en la R.D.Congo. No obstante decidimos construirla previamente en Granada, para asegurarnos que no aparecerían errores de diseño que pudieran dar al traste con la viabilidad o no cumplir plenamente la función que en teoría se le había asignado.

La mesa de reproducción cuenta con tres tableros:

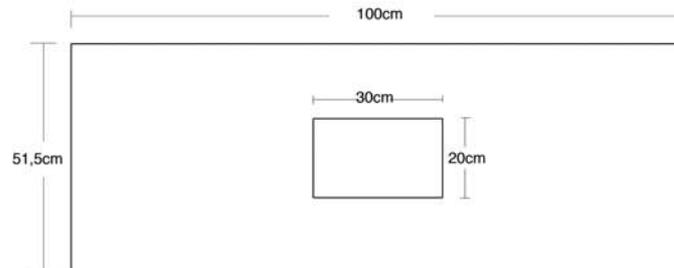
- Tablero superior: destinado a soportar el vidrio y la plantilla de apantallamiento y encuadre de las fichas; y también para depositar en la superficie, a izquierda y derecha los opacos a digitalizar, y los ya digitalizados.

- Tablero intermedio: tiene la doble función de soportar las fuentes de iluminación y apantallar el máximo de luz posible hacia la cámara, para evitar deslumbramientos y reflejos de ésta en el vidrio soporte.
- Tablero inferior: tiene la función de soportar el sistema de anclaje y nivelación de la cámara, y también evitar la llegada de polvo desde el suelo a la cámara.

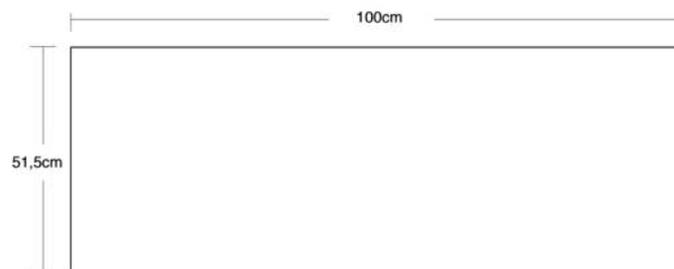
Construir dos ejemplares de cada uno de los tableros dibujados con un grosor de 25 a 30mm.
En total son seis tableros



Pintar de negro mate por 1 una cara y cantos interiores, no exteriores



Pintar de negro mate por dos caras y cantos interiores y exteriores



pintar de negro mate por dos caras y cantos

Figura 15. Dibujo acotado de los tableros con indicaciones de pintura

2.3.6. **La faldilla negra y sus funciones:** Hemos ido describiendo a través de éste capítulo, cómo el polvo y los reflejos son dos inconvenientes a evitar. La estructura con sus tableros deben ser a su vez apantallados del exterior, para mantener la limpieza del equipo y evitar reflejos. Inicialmente se pensó en paneles rígidos pintados en su interior de negro mate, pero se desechó rápidamente porque encarecía innecesariamente la mesa y dificultaba el acceso rápido a la cámara para el cambio de baterías, conexión de cables y su extracción.

Comprobamos que era mucho más fácil si, en vez de elementos rígidos, se empleaba una tela negra y opaca, sujeta al tablero superior por medio de un Velcro. De ésta forma se cumplían las funciones de evitación de polvo y luz externos, y se mejoraba en rapidez y limpieza.

La faldilla debe tener una longitud 390 cm, 20 cm más de longitud que el perímetro del tablero superior, para proporcionar un solapamiento suficiente del tejido y evitar que ligeros movimientos de esta, permitieran el paso de la luz y la generación de posibles reflejos. Una altura de 104cm, es la correcta para que llegue hasta el suelo; y debe estar confeccionada con algodón, para evitar la electricidad estática que pueden generar las telas de fibras sintéticas, y que atraen al polvo. Además debe ser suficientemente opaca para evitar la entrada de luz.

2.3.7. **El sistema de anclaje de la cámara:** En la serie de pruebas y modificaciones del primer prototipo se fueron evidenciando las convergencias y divergencias entre el modelo teórico y el práctico. Una dificultad añadida fue decidir la colocación de la cámara y la elección del objetivo.

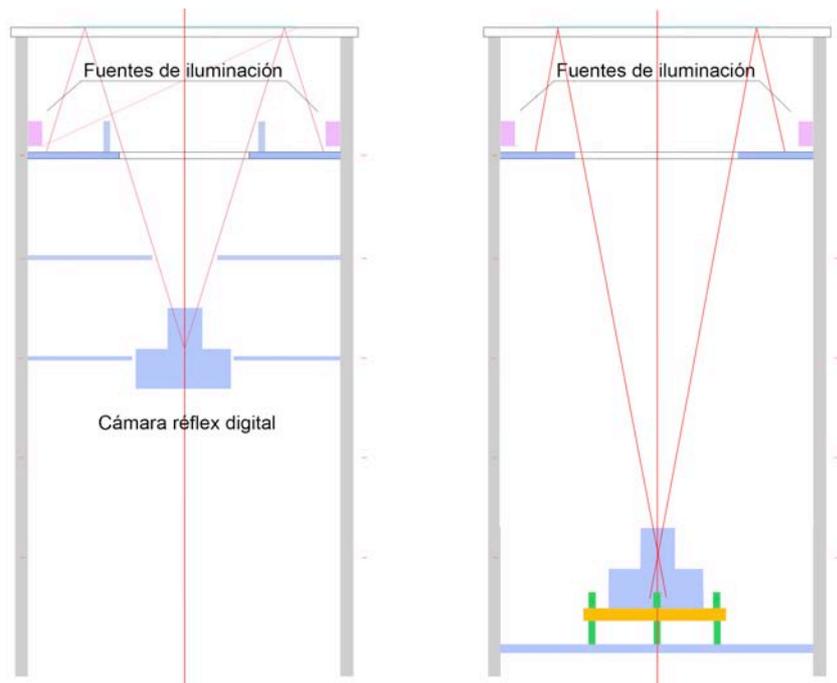


Figura 16. Esquema de partida para la construcción del prototipo de pruebas, y esquema de trabajo definitivo

En el primer esquema de trabajo se partía de una cámara con óptica macro fija, anclada a un tablero y a una distancia tal que encuadrara el ancho de la ficha antropológica; que sobraría por el largo, ya que no coinciden las proporciones de los formatos de sensor y ficha.

Ese esquema de trabajo tenía dos puntos débiles y uno fuerte. Las debilidades consistían en la necesidad de un fuerte apantallamiento para evitar que la cámara saliera reflejada en el vidrio soporte, y por tanto en las fotos, por estar demasiado cerca de las fuentes de iluminación, y la otra debilidad era la dificultad de adaptarse a otros tamaños sin cambiar la distancia del tablero de anclaje para obtener el encuadre adecuado. El punto fuerte era la óptica fija macro, que suele ser superior a efectos de obtener una reproducción de gran calidad.

Aunque se hubiera podido desarrollar una columna elevadora para subir y bajar la cámara y de esa manera no renunciar a la óptica macro, se prefirió otra estrategia mas sencilla, consistente en anclar la cámara al tablero del fondo de la mesa y emplear una buena óptica profesional, de distancia focal variable (zoom) para adaptarse rápidamente a cualquier formato inesperado que no superara 30x40cm. Las pruebas técnicas mostraron que las reproducciones eran realmente buenas, si bien no tan exquisitas como las realizadas con un objetivo macro.

El sistema de anclaje de la cámara al tablero inferior bien pudiera haber sido una rótula de precisión con desplazamiento por cremallera del tipo Manfrotto Geared Head 410 Junior⁹ o similares, pero queríamos construir una base niveladora precisa y sencilla, ya que, como experimentamos en la construcción del prototipo final de la mesa, una soldadura descuidada de un travesaño inferior de la mesa, dejó el tablero de anclaje inferior en un plano inclinado, impidiendo un encuadre perpendicular de la cámara respecto al plano del vidrio de soporte de las fichas antropológicas.

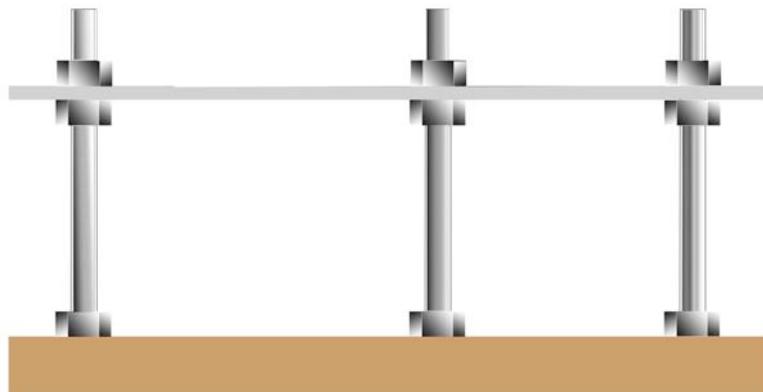


Figura 17. Perfil del soporte para cámara, de inclinación regulable

⁹ <http://www.manfrotto.com/410-junior-geared-head>

2.4. LA CÁMARA, LA ÓPTICA Y EL PROGRAMA DE VISIÓN REMOTA

Una vez montados los tableros sobre la estructura metálica y atornillados a ella, procederemos a anclar el soporte de cámara al tablero inferior, situando la base en el rectángulo dibujado en el tablero y atornillando con un tirafondos, desde el hueco practicado a tal efecto en la base del soporte de cámara.



Figura 18. Esquema del anclaje de la cámara con nivelación por tuercas

Una vez anclada la cámara, la conectaremos al ordenador y pondremos en marcha el programa de "visión directa remota" de Canon Eos-Utility para la búsqueda de la perpendicularidad al plano de la "plantilla de encuadre y apantallamiento"; el encuadre y el enfoque de la ficha antropológica.

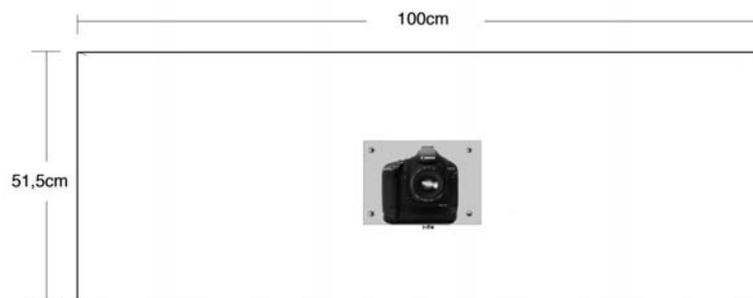


Figura 19. Tablero inferior con la cámara anclada mirando hacia arriba

2.4.1. **Nivelado de la cámara a través del espejo:** Una vez que tenemos la cámara conectada al ordenador y abierto el programa de visión directa nos aparecerá la ventana principal, desde donde podemos elegir todos los parámetros necesarios para la toma.



Figura 20. Ventana de comando de cámara con algunos de los principales parámetros señalados.

Desde esta ventana y dentro de opciones de visualización vamos a abrir la ventana de visión directa remota para, con la ayuda de un espejo, buscar la perpendicularidad total de cámara y platilla.

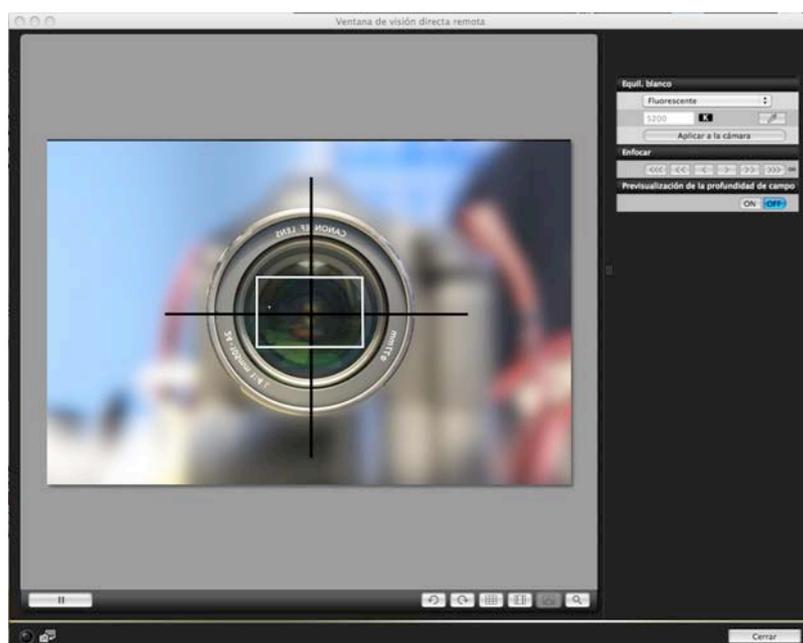


Figura 21. Aspecto idealizado de coincidencia del círculo del objetivo y la cruz dibujada en el espejo para facilitar la búsqueda del eje óptico

Dado que la estructura de la mesa de reproducción puede tener pequeños descuadres, esto se tuvo en cuenta al diseñar el soporte de cámara, dando la opción de nivelación que ya hemos visto anteriormente. Para nivelar perfectamente buscaremos en un espejo del mismo tamaño de las fichas antropológicas; lo situamos mirando a la cámara, haciendo coincidir el reflejo del frente del objetivo con el centro del espejo, marcado previamente con una cruz.

Moviendo las tuercas de nivelación del trípode de varillas roscadas de la base, encontraremos perfectamente el eje de perpendicularidad, cuando coincida el centro del frente del objetivo reflejado con la cruz, cuyos brazos deberán ser los ejes horizontal y vertical del círculo del objetivo.

Para facilitar la búsqueda del eje óptico, es conveniente que la cámara esté bien iluminada para generar un buen reflejo en el espejo.

Una vez terminada la operación de nivelado y búsqueda del eje óptico, apretamos las tuercas de frenado para mantener la cámara en una posición firme. En este momento podemos comenzar los últimos preparativos relacionados con la medición de la luz que va a iluminar los opacos e introducir los registros de control de color, que serán nuestra referencia para poder ajustar con precisión el color original de la fotografía.

2.4.2. Medición de la carta de gris y balance de blancos: Para obtener una exposición correcta no debemos medir directamente el opaco, pues en todos los casos nos dará unos valores más o menos correctos dependiendo de la cantidad de luz que refleje. En un trabajo de reproducción masivo es mucho más rentable preparar la exposición con la máxima precisión que tener que tratar posteriormente todas las fotografías por aproximación

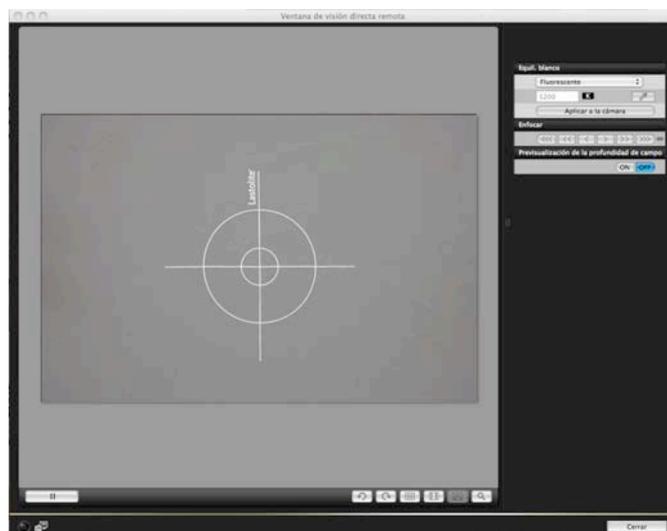


Figura 22. Visión remota a través del ordenador, de una carta gris para determinar el balance de grises y la exposición correcta

El primer paso es ajustar el fotómetro por medio de una carta gris estándar¹⁰, para buscar la exposición hasta obtener un histograma similar al que presentamos

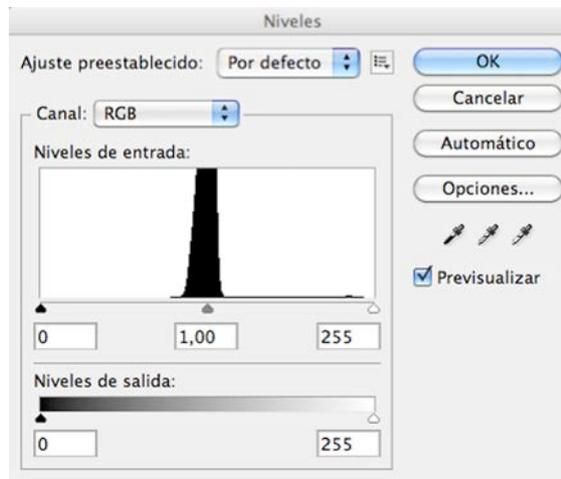


Figura 23. Histograma de exposición correcta de una carta gris estándar

Una vez obtenidos los valores de la exposición correcta, es necesario incluir la carta de control de color, que será fotografiada junto a la carta gris con los mismos valores de diafragma y tiempo de exposición que los empleados para la carta gris y que no se alterarán durante todo el trabajo de reproducción, ya que, en caso contrario, las exposiciones serían incorrectas y por tanto no tendrían utilidad los registros de control.

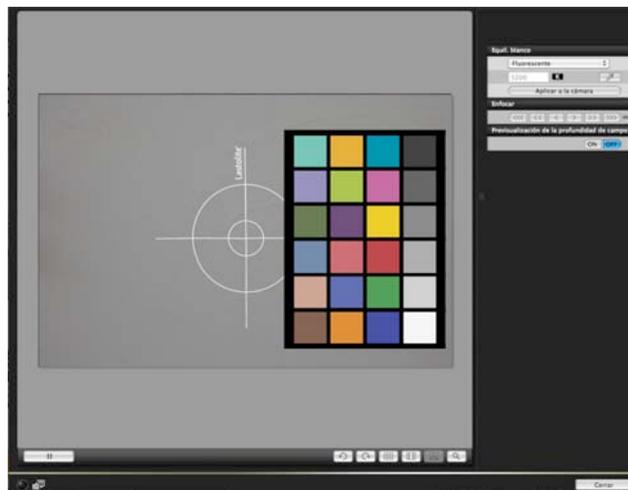


Figura 24. Aspecto de la ventana de control remoto con carta de balance y exposición de grises y carta de control de color X-Rite¹¹

Una vez fotografiadas ambas cartas se conservarán junto a los archivos digitales para su posterior elaboración automática o individualizada, si se considerara necesario. Llegados a este punto podemos iniciar la reproducción masiva de las fichas y,

¹⁰ http://xritephoto.com/ph_product_overview.aspx?ID=941

¹¹ http://xritephoto.com/ph_product_overview.aspx?ID=820

repetimos una vez más, sin alterar los valores de diafragma ni el tiempo de exposición.

2.4.3. Encuadre, enfoque y enfoque de precisión de opacos desde el programa de visión remota: Una vez hechas todas las mediciones y preparativos se sitúa de modo definitivo la plantilla de encaje y apantallamiento y se fija al vidrio de soporte de opacos con una cinta adhesiva fuerte. Acto seguido se coloca la ficha para su enfoque desde el programa de visión remota.



Figura 25. Ventana de visión directa remota con ficha antropológica

En el caso de querer un enfoque de máxima precisión podemos recurrir al comando "lupa" situado en la parte inferior derecha de la ventana

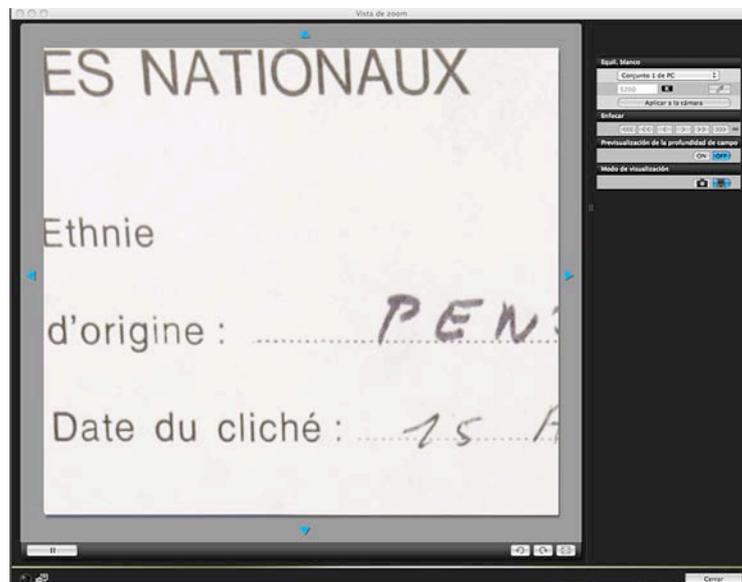


Figura 26. Ventana de visión directa remota con visión de "lupa"

2.4.4. **Un repaso por el menú de preferencias de la cámara:** Finalmente repasaremos el menú de la cámara, y nos detendremos a señalar aquellos puntos relevantes para el proceso de reproducción de opacos que no han sido tratados hasta ahora, de manera que ahorremos trabajo de repetición y/o post-producción.

Equilibrio de blancos: ya ha sido descrito, no obstante apostillar que se puede hacer también desde la ventana de visión directa remota, empleando la sonda que se muestra en la parte superior derecha, y aplicándola sobre la carta de gris, en la fase de medición y calibración.

Espacio de color: debe seleccionarse el espacio RGB, y no el sRGB que es mas restringido en su capacidad de representar el color.

Estilo de foto: seleccionar neutro o fiel.

Calidad de archivo JPEG: debe ser la máxima calidad, y máximo tamaño si el archivo final va a ser solo JPEG.

Tamaño de archivo RAW: salvo que haya alguna razón justificada, siempre será el mayor que proporcione la cámara.

Tiempo de revisión: desactivar.

Histograma: preferencia luminosidad.

Numero de archivo: realizar desde el programa de visión remota directa introduciendo datos específicos del trabajo. En este caso las siglas 20110729_IMNC-FICH_04006 que significa 2011 (Año) 07 (Mes) 29 (Día) IMNC (Institución) (Ficha) _Número

Función de visión directa: Activar

Modo de exposición: Manual

Autofoco: desactivar, ya se ha indicado que una vez hecho el enfoque de precisión, deben fijarse con cinta adhesiva las arandelas de enfoque y zoom para evitar desajustes en el enfoque por efecto de la gravedad o las vibraciones.

Alimentación de la cámara: en caso de disponer de una fuente eléctrica estable en voltaje, puede conectarse a un enchufe, si hay dudas es mejor hacerlo a través de un estabilizador o mejor un SAI; o bien con las baterías de la propia cámara.

2.5. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL OBJETIVO DE REPRODUCCIÓN

2.5.1. **Círculo de imagen:** Antes de entrar en el análisis del rendimiento óptico de un objetivo debemos conocer qué es el círculo de imagen y sus diferentes zonas. Entendemos por círculo de imagen de un objetivo a la proyección circular de luz a una distancia determinada sobre un plano perpendicular al eje óptico. En la práctica fotográfica rara vez se emplea el círculo de imagen completo, ya que los bordes de la imagen tienen baja calidad, por eso no se emplea esa parte del círculo.

En los test que veremos a continuación hemos marcado con los mismos colores de las gráficas del test, las distintas zonas para hacernos una idea visual de las partes afectadas por los distintos niveles de resolución.

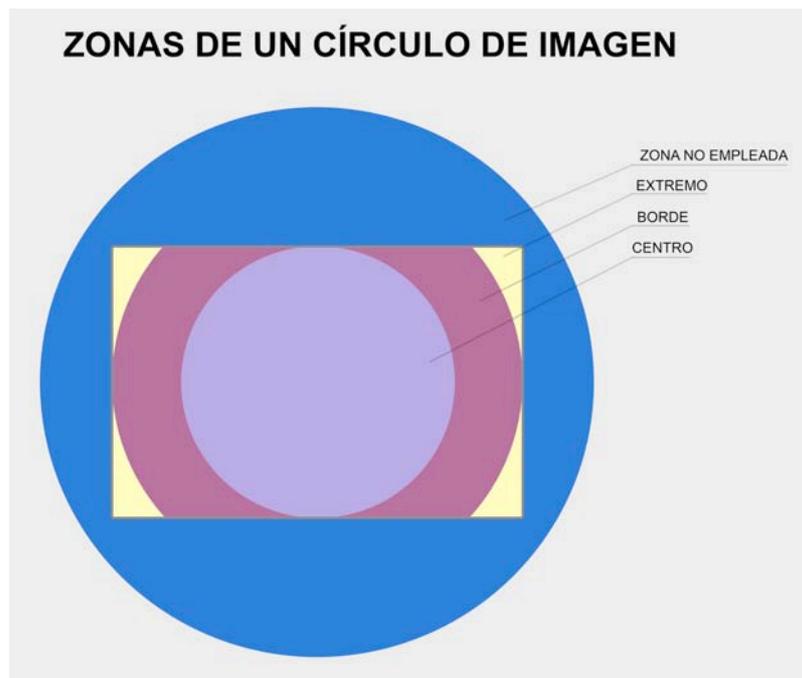


Figura 27. Esquema de las distintas zonas del círculo de imagen de un objetivo

2.5.2. **Criterios para la elección del objetivo de la cámara:** Como ya hemos comentado respecto a la mesa de reproducción, se optó por simplificar su diseño para evitar un mecanismo de subida y bajada de cámara, y para ello se decidió emplear un zoom de alta calidad óptica.

Pero ¿cuáles son los criterios para la elección de la óptica e, incluso, del diafragma óptimo a emplear para sacar el máximo rendimiento al equipo? Para ello nos dirigimos a las curvas MTF de la propia casa Canon para interpretarlas, pero como su

representación es geométrica, su interpretación es menos comprensible para el no especialista; y por ello recurrimos a los test independientes y rigurosos de la prestigiosa empresa Imatest, publicados en la página web <http://www.photozone.de>.¹², porque están expresados de una forma mucho mas visual y asequible para el lector común.

Este test nos muestra los valores de distorsión, viñeteado, y MTF en distintas distancias focales

2.5.3. Valores de distorsión: Se entiende por distorsión a la modificación en el la perpendicularidad y/o paralelismo de una trama de líneas paralelas y perpendiculares, tendiendo hacia la concavidad (Acerico) o la convexidad (Barrilete). Este problema es frecuente el las ópticas de gran ángulo, que no las hace idóneas para la reproducción¹³.

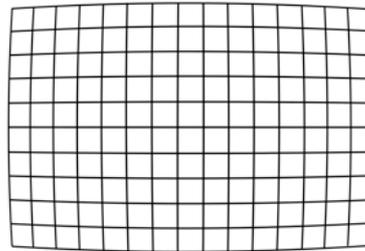


Figura 28. Distorsión tipo Barrilete

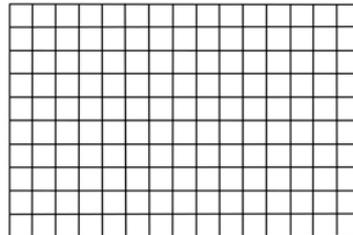


Figura 29. Sin distorsión

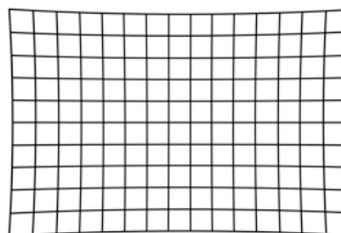


Figura 30 Distorsión tipo Acerico

¹² <http://www.photozone.de> /Canon EF 24-105mm f/4 USM L IS (full format) - Review / Lab Test Report – Analysis.

¹³ Cox, Arthur Optica fotográfica : un enfoque moderno de la técnica de la definición Barcelona : Omega , 1979 pag.119

2.5.4. **Los valores técnicos relevantes del objetivo zoom EF 24-105 1:4 L IS:** Dado que uno de los objetivos disponibles en nuestro equipo profesional Canon se amoldaba teóricamente a las necesidades de reproducción del proyecto, quisimos conocer su rendimiento óptico. En este apartado vamos a ir relatando y mostrando los parámetros técnicos más relevantes para la idónea reproducción de opacos.

En primer lugar, y siguiendo el orden de los análisis del objetivo seleccionado en la prestigiosa página web arriba citada, observamos las distorsiones que se pueden apreciar en las gráficas de cuatro distancias focales distintas: 24mm, 40mm, 70mm, y 105mm.

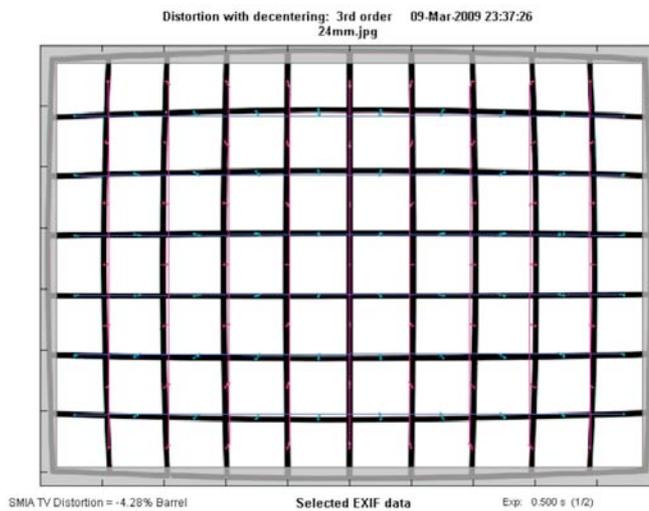


Figura 31. Distorsión 4,28% de barril del objetivo en 24mm

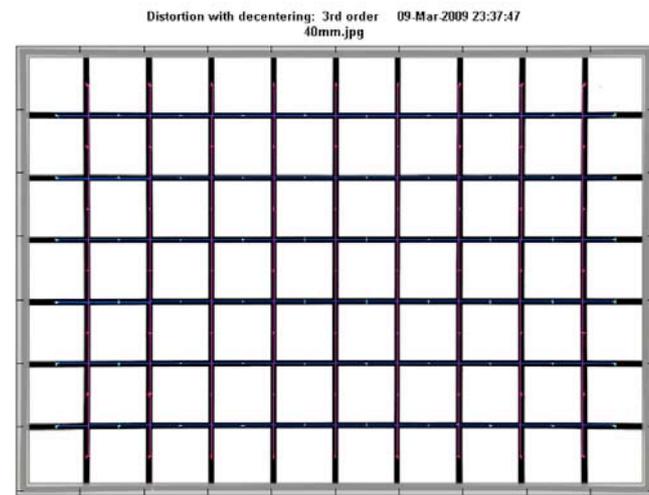


Figura 32. Distorsión 0,78% de acerico del objetivo en 40mm

Los valores de distorsión en la distancia focal de 24mm la hacen poco recomendable para la reproducción de los opacos, el resto de las distancias focales se mantienen en una zona aceptable para la reproducción. Aún así, no deben olvidarse estos valores de

distorsión para el caso de querer perfeccionar o eliminar las imperfecciones a través de programas de tratamiento de imagen.

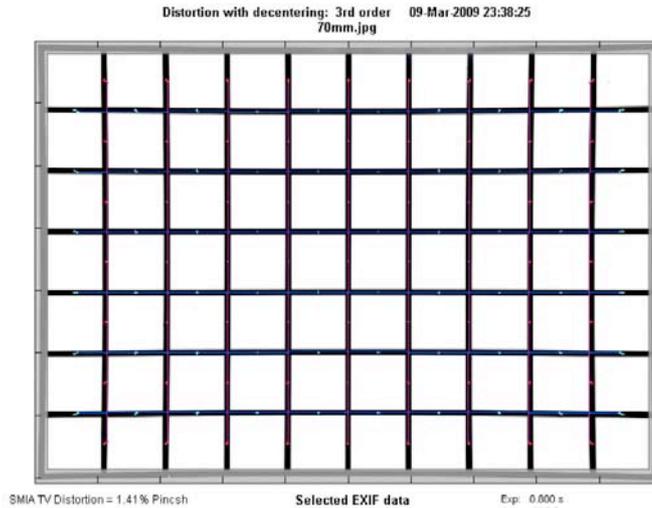


Figura 33. Distorsión 1,41% de acerico del objetivo en 70mm

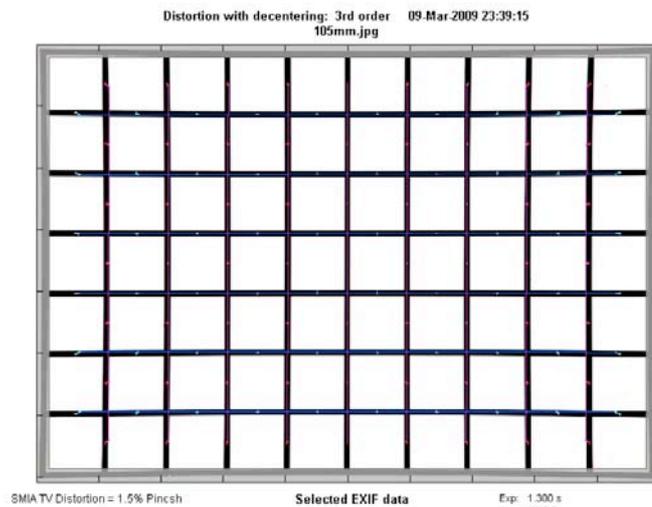


Figura 34. Distorsión 1,5% de acerico del objetivo en 105mm

2.5.5. Viñeteado de las imágenes: Se entiende por viñeteado al efecto de pérdida de luz en las zonas periféricas del círculo de imagen debido a la mayor distancia que debe recorrer el rayo de luz en las esquinas respecto al centro. Se intenta corregir en el diseño de la óptica, aunque se hace más patente en distancias focales cortas y en aperturas de diafragma amplias.

La siguiente tabla nos aporta el comportamiento en las cuatro distancias focales escogidas anteriormente y sus efectos en distintos diafragmas, expresados en valores E.V.

Vignetting	F/4	F/5.6	F/8	F/11
24mm	2,46	1,76	1,25	1
40mm	0,9	0,48	0,47	0,47
70mm	1,2	0,54	0,34	0,33
105mm	1,24	0,61	0,27	0,27

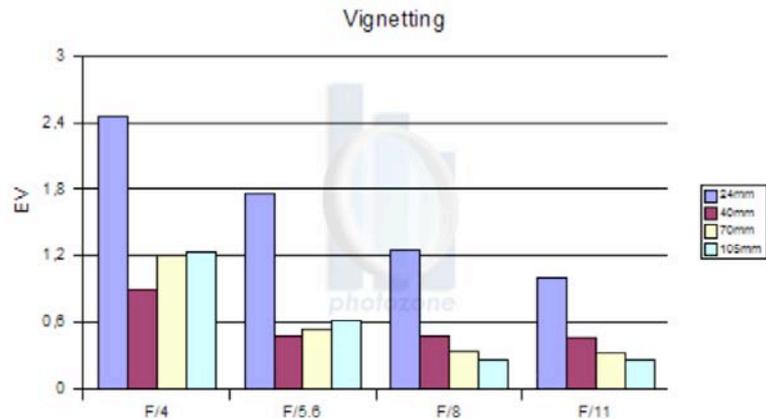


Figura 35. Comportamiento del objetivo 24-105mm en relación al viñeteado

2.5.6. **Comportamiento de resolución FTM:** En las siguientes tablas del test ya citado, nos aparecen las resoluciones del objetivo en el centro, bordes y esquinas de las cuatro distancias focales elegidas, 24, 40, 70 y 105mm.

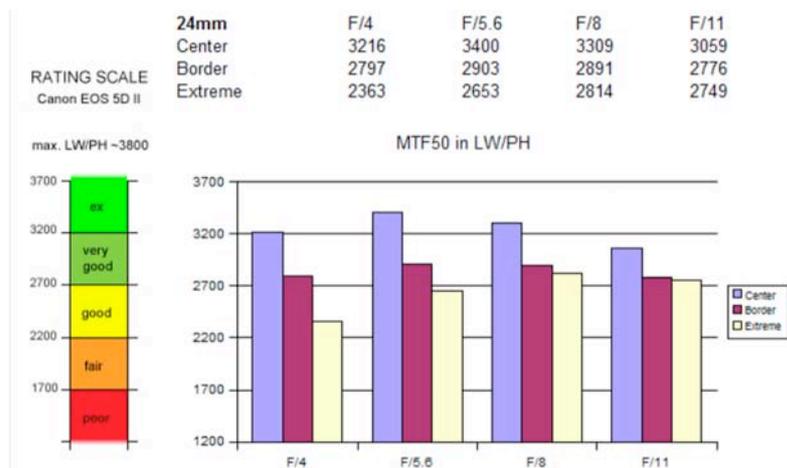


Figura 36. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la distancia focal 24mm

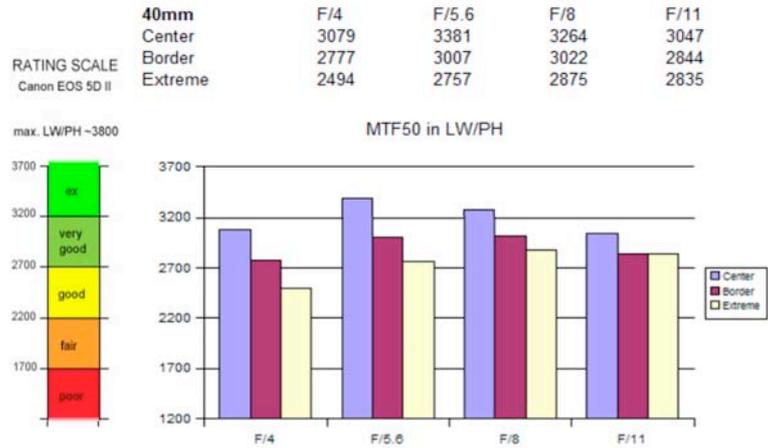


Figura 37. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la distancia focal 40mm

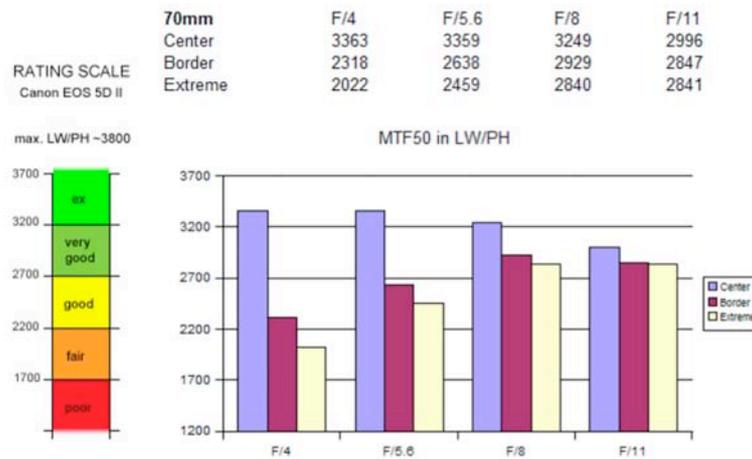


Figura 38. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la distancia focal 70mm



Figura 39. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la distancia focal 105mm.

2.5.7. **Zona de utilización del sensor:** Una vez presentadas las características de viñeteado y resolución, y antes de empezar a analizarlas para la búsqueda del diafragma idóneo, vamos a mostrar gráficamente el área real empleada y la zona eventualmente conflictiva (los extremos del círculo de imagen) que puede ser ignorada debido a que las proporciones entre ficha y sensor hacen prescindible el uso de la superficie de la zona de los extremos.

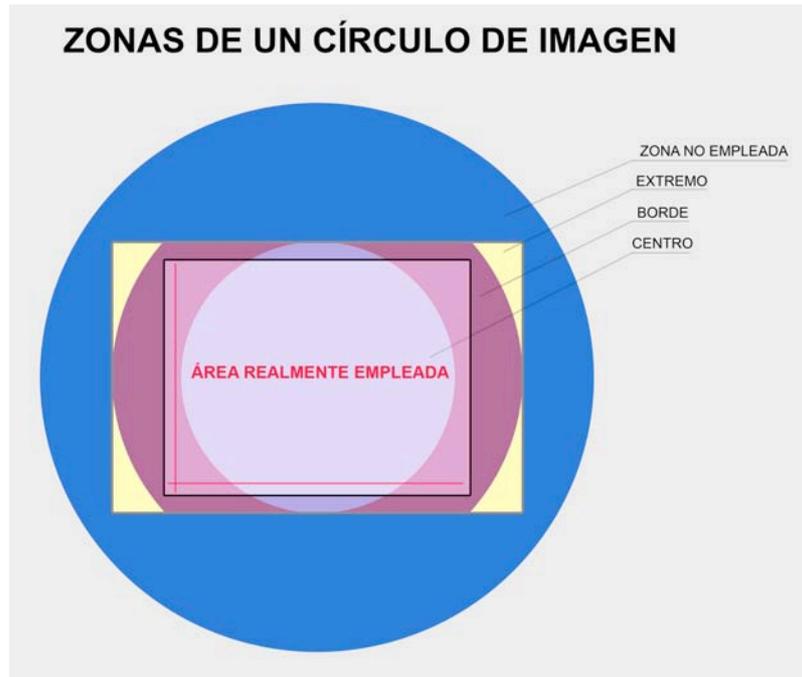


Figura 40. Ilustración mostrando las distintas zonas de un círculo de imagen y la selección del área de trabajo realmente empleado.

2.5.8. **Observando los metadatos de la cámara:** Una vez anclada la cámara al soporte y buscado el eje óptico, se procede al encuadre que vamos a mantener siempre que no cambie el tamaño del opaco a reproducir, en este caso las fichas antropológicas del IMNC, todas de 21x27,5 cm. Cuando encuadre y enfoque están perfectamente ajustados, se procede a bloquearlos mediante una cinta adhesiva para evitar que la fuerza de la gravedad pueda hacer girar las roscas del zoom, como a veces realmente sucede.

Observados los meta-datos (datos técnicos) de la cámara, observamos que la distancia focal en ese encuadre es de 73mm. Así con este dato podemos ver en la tabla de viñeteo y en la resolución cuales serían los valores óptimos de ambos parámetros y buscar el diafragma mas idóneo, y a partir de ahí deducir el resto.

2.5.9. **Criterios para la selección del diafragma:** Una vez analizadas las tablas correspondientes la resolución en la distancia focal de 70mm, que es la mas próxima a la 73mm. empleada, observamos que alrededor del diafragma f/8 es donde la relación entre el nivel de resolución en el centro y bordes es la mas conveniente, pues mantiene en el centro una resolución de 3286 LW/PH, calificada de “excelente”, y en el borde, de 2905 LW/PH calificada de “muy buena”. Los extremos con 2840 LW/PH, son calificados de “muy buenos” también pero en el caso concreto que nos ocupa no es necesario tenerlo en cuenta, puesto que como se aprecia en la ilustración anterior, los bordes quedan fuera del area real emplada.

Por tanto los diafragmas situados entre f/ 6,3 y f/8 son los de máxima uniformidad en el conjunto de valores y por tanto en esa zona debemos movernos. Respecto al viñeteado a diafragma f/8 y en esa distancia focal, el valor es 0'34 E.V. que es sumamente moderado, dato que conviene recordar para el caso de querer corregirlo a través de algún programa de tratamiento de imagen.

2.5.10. **Criterios para la selección de la sensibilidad:** Estudiando la curva de la tabla creada por Roger N. Clark de Rango Dinámico¹⁴ de la cámara Canon 5D Mark II, cuyo sensor es el mismo que el de la cámara Eos-Ds Mark III empleada en este trabajo, observamos como el máximo rango está situado en ISO 50 y se mantiene prácticamente al mismo nivel hasta 200 ISO para empezar a descender suavemente hasta los 1000 ISO. Por tanto, dada la naturaleza de los opacos a reproducir, no necesitan tanto rango (5 a 7 pasos serían suficientes).

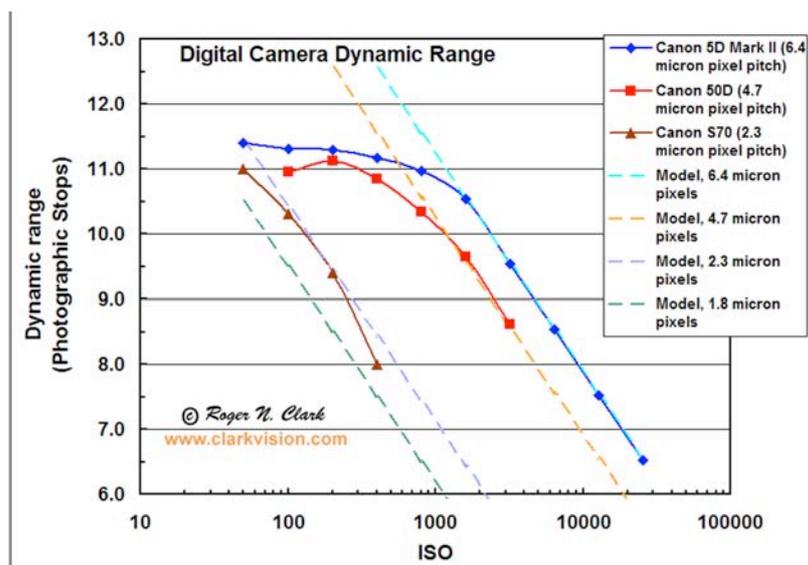


Figura 41. Tabla con las curvas de Rango Dinámico de tres modelos distintos de la Marca Canon.

¹⁴ <http://www.clarkvision.com/articles/digital.sensor.performance.summary/index.html>

2.5.11. **Criterios para la selección de la velocidad:** La velocidad de disparo más baja del obturador debe ser tal, que impida pérdida de definición por movimiento o vibración de la cámara. En el caso de la mesa de reproducción, al estar la cámara anclada firmemente en su base, los riesgos de movimiento son muy bajos, pero si los hubiere podrían tener dos procedencias.

La primera de ellas provendría del golpeteo del espejo del visor en el momento del disparo, pero al trabajar desde el ordenador, además de existir la posibilidad de subir el espejo, ese riesgo queda anulado. La segunda fuente de movimiento procede de la manipulación de los opacos a reproducir; es importante que el operario sea consciente de ese riesgo. En un uso normal, los riesgos de movimiento de la estructura de hierro se verían anulados a una velocidad de disparo por encima de 1/8s a 1/15 seg.

2.5.12. **Datos finales:** Una vez se tuvieron en cuenta las razones en la elección de sensibilidad, y diafragma y velocidad óptimas, se hicieron las mediciones y comprobaciones correspondientes.

Los test indicaron que a 200 ISO y f/8, la velocidad de obturación era V:1/20 seg. y por tanto cumplían adecuadamente las demandas teóricas.

2.6. LOS ARCHIVOS DIGITALES DE IMAGEN

2.6.1. **La elección del tipo de archivo de imagen:** La cámara Eos-Ds Mark III, como otras de nivel profesional o avanzado, permite disparar dos tipos de archivos distintos: JPEG y RAW. Ambos tienen cualidades distintas ya expuestas en este trabajo, pero a la hora de decidir si decantarnos por alguno en concreto o simplemente aceptar los dos, conviene tener en cuenta el espacio de almacenamiento respectivo, aunque en la actualidad y para un proyecto de este tamaño no es importante puesto que el precio de la memoria necesaria es barato.

Otro factor de más calado y que merece ser bien sopesado es la introducción de los metadatos antropológicos de las fichas, que habría que hacer por duplicado si queremos que los archivos RAW también los incorporen, con el consiguiente empleo de tiempo y riesgo de equivocaciones; y también porque los archivos RAW llevan los datos adicionales como archivo "side-car" es decir un archivo asociado al RAW que puede separarse por una mala práctica y ser eliminado.

Teniendo en cuenta que las fichas antropológicas no necesitan ser reveladas digitalmente para interpretarlas fotográficamente (como si sucede con los negativos), sino eventualmente hacer algún pequeño ajuste; sería plenamente aceptable el ejecutar el trabajo de reproducción digital exclusivamente con archivos JPEG de máxima calidad, para solo introducir datos antropológicos.

Otra opción válida es hacerlo en formatos JPEG y RAW, manteniendo los mismos nombres de archivo, y no modificarlos al introducir los datos en los archivos JPEG; quedando como respaldo de seguridad los archivos RAW. En el caso concreto de las fichas del IMNC se optó por la opción solo JPEG + metadatos antropológicos.

2.6.2. **El control de calidad de las imágenes:** Una vez puesta en marcha la reproducción rutinaria, además de inspeccionar a través de la pantalla del ordenador que el encuadre y enfoque es perfecto, es conveniente hacer una inspección, cada 2 horas, de la calidad de los archivos de imagen generados, abriéndolos desde el programa de tratamiento de imagen disponible para comprobar:

1. Que la plantilla de encaje y apantallamiento no se ha desplazado.
2. Que la imagen sigue perfectamente enfocada. La abriremos con el programa de tratamiento de imagen y la ampliaremos en pantalla hasta el 100% para observar en la zona de texto impreso su definición y, después, la de todos los bordes de la plantilla porque, en caso de haber desenfocado, eso significaría que la cámara no está bien anclada o bien que el sistema de nivelado de la misma no fue suficientemente frenado.

En caso de desenfoco de toda la imagen, habrá que comprobar que la cinta adhesiva que hemos puesto en el objetivo a fin de que no hubiera desplazamientos en las arandelas de enfoque, está firmemente adherida a las partes fijas del objetivo.

También existe la posibilidad de que viendo el opaco enfocado en el ordenador (a través del programa de visión directa), las imágenes resultantes salgan borrosas, lo que indicaría vibraciones, bien procedentes de la cámara, o bien procedentes de la estructura por un manejo poco cuidadoso del operario que trasmite el movimiento de su cuerpo a la mesa. Por ello es conveniente no apoyarse en ella con el cuerpo durante el trabajo, y en caso de que la mano esté posada sobre el reverso de la ficha, hacerlo con sumo cuidado.

Por último observaremos el histograma, que debería ser equilibrado y sin desplazamientos excesivos hacia los extremos del gráfico del histograma.

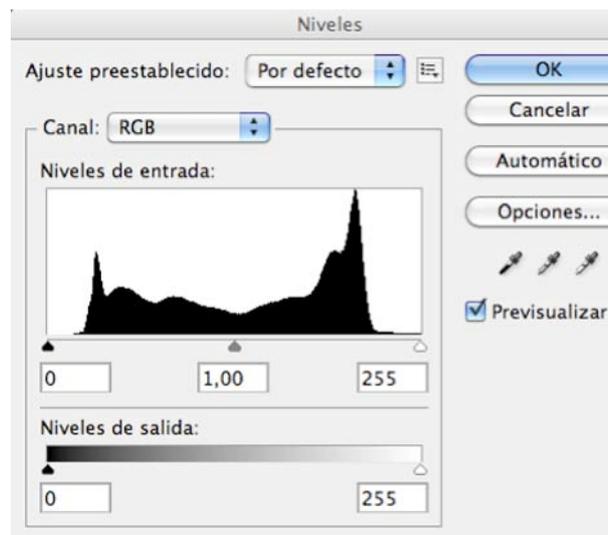


Figura 42. Ejemplo de un histograma representando una imagen fotográfica perfectamente expuesta.

2.7. CONCLUSIONES CAPÍTULO 2

Una vez comprobadas las capacidades teóricas y prácticas de una cámara profesional digital, concretamente los modelos Canon Eos-Ds Mark III y Eos-D5 Mark II, para digitalizar con alta calidad películas de 35mm y opacos de tamaño A4, siempre que fueran dotadas de ópticas de gran calidad, procedimos estudiar el proceso de reproducción clásico, pero con cámara digital.

Pronto encontramos que el sistema clásico de reproducción de opacos, se veía a veces superado o en dificultades a causa de los factores condicionantes extremos, como eran el mal estado de cierta cantidad de fichas antropológicas, la contaminación lumínica ambiental, el suministro eléctrico, y también factores humanos que podían dificultar, retrasar o impedir la digitalización de las 13500 fichas antropológicas.

Nos fue imposible dar con una literatura especializada que se hubiera ocupado de alguna situación similar y por tanto decidimos buscar una solución a medida de la colección, revisando los principios de la reproducción de opacos y sometiendo a los condicionantes imperantes en el IMNC.

El inicio de la solución comenzó con la idea de combatir la insoslayable influencia de la luz ambiental que no podíamos eliminar, y que resolvimos partiendo de la idea de invertir un soporte de reproducción y meterlo dentro de una caja, que impediría la influencia de la iluminación externa y también del polvo.

A partir de este punto, el desarrollo de la mesa de reproducción de opacos se basó en las medidas de las fichas antropológicas de 21cm x 27,5 cm. En los sucesivos prototipos realizados en Granada, fuimos probando las medidas de la estructura, comprobando las teorías y métodos de trabajo, y perfeccionando cada uno de los componentes de la mesa, hasta conseguir el nivel de perfección máximo que permitiera el equipo fotográfico.

Durante todo el proceso de diseño y desarrollo de los prototipos, nos situamos en la cabeza de una persona que deba resolver la situación con los medios de un país pobre, y por tanto eliminamos cualquier elemento que tuviera exceso de tecnología y lo sustituimos por otro igualmente válido pero realizable por artesanos del país donde actuábamos. Nos referimos a que la mesa, que en un principio iba a ser desmontable y construida en aluminio, finalmente fue realizada en el Congo. También la base de nivelado y anclaje de la cámara, fue sustituida por un sencillo mecanismo de igual precisión que las caras rótulas de cremallera, pero cien veces mas barato.

Respecto a la óptica a emplear, decidimos dar prioridad a un objetivo zoom de gran calidad, en vez de emplear un objetivo macro de calidad ligeramente superior, porque en caso de variar el tamaño de los documentos, el encuadre de estos se puede hacer desde el programa Live-View instalado en el ordenador sin pérdida de tiempo; mientras que si

hubiéramos empleado un objetivo macro, hubiéramos necesitado hacer mas complejo el diseño de la mesa de reproducción, cosa que intentamos evitar al máximo para poder adaptarnos a las circunstancias del ámbito de actuación.

Mediante la fusión de herramientas avanzadas como son las cámaras arriba citadas, los programas de visión remota y el ordenador, con elementos sencillos de construir, no sólo logramos salvar las dificultades que no se dan en países avanzados, sino que logramos una productividad muy elevada con un material frágil y delicado de manipular, a la vez que encontramos una solución sencilla e inédita; con posibilidad de desarrollos avanzados y a medida, para el mundo de la documentación, conservación y restauración de obra gráfica en países avanzados, añadiendo fuentes de iluminación para los rangos invisibles del espectro.

Finalmente se evaluó el tipo de archivos mas adecuados para la introducción de los metadatos de las fichas antropológicas y para su manejo de ficheros en una futura base de datos.

CAPÍTULO 3

DISPOSITIVO PARA LA
REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE PELÍCULA.

CAPÍTULO 3

DISPOSITIVO PARA LA REPRODUCCIÓN RÁPIDA DE PELÍCULA

- 3.1. ANATOMÍA Y FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO
- 3.2. EL OBJETIVO DE REPRODUCCIÓN
- 3.3. OTROS ASPECTOS TÉCNICOS DE LA CÁMARA

3.1. ANATOMIA Y FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO *ESCÑ*.

Primeros acercamientos: Después de que el equipo del IMNC hubiera digitalizado la colección de fichas antropológicas con éxito, en un tiempo mas corto del previsto, y habiendo comenzado la introducción de los metadatos de las fichas antropológicas en los archivos de imagen, ya no nos parecía una utopía la idea de digitalizar la colección completa de negativos.

Como ya se vio en el apartado cámara versus escáner, se mostraron los argumentos técnicos a favor y en contra de la digitalización mediante escáner, y se mostró experimentalmente el gran acercamiento cualitativo entre ambos métodos, pero con la enorme ventaja de productividad a favor del uso de la cámara digital.

Repasamos los métodos de duplicado de transparencias, y vimos que con mayor o menor sofisticación todos partían del mismo principio consistente en un objetivo al que se le acoplaba un soporte para sujetar la transparencia, mas una placa difusora de luz, mas una fuente de luz.



Figura 1. Sistemas clásicos de reproducción de negativos y diapositivas (transparencias)

En realidad parecía que no había mucho más por hacer, pero nuestra experiencia profesional duplicando diapositivas no era muy satisfactoria porque el método era lento y los negativos corrían riesgos de arañazos o estrés por calor de la fuente de iluminación (en caso se emplear lámparas de tungsteno), y como no encontramos nada más rápido empezamos a considerar la creación de una máquina a medida.

En el largo vuelo de regreso de Kinshasa a España, empezamos a idear un esquema de cómo debería ser un dispositivo de digitalización de transparencias rápido a través de cámara, y que fuera más eficaz que lo conocido por nosotros hasta ese momento; que aún siendo correcto era muy lento; pero teniendo en cuenta que el factor tiempo era esencial porque realizar las reproducciones con rapidez nos ayudaría a controlar personalmente la calidad del resultado; y a mantener la excelente dinámica de trabajo generada entre los miembros del equipo.

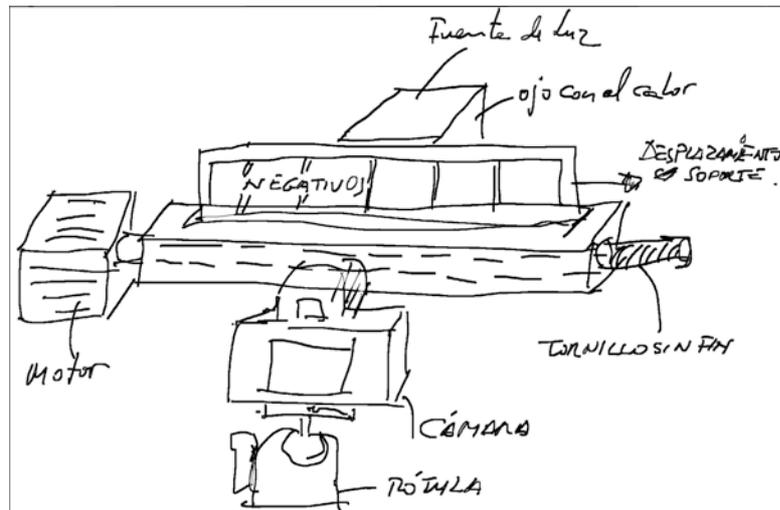


Figura 2. Primer boceto de un dispositivo de reproducción de transparencias y sus componentes.

La idea era sencilla: se hace pasar por delante de una cámara digital, un porta-negativos que es retro-iluminado; una vez que el negativo está encuadrado y enfocado, se dispara la cámara y ya está digitalizado.

3.1.1. Componentes del dispositivo manual de reproducción: Para conseguir esta sencilla máquina de apoyo se precisa de 1.- Carro de desplazamiento. 2.- Motor de avance y retroceso. 3.- Porta-negativos. 4.- Fuente de luz para retro-iluminar. 5.- Soporte de cámara. 6.- Cámara digital. 7.- Ordenador portátil con programa de visión directa remota.

Figura 3. Guía de desplazamiento Castell de Novoflex



3.1.2. El carro de desplazamiento: Aunque el proceso de maduración de la idea consistiera en ir repasando mentalmente y en orden aleatorio todos los componentes arriba citados, acabo imponiéndose el problema del carro de desplazamiento y su forma de avance como la primera cuestión a resolver.

En el primer momento se pensó en el uso de alguna guía de desplazamiento como las empleadas en macro-fotografía profesional, que permiten el desplazamiento preciso de la cámara en un eje.

Los principales inconvenientes que encontramos fueron dos, la inexistencia de un porta-negativos ya adaptado para esa guía, y que el desplazamiento era manual, lento para nuestras necesidades y sin posibilidades de incorporación de un motor.

Otra razón para desechar esta guía momentáneamente es que no queríamos dejar de probar un desarrollo con elementos asequibles en un país pobre, y construible por artesanos locales.

Muchos años de experiencia en la reproducción de obras pictóricas con cámaras técnicas de banco óptico, donde los desplazamientos x/y ajustados son esenciales para la precisión de los resultados, nos había planteado la cuestión frecuentemente y nos había hecho observar las ventajas del uso de determinados perfiles de aluminio por su ligereza y precisión.

Buscando una herramienta en nuestro taller, encontramos un trozo de perfil de aluminio de uso muy común en la fabricación de ventanas y recordamos que lo habíamos guardado porque nos había llamado la atención el excelente ajuste y la suavidad con que se desplazaba el junquillo sobre el perfil principal, y supusimos que alguna vez tendría utilidad para desplazamientos lineales de algún elemento fotográfico.



Figura 4. Detalle del perfil de aluminio con junquillo.

3.1.3. El motor de desplazamiento: En el primer boceto consideramos el desplazamiento del porta-negativos frente al objetivo de la cámara, mediante un motor acoplado a un tornillo sinfín que deslizaría el perfil de aluminio, a lo largo del junquillo anclado en in soporte, de izquierda a derecha y viceversa. Como motor de arrastre pensábamos usar, y así lo hicimos en las pruebas, un destornillador con acumulador eléctrico por la facilidad de acople y desacople con el tornillo sinfín.

Para calcular el tiempo de avance de los 23 cm de la zona de transparencia del porta-negativos, sujetamos una tuerca de 8mm de diámetro a un tornillo de banco, y roscamos en la tuerca una varilla roscada de 8mm de diámetro, para acoplarla al porta-brocas del destornillador eléctrico. Acto seguido pusimos en marcha simultáneamente el cronómetro y el destornillador para calcular el tiempo necesario en recorrer a través de la tuerca los 23 cm de la varilla roscada.

Los 42 segundos necesarios para el avance completo del porta-negativos, nos parecieron inaceptables, por tanto deberíamos buscar un tornillo especial con un paso de avance mucho mayor. La búsqueda de ese tipo de tornillo sinfín nos llevó de las ferreterías normales a los almacenes de suministros industriales, donde nos indicaron que esos productos se fabrican por encargo, con especificaciones a medida y en cantidades grandes.

Aquí nos dimos cuenta otra vez de la dificultad de adaptar nuestro pensamiento, acostumbrado a dar por sentado un nivel técnico que quizás no era necesario. También vimos que la erradicación de los motores eléctricos era viable y hasta podía ser una ventaja en caso de tener que usar baterías, porque ahorraríamos volumen de acumulación eléctrica.

3.1.4. **El desplazamiento manual:** Una vez abandonada la idea del desplazamiento mediante el motor eléctrico, volvimos a la observación más precisa del desplazamiento del perfil de aluminio sobre su junquillo, y vimos que con un suave engrasamiento con aceite ligero (3xl) el desplazamiento se volvía extremadamente suave y que con una ligera presión del dedo, podíamos desplazarlo de izquierda a derecha y al revés.

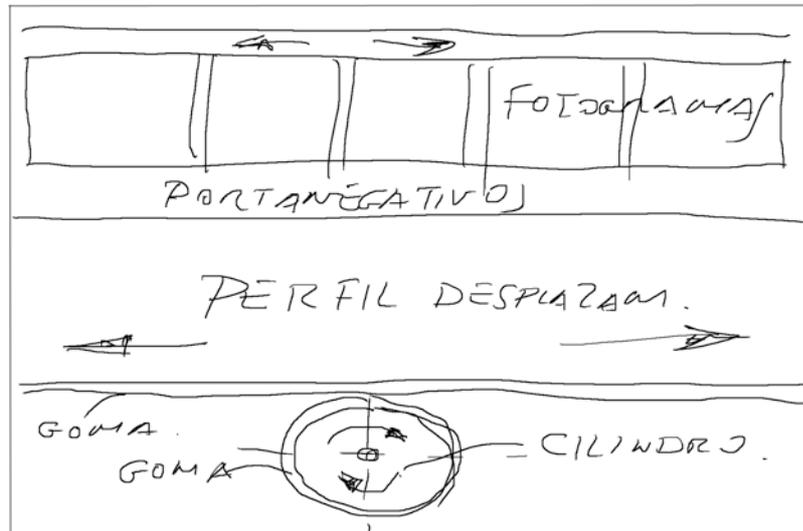


Figura 5. Primer boceto del esquema de desplazamiento manual.

Las ideas se iban aclarando respecto a la forma de ir eliminando al máximo los elementos innecesarios. No creo que tenga interés describir minuciosamente describir cada toma de decisiones a favor o en contra de cada detalle, pero probablemente merezca reseñar que la línea de trabajo iría por la opción de manualidad total.

3.1.5. **Dibujando a escala:** Puesto que los conceptos estaban maduros, era el momento de empezar a dibujar a escala y construir el primer prototipo. El diseño se programó en cuatro secciones:

- El sistema de desplazamiento y su soporte.
- El porta-negativos y su anclaje a la guía de desplazamiento.
- La fuente de retro-iluminación y su soporte.
- La base de anclaje de los distintos elementos.

Como la sección que nos parecía mas delicada era el sistema de desplazamiento empezamos dibujando la zona donde se iba a producir, porque siendo parte de los planos que ayudarían a los operarios a entender las ideas, dibujándolas se aclaran y también aparecen dificultades que no se han tenido en cuenta.

3.1.6. **El sistema de desplazamiento:** Cuando empezamos a dibujar esta zona, ya teníamos una idea bastante clara del principio de desplazamiento, que se realizaría anclando un junquillo a un soporte y pegando una banda de goma que ofreciera bastante agarre al rozamiento, a la base del perfil de desplazamiento; y otra banda circundando un cilindro que girando y rozando la banda de goma adherida a la base del perfil de desplazamiento, lo hiciera moverse con suavidad de izquierda a derecha y viceversa.

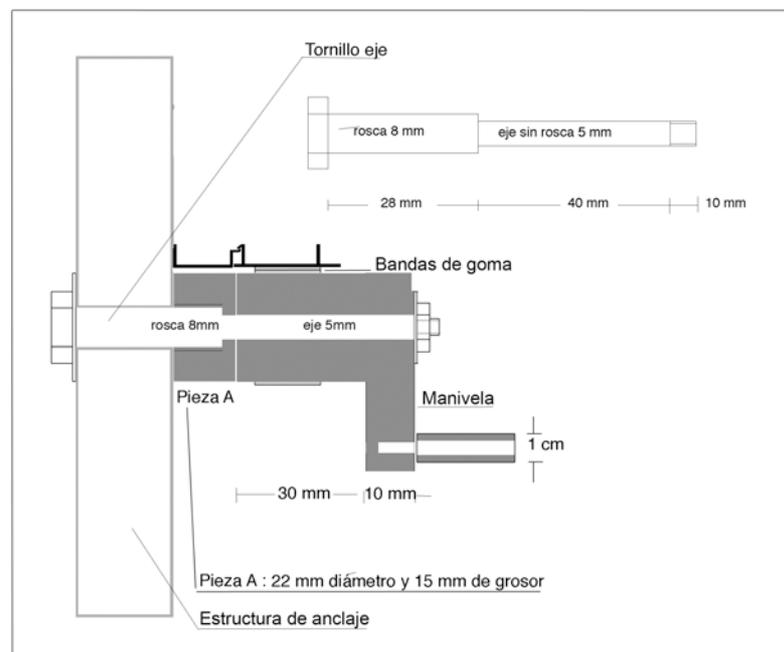


Figura 6. Detalle de la zona de anclaje y desplazamiento

Como experimentalmente ya habíamos anclado el junquillo a un tablero y deslizado el perfil de desplazamiento sobre éste sin dificultad con una ligera presión del dedo, empezamos a probar algunos tipos de gomas que o bien eran demasiado lisas, o duras y no transmitían bien el agarre y patinaban entre ellas. Finalmente vimos que los torniquetes planos empleados para la de extracción de sangre tenían una cara plana y otra rugosa. Los probamos enfrentando las caras rugosas y funcionaron perfectamente.

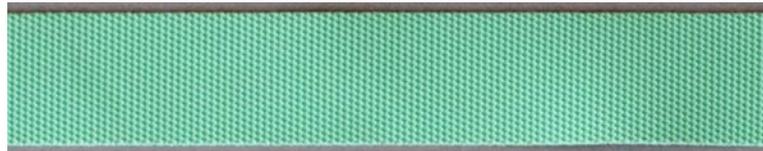


Figura 7. Torniquete de goma plano

3.1.7. El cilindro de giro y su anclaje: Una vez resuelto el modo de desplazamiento por medio de un cilindro giratorio recubierto de goma, se planteó la dimensión del diámetro, ya que si era muy pequeño habría que dar varios giros que conllevarían pérdida de tiempo; y si era muy grande perderíamos precisión de movimientos y otra vez pérdida de tiempo para reajustar.

Dado que el giro del cilindro de desplazamiento se iba a hacer con la mano en 52.000 negativos, nos pareció que era un número importante de movimientos que podría suponer incomodidad o alguna pequeña lesión por movimiento repetitivo. Para ello empezamos a simular giros con la mano y a observar que músculos se movían; también buscamos formas de apoyo del antebrazo que fueran relajadas y finalmente llegamos a la conclusión de que medio giro de muñeca con el antebrazo reposado sobre la mesa no suponía esfuerzo, ni generaba tensión en mano, antebrazo, hombro y espalda.

Como habíamos comprobado que medio giro de muñeca era la postura mas cómoda y rápida, ya solo había que calcular el diámetro que debe tener un cilindro para que en medio giro mueva horizontalmente el perfil de desplazamiento una distancia equivalente al lado mayor de un fotograma (36mm + 2mm del espacio inter-fotograma). Aplicada la fórmula para hallar el radio de un círculo sabiendo el perímetro, nos salió que el diámetro debería ser 24mm para desplazar los 38mm. del fotograma.

Posteriormente, ya en la práctica cotidiana de 8 horas de trabajo, observamos que si el torso tomaba una postura relajada y con la espalda apoyada en el respaldo de la silla, la sensación de comodidad era notable.

3.1.8. **El eje de anclaje:** Al comenzar el diseño del sistema de desplazamiento, consideramos que el eje iba a ser un simple tornillo roscado, que se anclaría al soporte mediante una tuerca, pero habíamos ido mas allá de este pensamiento inicial.

Cuando empezamos a dibujar a escala 1:1 empezaron a aparecer con claridad que un tornillo como eje y anclaje a la vez era algo extraño, pero factible siempre que lo transformáramos a nuestra conveniencia. Así que transformamos el tornillo y lo que debía ser una tuerca de sujeción (pieza A de la fig. 6) fue un cilindro hecho a medida para que funcionara como una “tuerca” y a la vez de tope para la manivela sin impedir el giro.

Figura 8. Tornillo galvanizado de 8cm de longitud y 8mm de diámetro

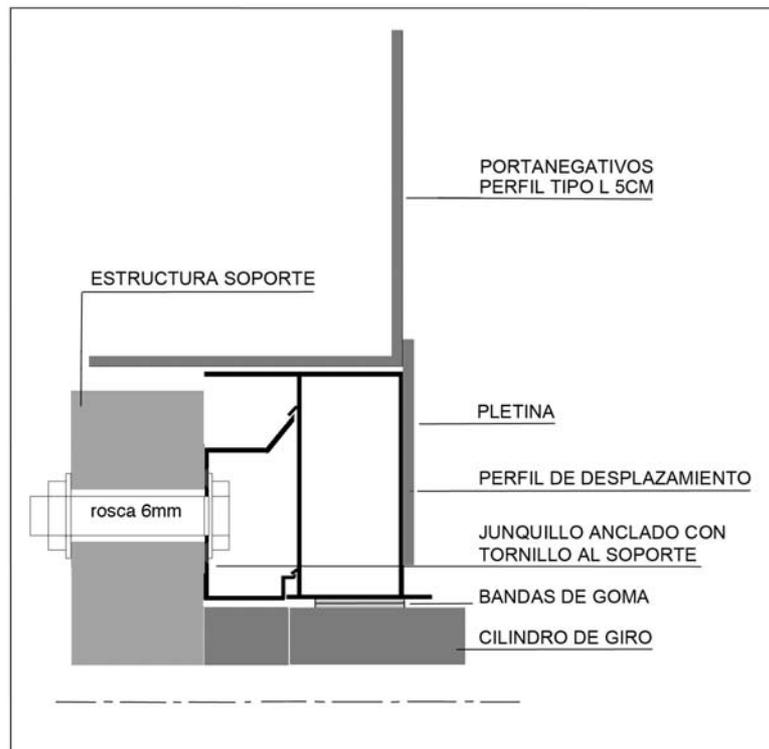
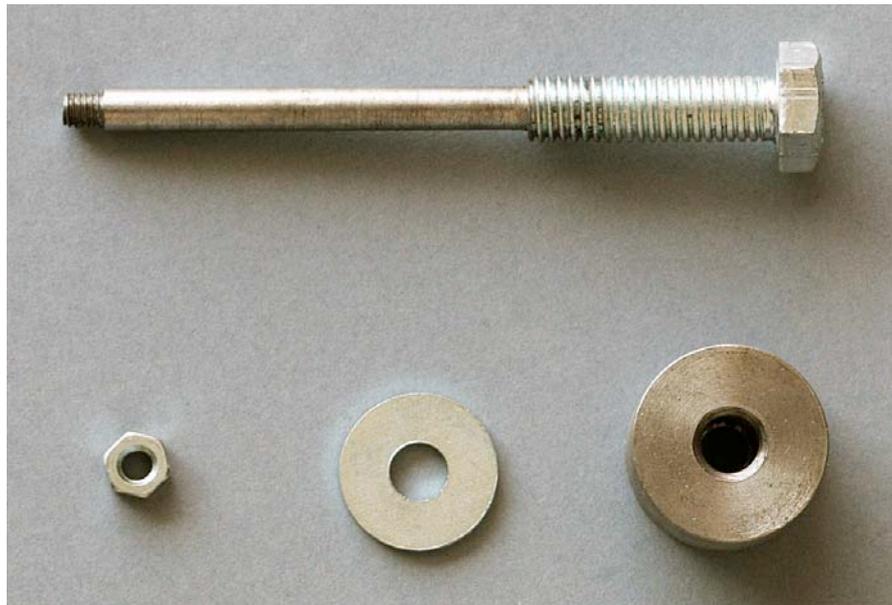


Figura 8. Detalle de la zona de giro y anclaje

El resultado de la transformación fue bueno ya que el perfil de desplazamiento se movía con suavidad cuando se giraba la manivela; si bien el conjunto del prototipo resultaba un poco burdo por los materiales provisionales empleados para la estructura de soporte hecha de tablero laminado.

Figura 10. Tornillo transformado y piezas de anclaje



3.1.9. De la manivela de desplazamiento al volante: Cuando estábamos calculando las medidas correctas para el cilindro de giro, además de buscar las dimensiones óptimas en función del ahorro de tiempo y del cuidado de la muñeca del operario, no reparamos lo suficiente en la precisión del encuadre del fotograma de la película con el encuadre de la cámara. El resultado fue que cuando queríamos hacer coincidir al máximo la superficie del fotograma con la superficie del sensor, es decir aproximarnos del 95% en adelante, volvíamos a tener imprecisiones en el encaje de ambas, con la consiguiente pérdida de tiempo.

Por consiguiente pensamos que si la manivela tuviera un brazo mas largo los movimientos serán mas precisos, pero perderíamos comodidad en la muñeca y en el antebrazo, que ya no podría estar apoyado sobre la mesa. Ensayando otra vez el giro tal como estaba la manivela nos dimos cuenta que los dedos corazón, anular y meñique se hallaban a bastante distancia de los dedos pulgar e índice; lo que nos hizo pensar en el uso de un volante con manivela.

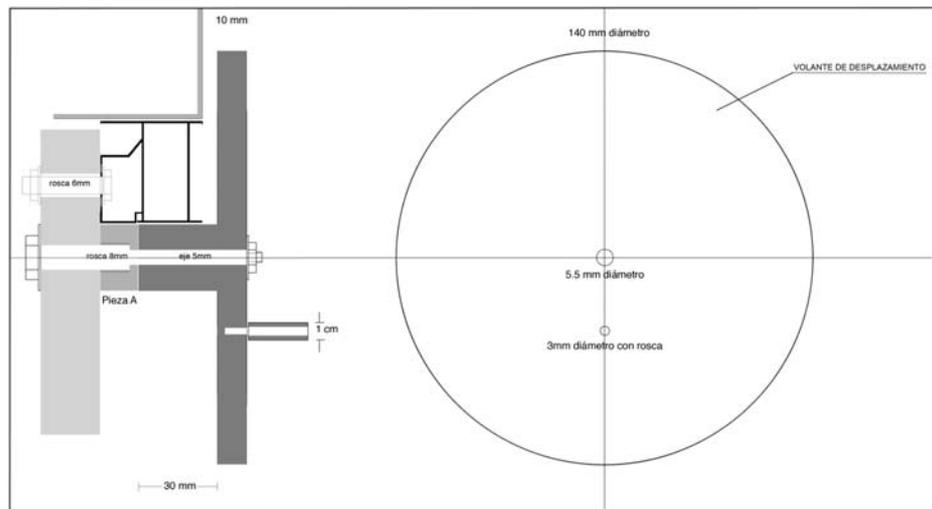


Figura 11. *Volante de ajuste con manivela de desplazamiento en una sola pieza*

Una vez construido el volante en cartón pluma se tantearon las distancias para comprobar si realmente había una ganancia en comodidad para la mano y el brazo; y se vio que efectivamente mejoraba la precisión en el encuadre al hacer el ajuste con los dedos corazón o anular, y que además al tener mas masa el volante, disponía de una mayor inercia que mejoraba la sensación de precisión.

El material elegido fue poliéster blanco, que es fácil de torneear y con peso bajo. La manilla de giro es igualmente un cilindro hueco de poliéster atornillado en el volante.

Figura 12. *Vista del volante por la cara de la manivela*



Figura 13. *Vista del volante por la zona de arrastre*



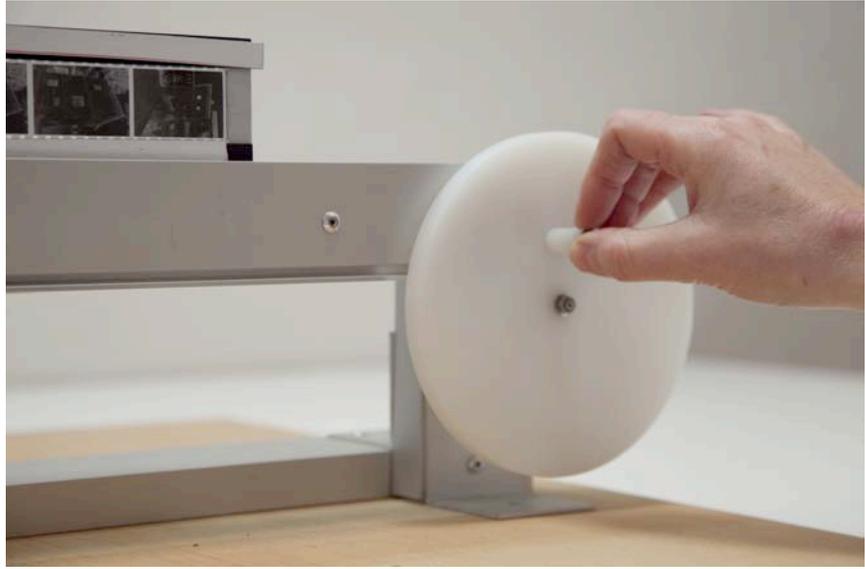


Figura 14. *Giro del volante 1*

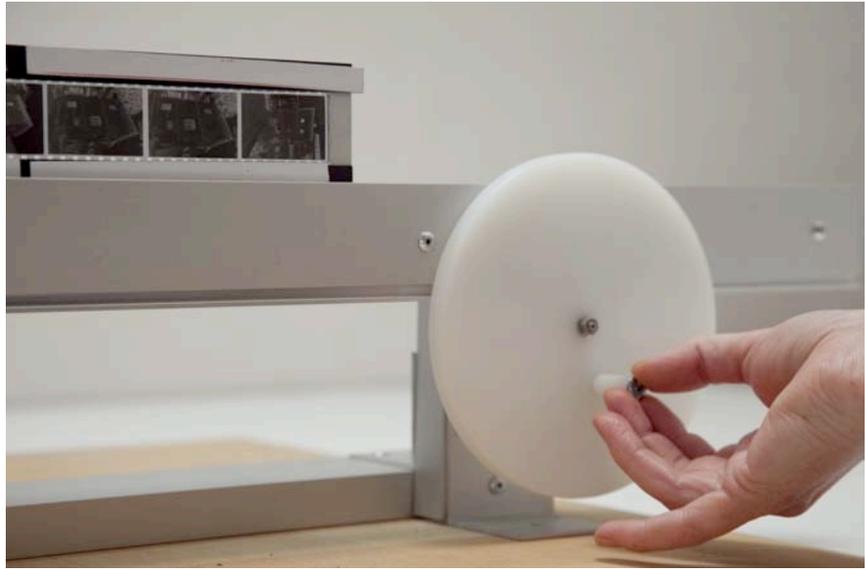


Figura 15. *Giro del volante 2*

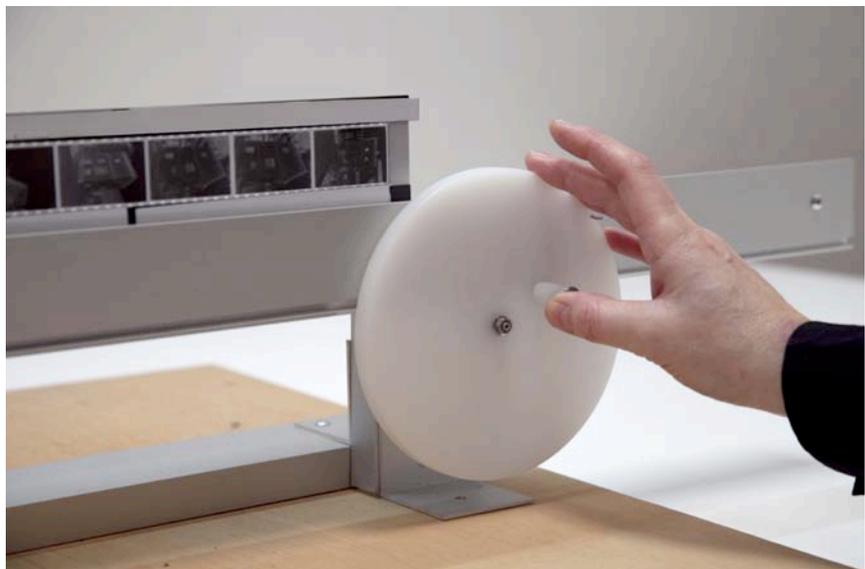


Figura 16. *Ajuste fino de encuadre del negativo*

3.1.10. **La estructura de soporte y anclaje:** Todos los elementos que habíamos ido desarrollando estaban anclados provisionalmente a una estructura de contrachapado de 2 cm. de grosor hasta que diseñáramos la estructura definitiva. Siguiendo con el principio de desarrollar de manera asequible tanto técnica como económicamente para las circunstancias de un país pobre, también acabamos decantándonos por el aluminio, por la precisión, ligereza y facilidad de manipulación. Finalmente hicimos este boceto técnico para su construcción.

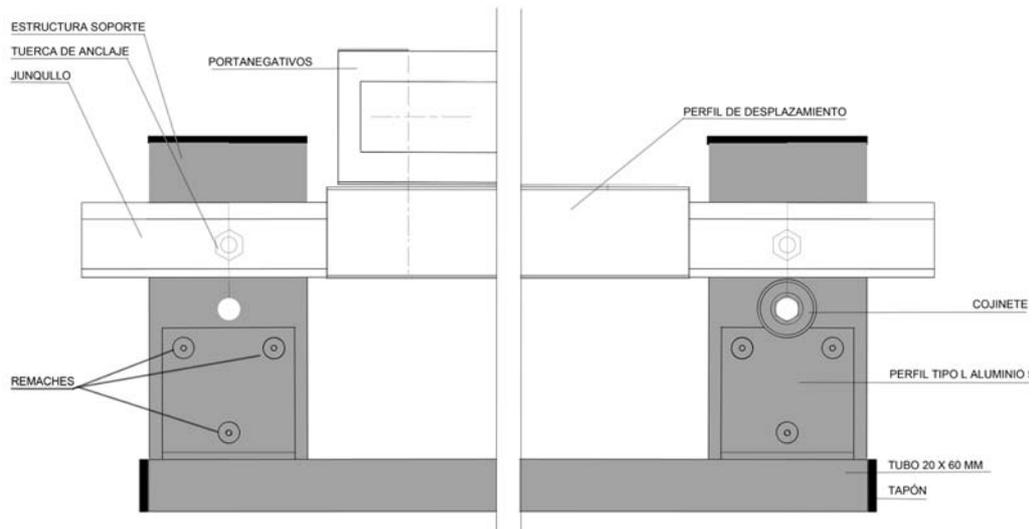


Figura 17. Detalles de las zonas de soporte y anclaje.

El anclaje de los tres tubos de perfil rectangular de 20x60 mm. que componen la estructura, se realizaron por medio de escuadras hechas de perfil tipo L de 5x5x5 cm y unidos mediante remaches. Una vez construida la estructura se montaron todos los elementos para comprobar si había algún tipo de error no previsto, o por contra se podía continuar con el desarrollo de los siguientes elementos del Dispositivo ESCÑ



Figura 18. Estructura de anclaje y soporte del Dispositivo ESCÑ.

Figura 19. Vista trasera de la estructura de anclaje ya montada con perfil de desplazamiento y volante



Figura 20. Vista delantera de la estructura de anclaje ya montada con perfil de desplazamiento y volante



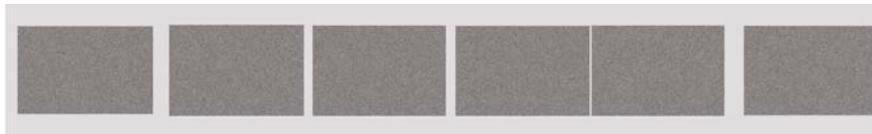
Va montados los elementos fabricados hasta el momento, pudimos comprobar un funcionamiento preciso y suave de manera que pudimos pasar a la fase siguiente.

3.1.11. El porta negativos: Cuando estábamos preparando el informe de actuación sobre la colección del IMNC, al revisar los negativos de una época en la ya estábamos activos profesionalmente con las mismas películas y materiales que nuestros colegas congoleños, nos dimos cuenta de forma forense del excelente conocimiento que tenían en el manejo del laboratorio, por la pulcritud del revelado y ausencia de arañazos en la parte de los negativos que nadie había tocado; en la blandura del agua, porque no había ningún resto de cal en los negativos y... en que las cámaras estaban empezando a desgastarse año tras año sin que fueran reajustadas.

Esto último tiene interés para este apartado porque a la hora de diseñar en el porta-negativos había que tener en cuenta todos los factores del material negativo, humedad relativa del aire, incluidos. En un primer momento pensamos en la adaptación de un porta-negativos para seis fotogramas de un viejo escáner, pero desistimos porque dichos soportes tienen con buen criterio y mala suerte para nosotros una barrita plana que sujeta la película en cada espacio inter-fotograma para evitar un posible movimiento de abombamiento de la película en el escáner por el efecto del calor.

Dichas barritas solamente cumplen sin estorbar, cuando el arrastre de la película es regular, cosa que no sucede en cámaras desgastadas.

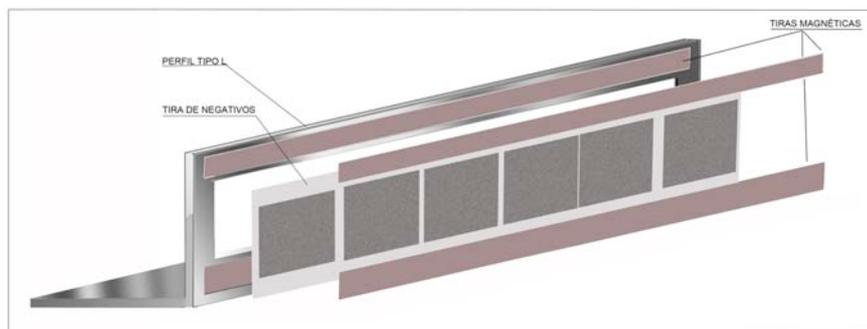
Figura 21. Esquema de una tira de negativos producidos por una cámara con el mecanismo de arrastre desajustado.



Dentro de la mala suerte por no poder emplear el ya citado porta-negativos, sucedió también que habíamos observado la extraordinaria planitud de los negativos debidos a la blandura del agua con la que fueron revelados, lavados y a la alta humedad relativa del aire del IMNC, situado a pocos metros del río Congo que evita el curvado de la película por exceso de sequedad.

Teniendo estos elementos en cuenta optamos por emplear un perfil de aluminio de tipo L de 50mm y realizar un hueco rectangular de 28 x 226 mm; y en la parte superior e inferior de la cara ahuecada, pegamos una tira de imán flexible para, depositando cuidadosamente la tira de negativos encima de ellos y colocando otra tira encima de la película, prensarla por la fuerza de atracción entre ambas.

Figura 22. Dibujo de porta-negativos con el esquema de colocación del negativo. Porta-negativos con película y tiras imantadas.

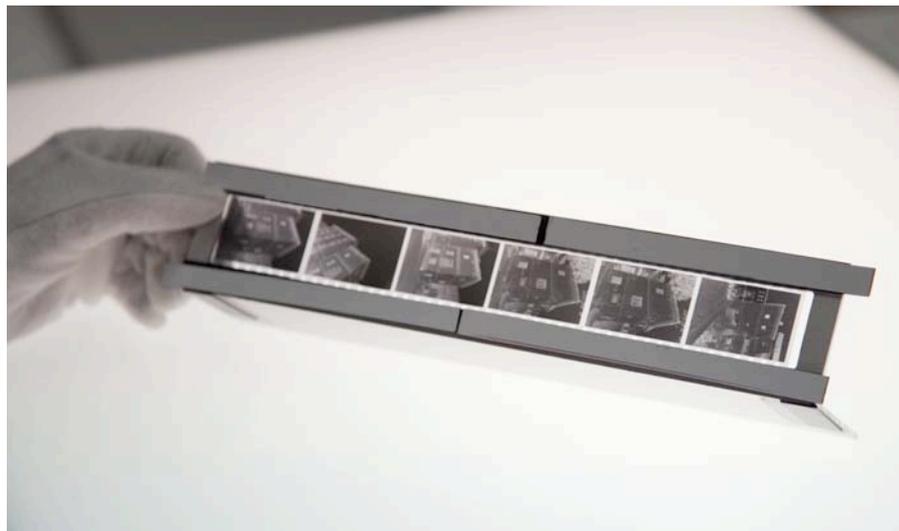


Una vez comprobada la facilidad de montar y desmontar los negativos, y que situando el porta-negativos sobre una caja de luz se ganaba en comodidad y rapidez, quisimos hacer unas pruebas de tomas para ver también como colocar adecuadamente el porta-negativos sobre el perfil de desplazamiento.

Figura 23. Montando negativos en el porta-negativos

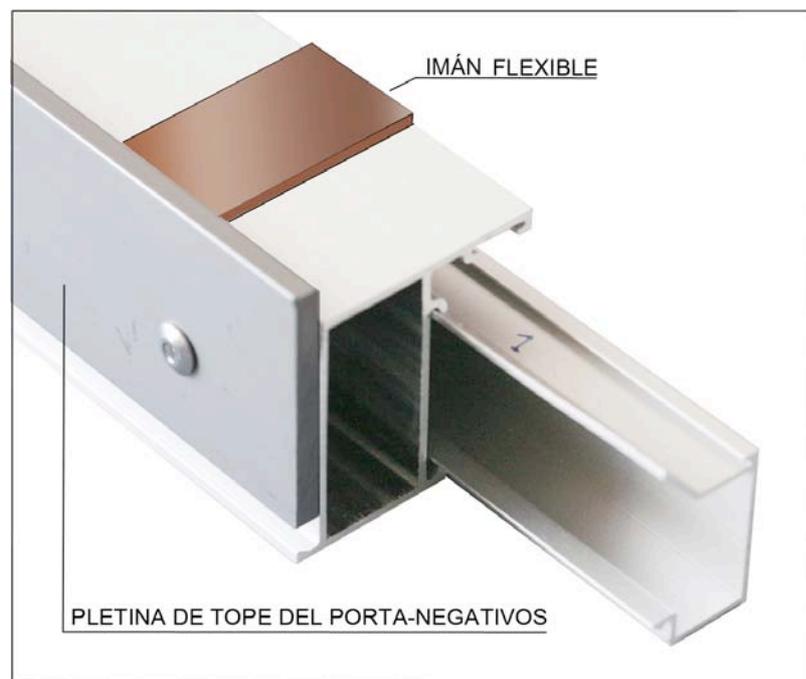


Figura 24. Porta-negativos con negativo ya montado



3.1.12. Tope y sistema de fijación del porta-negativos al perfil de desplazamiento: La idea era hacer coincidir el borde del ángulo del negativo con el borde del perfil de desplazamiento, y sujetar el uno al otro por medio de la fuerza de atracción de dos tiras de imán situadas en la cara superior del perfil de desplazamiento, y en la cara inferior del porta-negativos; pero al hacerlo nos dimos cuenta que se empleaba algo de tiempo para que el ajuste fuera preciso y también que había que alinear bien los imanes para evitar la repulsión entre ellos, o desplazamientos laterales incontrolados. Para resolver esa pequeña dificultad adosamos una pletina mediante tres remaches.

Figura 25. Detalle del perfil de desplazamiento con pletina e imán de fijación



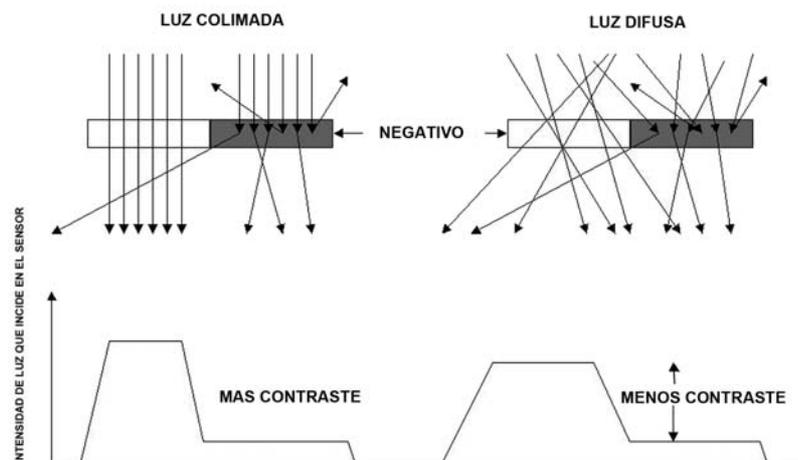
3.1.13. **La linterna de retroiluminación:** Los principios que rigen en la ampliación de un negativo a través de una ampliadora, son también válidos para la reproducción de un negativo a través de una cámara; por tanto consideraremos a la linterna de retroiluminación como a una linterna de ampliadora en los aspectos que afectan ópticos y térmicos.

La iluminación de las ampliadoras se dividen en tres tipos: directa, semi-difusa y difusa; con condensador o sin el. Cada uno de los tipos de luz producidos por las diferentes linternas de ampliadora, tiene ventajas e inconvenientes en la ampliación de negativos sobre papel. La luz directa arroja mucha mas luz sobre el negativo, sobre todo si hay un condensador óptico por medio; pero tiene un grave inconveniente para duplicar negativos a causa del efecto Callier¹.

El efecto Callier consiste en la descompensación que sufre en una película, una escala de grises con densidades que vayan de la transparencia a la opacidad, en sus zonas mas transparentes. A efectos prácticos significa que detalles sutiles de las sombras de una escena se perderían por la ganancia de contraste que sucede en las zonas menos densas de la escala de grises. Otro inconveniente de la iluminación directa es el realce del polvo y arañazos que pueda tener el negativo.

¹ Edgecoe John Manual de técnica fotográfica p 327 Edit. H. Blume Madrid 1995

Figura 26. Efecto Callier



Por tanto, aun siendo aceptable y a veces buscado tal efecto para una ampliadora, no lo es para una linterna de retro-iluminación destinada al duplicando digital de negativos que debe respetar al máximo la gama tonal de la película en su estado original, es decir sin re-interpretaciones.

La Iluminación semi-difusa es una solución interesante, cuyo único pequeño inconveniente es que la fuente de iluminación es frontal al negativo y, en consecuencia, participa en pequeña medida de los defectos de la iluminación directa y por tanto solo disimulará parcialmente el polvo y los pequeños arañazos.

La iluminación difusa es la adecuada para nuestros propósitos porque no produce el efecto Callier, y además disimula con mucha eficacia el polvo que no esté incrustado en la gelatina de la película. Un posible inconveniente a tener en cuenta en el empleo de las lámparas de iluminación difusa, es que su rendimiento lumínico es menos eficaz y, por tanto, habrá que subir su intensidad hasta alcanzar el umbral de seguridad en la velocidad de disparo que hemos situado empíricamente en 1/8 seg. En condiciones de trabajo cuidadas.

3.1.14. Las fuentes de iluminación: Siguiendo con los símiles entre la linterna de las ampliadoras y la linterna para la retro-iluminación en el dispositivo de digitalización de transparencias; y habiendo llegado a la conclusión de que la iluminación difusa era la mas conveniente, empezamos a revisar los tipos de lámparas mas adecuadas para ese cometido.

Descartamos las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno porque el calor que desprenden afectarían al negativo que podría abombarse y quedar fuera de foco inadvertidamente con el consiguiente desenfoque en la reproducción digital; o bien nos obligaría a revisar permanentemente los resultados con la inevitable pérdida de productividad.

Otra opción, siguiendo las pautas de las ampliadoras, sería el llamado Cátodo frío que es un tubo fluorescente en forma de espiral o zigzagueante que ilumina una superficie circular o cuadrada de manera muy suave y difusa. Esta solución aparte de cara es aparatosa y desprende algo de calor, que se nota en distancias cortas, al igual que las lámparas empleadas en la mesa de reproducción de opacos.

Finalmente, y tras algunos tanteos fallidos por falta de potencia lumínica con lámparas L.E.D de uso casero, encontramos un tipo mucho más potente que las empleadas inicialmente. Concretamente la lámpara Megaman ER0114-50H24D de 14W at 700mA 4000K. Las ventajas de éste tipo de lámparas radica en el bajo consumo, alto rendimiento lumínico por watio, y la práctica ausencia de emisión de calor por el lado de la lámpara; además en la parte trasera posee un disipador de calor que queda fuera de la caja de integración de luz.

3.1.15. La caja de difusión de la linterna: Al comenzar el diseño de la caja de difusión, el primer factor que tuvimos en cuenta fue el tamaño máximo de los negativos que pretendíamos digitalizar. Revisando el informe de contenidos de la colección de negativos del IMNC, vimos que la mayoría de negativos era película de 35mm. El resto era película de 4´5x6cm y 6x6cm.

La función de una caja de integración consiste en hacer que la luz rebote por todas sus paredes con el fin de obtener la máxima homogeneidad en la iluminación, así como una luz extraordinariamente suave y multi-direccional que evite el efecto Callier. Para su construcción se ha empleado chapa de aluminio de 0´5mm para disipar la temperatura residual que pudiera generarse en su interior.

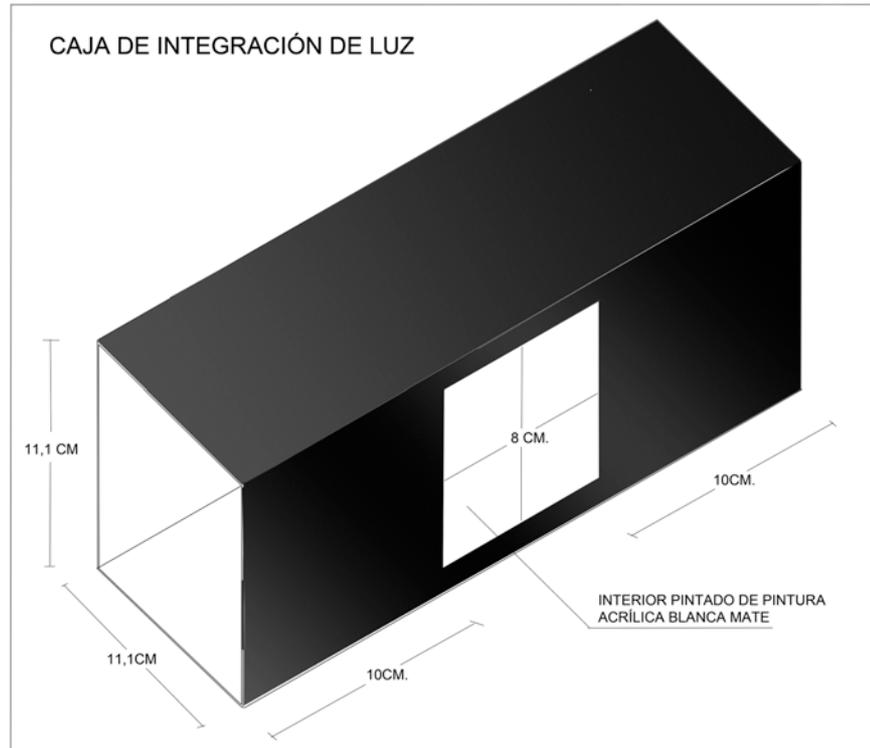


Figura 27. Caja de integración de luz

Soporte y montaje de la linterna de iluminación: Una vez definidas las características de la caja de integración, solo faltaba encontrar la forma más sencilla de ensamblar lámparas y caja. Para conseguirlo, tomamos una pletina de 3cm de ancho, la doblamos en forma de U y con el mismo ancho del diámetro de la parte de disipación de calor del led.



Figura 28. Componentes de la linterna de retroiluminación

Posteriormente mediante unas varillas roscadas se presionó mediante las tuercas de los extremos de las varillas hasta que las lámparas quedaron sujetas a la pletina soporte. Finalmente las pletinas fueron fijadas al tablero base mediante un tornillo y su tuerca.

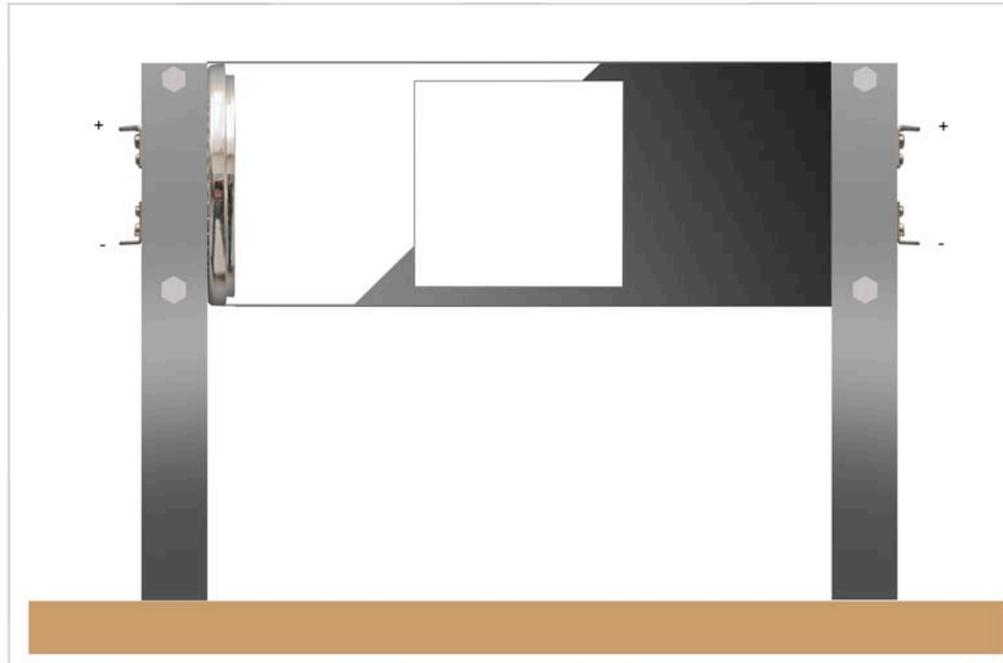


Figura 29.
Linterna de retro-
iluminación
montada y vista en
semi-sección

3.1.16. El sistema de anclaje de la cámara: Se empleó el mismo sistema que el ya descrito en el capítulo dedicado a la mesa de reproducción, solamente que en este caso la posición de la cámara es vertical.



Figura 30. Soporte
con cámara en posición
vertical

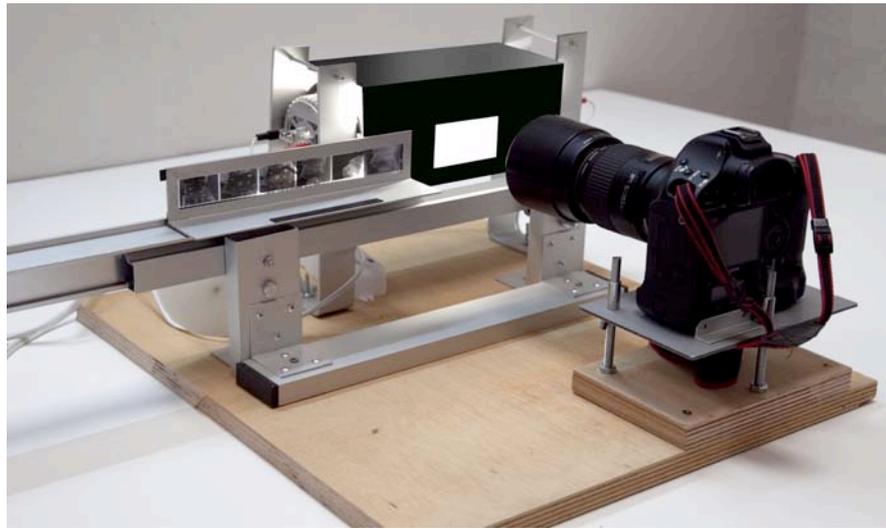


Figura 31. Vista general del sistema de reproducción SCNE

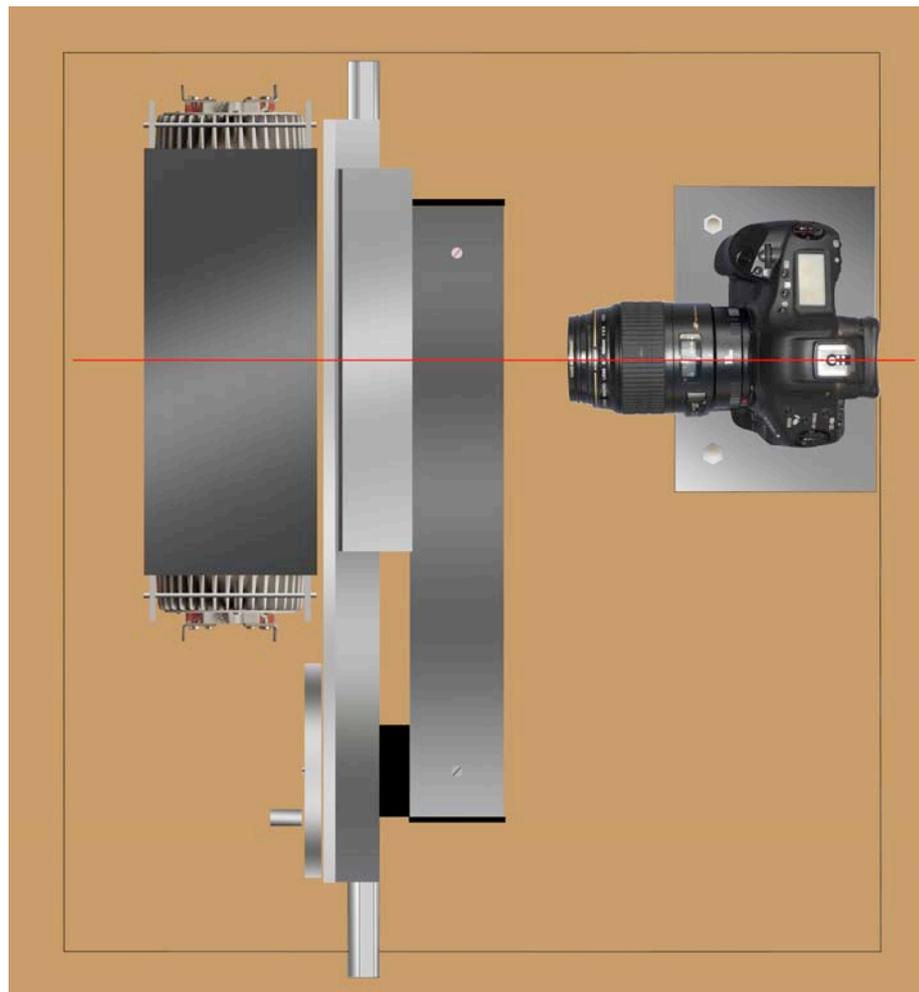


Figura 32. Planta del sistema de reproducción SCNE

3.2. EL OBJETIVO DE REPRODUCCIÓN.

En este apartado vamos a ponderar el punto óptimo de trabajo del objetivo Canon EF 100mm f/2.8 USM macro, para la reproducción de la colección de transparencias (negativos y diapositivas) del IMNC; siguiendo las mismas pautas empleadas con el objetivo de reproducción de opacos.

Para ello nos dirigimos a las curvas MTF de la propia casa Canon para interpretarlas y, también, a los test de Imatest, publicados en la página web <http://www.photozone.de> en la sección: Canon EF 100 f/2.8 USM macro (full format) - Review / Lab Test Report - Analysis. , porque están expresados de una forma mucho mas visual y asequible para el lector común. Este test nos muestra los valores de distorsión, viñeteado, y MTF

3.2.1. Los valores técnicos relevantes del objetivo Canon EF 100 f/2.8 USM macro:

En este apartado vamos a ir enumerando y mostrando los parámetros técnicos mas relevantes por los que se consideró idóneo para la misión de reproducción de transparencias. En primer lugar y siguiendo el orden de los análisis del objetivo mostrados en Photozone, comenzaremos viendo los valores de distorsión

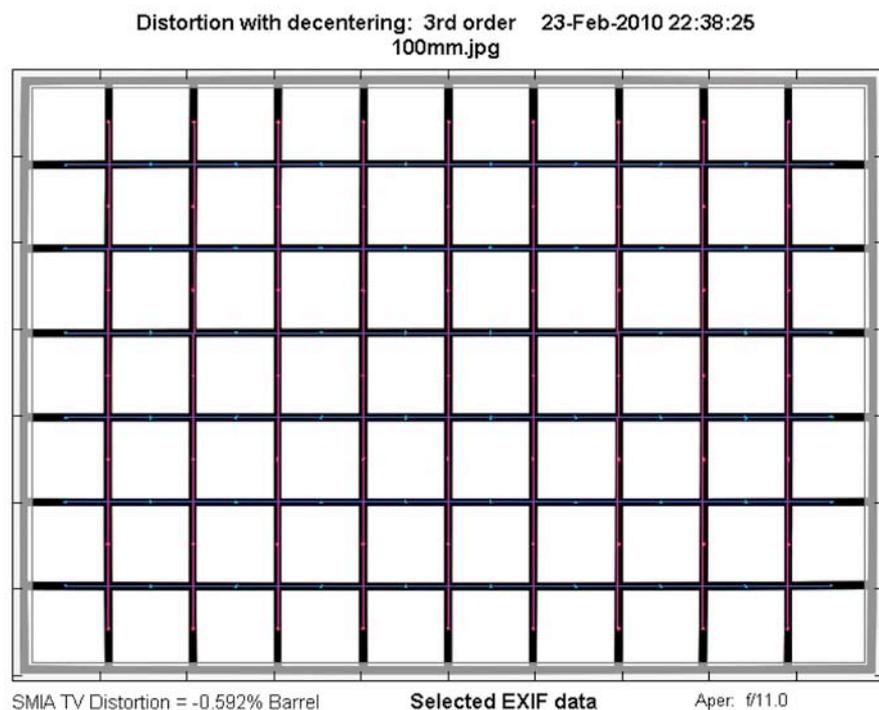


Figura 33. Valor de distorsión 0,59% de barril en apertura f11

El valor de distorsión del objetivo es francamente bueno, aun así, no deben olvidarse estos valores para el caso de querer perfeccionar o eliminar la distorsión a través de programas de tratamiento de imagen.

3.2.2. Viñeteado de las imágenes: Se entiende por viñeteado al efecto de pérdida de luz en las zonas periféricas del círculo de imagen debido a la mayor distancia que debe recorrer el rayo de luz en las esquinas respecto al centro. Como puede observarse en la tabla de abajo el viñeteado a máxima apertura es bastante fuerte en relación al resto de diafragmas, y no aconsejable para un trabajo de reproducción. No obstante a partir de $f/5.6$ ya alcanza unos valores excelentes.

Vignetting	F/2.8	F/4	F/5.6	F/8
100mm	1,24	0,55	0,21	0,08

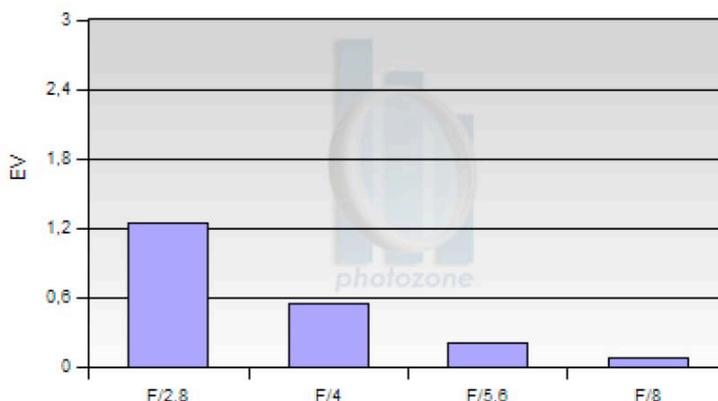


Figura 34. Viñeteado en valores E.V. del objetivo Canon EF 100 f/2.8 USM macro

3.2.3. Comportamiento de resolución FMT y criterios para la selección del diafragma: En la siguiente tabla del test ya citado nos aparecen las resoluciones del objetivo en el centro, bordes y esquinas.

Observando las cifras de resolución en los distintos diafragmas comprobamos que, para las áreas empleadas en el encuadre y que nos afectan en la práctica (centro y los bordes), son los diafragmas 4 y 5'6 los candidatos a la máxima resolución en el centro, y f8 tiene unas resoluciones mas compensadas, pues mantiene en el centro una resolución de 3229 LW/PH calificada de "excelente" y en el borde, de 3016 LW/PH calificada de "muy buena".

Los extremos con 2889 LW/PH, son calificados de “muy buenos” también, pero en el caso concreto que nos ocupa no es necesario tenerlo en cuenta, dado que prácticamente no se usa esa zona del círculo de imagen. Por tanto los diafragmas situados entre $f/6,3$ y $f/8$ son los de máxima uniformidad en el conjunto de valores y por tanto en esa zona de diafragmas donde debemos movernos.

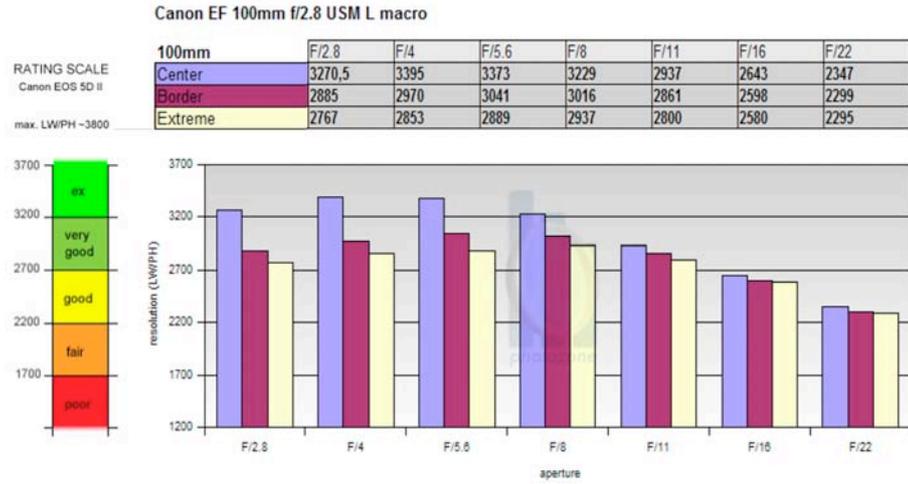


Figura 35. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición

3.3. OTROS ASPECTOS TÉCNICOS DE LA CÁMARA.

3.3.1. **Zona de utilización del sensor:** Una vez presentadas las características de viñeteado y resolución, y antes de empezar a analizarlas para la búsqueda del diafragma idóneo, vamos a mostrar gráficamente el área realmente empleada. Observamos que la zona eventualmente conflictiva, como son los extremos, puede ser ignorada debido a que la utilización del área del sensor hace prácticamente prescindible el uso de la superficie en la zona de los extremos.

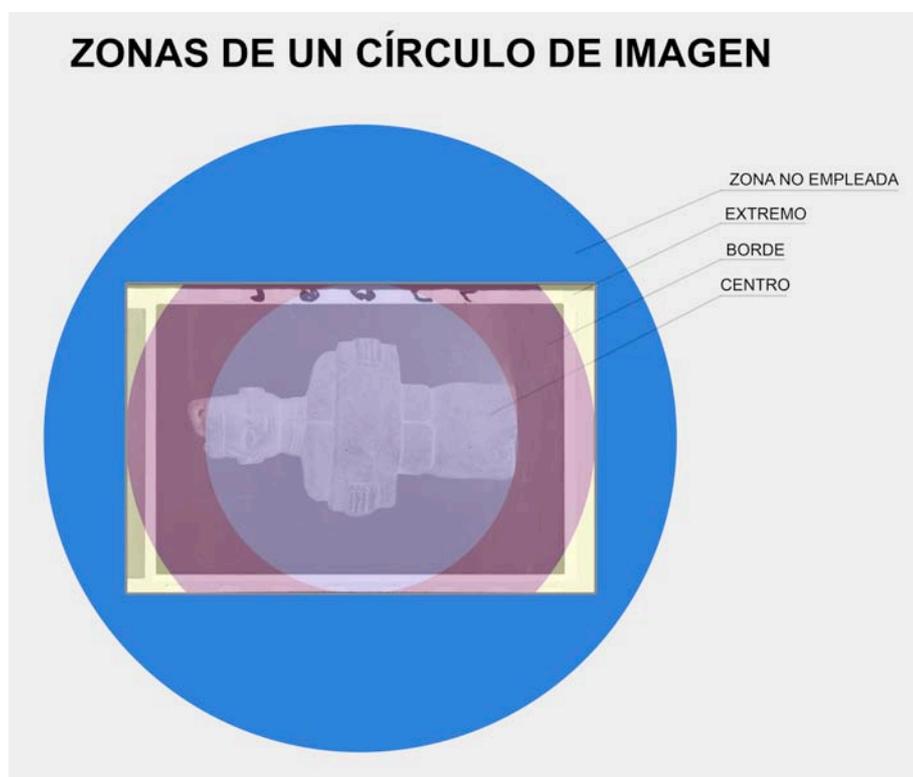


Figura 36. Ilustración mostrando las diferentes zonas de un círculo de imagen y la selección del área de trabajo realmente empleado

3.3.2. **Observando los meta-datos de la cámara:** Una vez anclada la cámara al soporte y buscado el eje óptico, se procede al encuadre que vamos a mantener siempre que no cambie el tamaño de la transparencia a reproducir, que en el caso las transparencias del IMNC, en su inmensa mayoría, es de 24x36mm. Cuando encuadre y enfoque están perfectamente conseguidos, se procede a bloquearlos mediante una cinta adhesiva para evitar que algún descuido o vibración, pueda hacer girar la rosca del objetivo macro, como a veces sucede.

Observados los meta-datos (datos técnicos) de la cámara, observamos que la distancia focal en ese encuadre es de 100mm. Así con este dato podemos ver en la

tabla de viñeteo y en la resolución cuales serían los valores óptimos de ambos parámetros y buscar el diafragma mas idóneo y, a partir de ahí, deducir el resto.

3.3.3. Criterios para la selección de la sensibilidad: Observando la curva de la tabla creada por Roger N. Clark de Rango Dinámico de la cámara Canon 5D Mark II, cuyo sensor es el mismo que el de la cámara Eos-Ds Mark III empleada en este trabajo, comprobamos cómo el máximo rango dinámico está situado en ISO 50 y se mantiene prácticamente al mismo nivel hasta 200 ISO, para empezar a descender suavemente hasta los 1000 ISO.

Por tanto, y dado que dada la naturaleza de los negativos a reproducir desde un punto de vista densistométrico es bueno pero no exquisito, el rango dinámico del sensor cubre bien el rango dinámico de las películas.

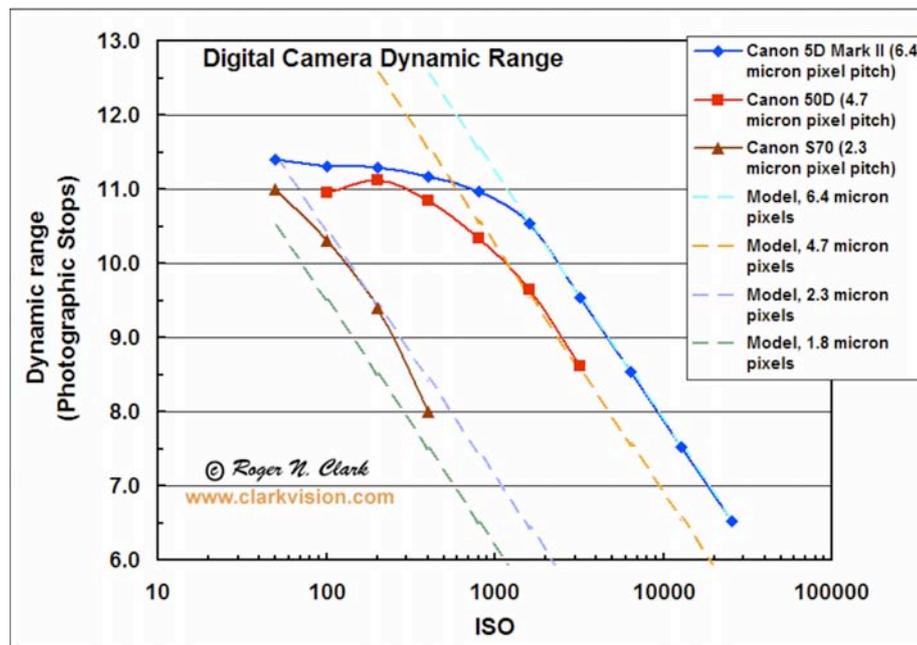


Figura 37. Tabla con las curvas de Rango Dinámico de tres modelos distintos de la marca Canon.

3.3.4. Criterios para la selección de la velocidad de disparo: La velocidad de disparo más baja del obturador, debe ser tal, que impida pérdida de definición por movimiento o vibración de la cámara. En el caso del dispositivo de reproducción digital de transparencias, al estar anclado firmemente en su base, los riesgos de movimiento pueden tener dos procedencias.

La primera de ellas viene del golpeteo del espejo pero, al trabajar desde el ordenador y de existir la posibilidad de subir el espejo, ese riesgo queda anulado. La segunda fuente de movimiento procede de la manipulación de las transparencias a reproducir, siendo pues importante que el operario sea consciente de ese riesgo. En un uso normal, los riesgos de movimiento de una sólida mesa de trabajo donde se sitúa el dispositivo de reproducción se verían anulados a una velocidad de disparo por encima de 1/8s a 1/15 seg.

3.3.5. Selección de valores finales: Una vez se tuvieron en cuenta las razones en la elección de sensibilidad y diafragma y velocidad óptimas se hicieron las mediciones y comprobaciones correspondientes, los test indicaron que a 200 ISO y f/6,3, las velocidades de obturación oscilaban según la densidad del negativo entre 1/15 seg. Y 1/60 seg. como media y, por tanto, cumplían adecuadamente las demandas teóricas.

3.3.6. La elección del tipo de archivo de imagen: La cámara Eos-Ds Mark III como otras de nivel profesional o avanzado, permite disparar dos tipos de archivos distintos: JPEG y RAW. Ambos tienen cualidades distintas ya expuestas en este trabajo, pero llegados al momento de decidir si decantarnos por alguno en concreto o simplemente por los dos, conviene recapitular sobre el espacio de almacenamiento, que en la actualidad y para un proyecto de este tamaño no es importante puesto que precio de la memoria de almacenamiento necesaria es poco significativo.

Otro factor de más calado y merece sopesar bien es la introducción de los meta-datos antropológicos de los negativos, que habría que hacer por duplicado si queremos que los archivos RAW también los lleve, con el consiguiente empleo de tiempo y riesgo de equivocaciones; y también porque los archivos RAW (que no admiten alteración alguna) llevan los datos adicionales como archivo "side-car" es decir un archivo asociado al RAW que puede separarse por una mala práctica y ser eliminado.

Teniendo en cuenta que los negativos necesitan ser revelados digitalmente para interpretarlos fotográficamente (como no sucede con las fichas), la opción válida es hacerlo en formatos JPEG y RAW, manteniendo los mismos nombres de archivo, y no modificarlos al introducir los datos en los archivos JPEG; quedando como respaldo de seguridad los archivos RAW.

En el caso concreto de los negativos del IMNC se optó por la opción de JPEG+ metadatos antropológicos y Archivos RAW con la recomendación de conversión a DNG con el mismo nombre para ser revelados a demanda



Figura 38. Iconos de tres tipos de archivos distintos procedentes del mismo negativo

3.3.7. Control de calidad de las imágenes: Una vez puesta en marcha la reproducción rutinaria, además de inspeccionar a través de la pantalla del ordenador que el encuadre y enfoque es perfecto, es conveniente hacer una inspección cada 2 horas, de la calidad de los archivos de imagen generados abriéndolos desde el programa de tratamiento de imagen disponible, para comprobar que la imagen sigue perfectamente enfocada, por lo que la abriremos con el programa de tratamiento de imagen para ampliarla en pantalla hasta el 100%, para observar en la zonas del centro, y después por todos los bordes del negativo porque, en caso de haber desenfoco, eso significaría que la cámara no está bien anclada, o bien el sistema de nivelado de la misma no fue suficientemente frenado.

En caso de desenfoco de toda la imagen, habrá que comprobar que la cinta adhesiva, que hemos puesto en el objetivo a fin de que no hubiera desplazamientos en las arandelas de enfoque, está firmemente adherida a las partes fijas del objetivo.

También existe la posibilidad de que viendo el negativo enfocado en el ordenador, las imágenes resultantes salgan borrosas, lo que indicaría vibraciones, bien procedentes de la cámara o bien por un manejo poco cuidadoso del operario que trasmite el movimiento de su cuerpo a la mesa. Por ello es conveniente no apoyarse en ella con el cuerpo durante el trabajo y, en caso de que el brazo esté posado sobre la mesa, hacerlo con sumo cuidado.

Por último observaremos el histograma, que debería ser equilibrado y sin desplazamientos excesivos hacia los extremos del gráfico del histograma. Una vez hechas las comprobaciones, los archivos son guardados para su posterior fase de introducción de meta-datos antropológicos.

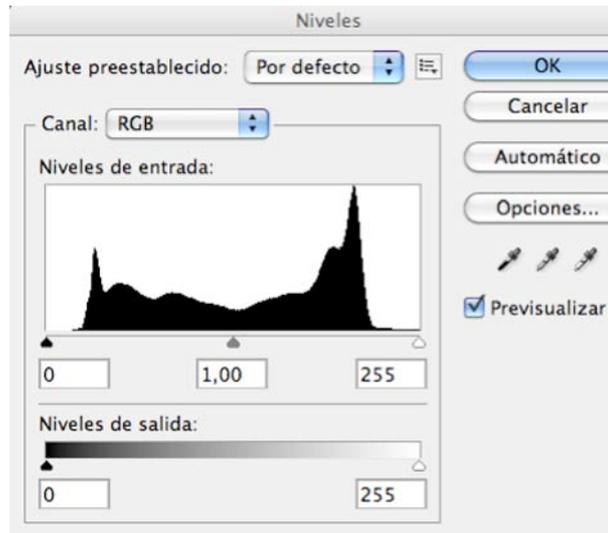


Figura 39. Ejemplo de un histograma representando una imagen fotográfica perfectamente expuesta.

3.4. CONCLUSIONES CAPÍTULO 3.

La problemática de la colección de películas del IMNC, difería en algunos aspectos técnicos respecto a la colección de fichas antropológicas, ya que unas son transparentes y otras opacos; pero comparten una metodología técnica bastante parecida en cuanto a la búsqueda de herramientas idóneas. Pero esto ya se vió en el primer capítulo.

Lo extraordinario, y en este punto el problema era el mismo, es que no existía literatura técnica que se adaptara a las necesidades concretas de digitalizar con rapidez, calidad, y relativa modestia de medios. La exploración de las herramientas ofrecidas por la industria, bien era cara, compleja o ineficiente.

Por eso, y animados por el éxito en la digitalización de las fichas antropológicas, decidimos diseñar un aparato a medida, de construcción posible en países pobres, pero con una precisión suficiente para que no afectara a la calidad de la imagen, y por tanto debería combinar las posibilidades de la última tecnología en cámaras digitales, con la facilidad de uso y una alta productividad.

Como ya teníamos observado y utilizado ciertos perfiles de aluminio en proyectos de reproducción fotográfica aplicada a la restauración realizados en la Alhambra, y nos había sorprendido la precisión de éstos, decidimos buscar tipos de perfiles que se adaptaran a nuestro deseo de construir un carro de mucha precisión y desplazamiento lateral.

Entre la variedad de perfiles encontrados, seleccionamos uno, de uso muy común en carpintería metálica de aluminio y fácil de encontrar en cualquier parte del mundo. En realidad el resto fue diseñar una máquina simple, con renuncia voluntaria a tecnología prescindible. Construimos varios prototipos hasta dar con el modelo descrito y presentado en éste capítulo.

Otra parte esencial del dispositivo, fue el diseño de la linterna de retroiluminación, ya que había que evitar la emisión de calor por parte de la fuente de luz, y la colimación de los rayos luminosos; ya que el calor momentáneo sobre el fotograma, si bien no dañaría la película, si podría generar algún ligero movimiento de esta, y ello afectaría irremisiblemente a la definición de la imagen.

También evitar el paralelismo de los rayos de luz (colimación), era fundamental, porque afectaría a la escala de reproducción tonal, comprimiendo las zonas mas transparentes con la consiguiente pérdida de los detalles mas sutiles de las sombras. Finalmente ambos problemas fueron resueltos mediante una caja de integración de luz, dos lámparas led de intensidad suficiente, y ausencia de luz directa y colimada.

Recurrimos a los análisis de rendimiento óptico de la empresa independiente Imatest, para comprobar el punto de máximo rendimiento del objetivo Canon macro 100mm y

comprobamos que era apto para extraer, junto con la cámara, toda la información contenida en los negativos.

Finalmente describimos la forma de empleo del dispositivo de digitalización, y los pasos necesarios para un buen resultado, a través de un programa de visión directa a través de ordenador; al igual que se instruye sobre los tipos de archivos digitales mas adecuados para este proyecto.

Por último y no menos importante, descubrimos que hay un espacio de actuación para unas mejoras que pueden aumentar su rendimiento y satisfacer necesidades de digitalización de más alto nivel.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES FINALES

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES FINALES

CONCLUSIONES FINALES

1. El encargo por parte de la Embajada de España en La R.D. Del Congo, para la realización de un estudio e informe, sobre el archivo fotográfico del Instituto de Museos Nacionales del Congo IMNC, constituido por unas 65.000 fotografías entre copias fotográficas y negativos, ha sido motivo para reflexionar sobre la conservación de las colecciones fotográficas existentes en países pobres y sin estructuras estables.

Desafortunadamente, en muchos países desfavorecidos económicamente, el interés por la fotografía etnográfica y documental como objeto museístico encuentra grandes dificultades, comprobando con frecuencia cómo los programas de actividades presentes en los centros, giran mayoritariamente en torno a sus colecciones de objetos. Este hecho, unido a los bajos presupuestos, la grave escasez de personal especializado, las deficientes condiciones de exposición y almacenamiento, hacen que a menudo no puedan atenderse adecuadamente las colecciones fotográficas, con el consiguiente riesgo de pérdida de memoria histórica y visual.

La falta de recursos, incluso existiendo interés, hace que la gestión de los fondos fotográficos se complique además por la propia naturaleza y fragilidad de los materiales que constituyen las colecciones: el papel y las emulsiones fotográficas, así como las condiciones en las que se encuentran las instalaciones, a menudo favorecen la actuación de los principales agentes de deterioro de la fotografía (calor y humedad, seguidos de la luz, la contaminación atmosférica y manipulación física inadecuada), amenazando seriamente su integridad.

Por otro lado, el material fotográfico tradicional —película negativa, placas, etc.— resulta inadecuado para los usos y procesos de la fotografía actual (digital), requiriendo de un proceso de digitalización, no solo para salvaguardar los originales del desgaste por manipulación, sino para facilitar la unidad y circulación de estos materiales por canales especializados.

Teniendo en cuenta las premisas de partida, **el modelo de trabajo planteado pretende fortalecer la comprensión y la salvaguarda de un conjunto fotográfico inédito de enorme interés documental.** El principal atractivo de una colección fotográfica como la del IMNC es, a los ojos del experto, la enorme cantidad de información (etnográfica, sociológica, artística, técnica, etc.) que contiene, además del interés para el público general, ya que este tipo de materiales bien podrían constituir una **fuentes de memoria histórica accesible y de gran interés pedagógico y social.**

La precariedad, un elemento que atraviesa permanentemente cualquier actividad en Kinshasa, sede del IMNC, donde se nos hizo patente durante la semana que pasamos en el museo realizando el informe: cómo el suministro eléctrico no estaba garantizado en ningún momento, al igual que el del agua. El mismo patrón sucedía con la presencia de los

funcionarios del museo, cuya hora de llegada, permanencia en el puesto de trabajo, o salida nos resultaba un tanto incomprensibles. Por tanto a la hora de tener que abordar la estrategia de trabajo, supimos que **los principales problemas a superar, siempre vendrían derivados, directa o indirectamente de la precariedad.**

Proveer a los colaboradores locales de una formación mínima, era otra de nuestras preocupaciones, porque en sus manos quedaría la colección que había sido digitalizada con su ayuda; pero la gestión del día a día, su mantenimiento, y la aparición de nuevos aportes sería realizada en el futuro por ellos

Por tanto al elaborar el modelo de trabajo, incidimos en dar formación redundante al mayor numero posible de colaboradores, para que ellos terminaran conociendo todos los escalones del proceso, y de esa manera proveerles de autonomía cuando hubiera ausencias o imprevistos.

2. Situados ante la tesitura de dar orden de prioridades a las actuaciones para la conservación, promoción y estudio de dicha colección fotográfica por parte de distintos grupos de expertos, decidimos empezar por la digitalización, porque consideramos que era la forma mas rápida de atraer la atención de la comunidad científica sobre dicha colección. Más no solamente llamar la atención era de interés, sino porque la digitalización supone una traslación hacia la forma de trabajo actual, pero sobre todo asegura la pervivencia y unidad de la colección en el tiempo, porque nada garantiza que no suceda un nuevo expolio del museo o la pérdida de ella por accidente

Una vez fueron aprobadas nuestras propuestas por el IMNC, decidimos desarrollar un **modelo integral de trabajo**, que adaptándose al terreno, fuera **compatible con los estándares internacionales**, de manera que **el resultado** del proyecto **pudiera ser compartido en todo el mundo, y gestionado por el propio museo.**

Puesto que este trabajo deberían realizarlo el personal estable del museo se introdujeron unas pautas de trabajo que tendrían como misión:

1. La recopilación del material: reunir el material existente, localizar fuentes y posibles nuevos aportes e identificar su estado de conservación
2. Plantear un sistema de archivo digital lo más sencillo y coherente posible con el orden inicial de la colección, que permita la rápida localización del material original y su equivalente digital.
3. Diseñar instrucciones y rutinas de trabajo asimilables por todos los miembros del equipo.

4. Digitalización en equipo del material original.
5. Almacenamiento y conservación de la colección respetando, en lo posible, su sistema de archivado original en las mejores condiciones que permita el proyecto.
6. Gestión, publicación y difusión de resultados.

Para lograr nuestro propósito, dividimos las acciones en tres grandes bloques conectados entre sí, que son:

- La digitalización de los archivos, que es el motivo de ésta tesis.
- La gestión de los archivos digitales
- Y, por último la conservación física de los originales.

Aunque estos dos últimos apartados se están desarrollando con absoluta autonomía en el momento que redactamos estas líneas, no podemos dejar de referirnos a ellos, porque su última finalidad es salvaguardar y explotar una colección desconocida.

3. Hemos ido llegando a conclusiones técnicas parciales en cada capítulo, y hemos narrado como **estudiamos los sistemas que ofrecen la industria, y viendo como no resolvían** a nuestra conveniencia **los problemas planteados por la colección; y descubrimos** forzados por las circunstancias, **dos nuevas herramientas** que pueden ser empleadas en casos similares, ser construidas en países pobres a bajo coste, y manejadas por el personal de los museos, sin encajar pérdidas de calidad en los resultados, siempre que se lleven a cabo una fase de instrucción por especialistas.

Nuestra experiencia en la RDC ha hecho más evidente que para **la industria avanzada carece de interés económico dar respuesta tecnológica a la digitalización de colecciones modestas**, como es el caso del archivo fotográfico del IMNC o conjuntos similares. En estos casos, **la adaptación tecnológica a las condiciones y necesidades de la colección es la alternativa** que asegura, un mayor cuidado con los originales, además de poseer una productividad muy apreciable en los trabajos de reproducción digital masiva.

Creemos demostrado que el modelo propuesto para el caso concreto de la colección del IMNC reduce el riesgo de fracaso, al conseguir filtrar el exceso tecnológico de algunos procedimientos industriales altamente especializados, **sin**

renunciar por ello **a mantener estándares de calidad y productividad** plenamente satisfactorios.

*Este modelo consigue poner de manifiesto una carencia similar en países desarrollados, ya que paradójicamente en estos sistemas “hipertrofiados tecnológicamente” también -y por las mismas razones económicas- **se dan zonas desatendidas por la industria.***

Es precisamente en estos nichos de trabajo, donde el modelo diseñado para países desfavorecidos, encuentra un nuevo terreno de aplicación, generando sinergias en los mecanismos de solución de ambos contextos.

4. Igualmente hemos descubierto, que **las nuevas herramientas** diseñadas para resolver los problemas específicos de la colección del IMNC, **pueden seguir siendo empleadas para usos más avanzados**, como es el caso de la mesa de digitalización de opacos, que es susceptible de seguir siendo desarrollada en el campo de la digitalización de documentos de los que requieran mas información en longitudes de onda no visibles, como son el ultravioleta y el infrarrojo. También admite el dispositivo de reproducción de negativos nuevos desarrollos, para que puedan cubrir las necesidades de los profesionales mas exigentes; allí donde el empleo del escáner no es posible o resulta insatisfactorio, o no es económico.

Por último, pero no por ello menos importante, queremos subrayar que la índole técnica de esta tesis, consistente en mostrar el empleo de la cámara digital como medio ventajoso para la digitalización de colecciones fotográficas, no debería encubrir el proceso creativo, con frecuencia en duermevela, que supuso la búsqueda de las dos nuevas herramientas; pues debíamos cuestionar, trocear, despojar, y volver a montar, los procedimientos clásicos de la reproducción de opacos y negativos, para poder llegar a conclusiones tan sencillas y eficaces como las presentadas en este trabajo.

CAPÍTULO 5

DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 5

DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

- 5.1. SELECCIÓN BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL.
- 5.2. MANUALES
- 5.3. OTROS RECURSOS

5.1. SELECCIÓN BIBLIOGRÁFICA PRINCIPAL

- ABAUURREA VELARDE, Jorge.
Fotografía digital. Madrid: Anaya Multimedia, 2005.
- ADAMS, Ansel.
La cámara. con la colaboración de BAKER, Robert.. Madrid: Omnicón, 2000.
- ADAMS, Ansel.
El negativo. con la colaboración de BAKER, Robert. Madrid: Omnicón, 1999.
- AGUILAR RICO, Mariano.
Iluminación y color. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1995.
- ANDERSON, Cokie G. and MAXWELL, David C.
Starting a digitization center. Oxford: Chandos Publishing, 2004.
- ANDREWS, Phillip.
Manual del revelado del Raw: de la toma a la imagen final. Barcelona: Omega, 2008.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. UNE 54003,
Condiciones de iluminación para la evaluación de la reproducción de color.
(Elaborado por el comité técnico AEN/CTN 54). Madrid : AENOR, 1996.
- BEARDSWORTH, John.
Fotografía digital avanzada en blanco y negro. Köln, Alemania : Evergreen, 2008.
- BERNAL ROSSO, Francisco.
Técnicas de iluminación en fotografía y cinematografía. Barcelona: Omega 2003.
- BLATNER, David [et al.].
El escáner en el diseño gráfico. Madrid : Anaya Multimedia, 2004.
- BORGHOFF, U.M. [et al.].
Long-term preservation of digital documents: principles and practices.
Berlin : Springer, 2006.
- BÜLOW, Anna E. and AHMON, Jess .
Preparing collections for digitization. London: Facet, 2011.

- CHILD, John y Galer, Mark.
La iluminación en la fotografía : técnicas esenciales. Madrid: Anaya Multimedia, 2009.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LA ILUMINACIÓN (C. I. E.).
Guía sobre la iluminación de interiores. Madrid : Asociación de Aplicación de la Electricidad, 1977.
- COTTON, Justine y SHARRON, David.
Engaging students with archival and digital resources. Oxford: Chandos Publishing, 2011.
- COX, Arthur.
Óptica fotográfica: un enfoque moderno de la técnica de la definición. Barcelona: Omega, 1979.
- DEEGAN, Marilyn y TANNER, Simon.
Digital preservation. London: Facet, 2006.
- DE WOLFE, George.
La fotografía digital en blanco y negro : cómo crear la copia digital maestra. Madrid: Tutor, 2010.
- DOEFFINGER, Derek.
Guía completa para una fotografía digital de máxima calidad. Madrid: Tutor, 2010.
- ENSOR, Adrian.
Técnicas avanzadas de revelado y positivado B & W Photo-Lab. Barcelona: Omega, 2001.
- FRASER, Bruce; MURPHY, Chris y BUNTING, Fred.
Uso y Administración del color. Madrid: Anaya 2003.
- FREEMAN, Michael.
Guía completa de luz e iluminación en fotografía digital. Barcelona: Blume, 2010.
- FREEMAN, John.
Manual de fotografía digital SLR. [Barcelona] : H. Blume, 2011.
- GALER, Mark y HORVAT, Les.
La imagen digital. Madrid: Anaya 2006.

- GLADNEY, Henry M.
Preserving digital information. New York: Springer, 2007.
- HUGHES, Lorna M.
Digitizing collections: strategic issues for the information manager. London: Facet, 2004.
- IGLESIAS FRANCH, David.
La fotografía digital en los archivos. Gijón: Trea, 2008.
- JACOBSON, C. I.
El revelado: la técnica del negativo. Barcelona: Omega, 1978.
- JACOBSON, Ralph; SIDNEY, Ray y AXFORD, Norman.
Manual de fotografía. 9ª edición. Barcelona: Omega, 2002.
- KINGHORN, Jay y DICKMAN, Jay.
Fotografía digital avanzada. Madrid: Anaya Multimedia, 2006.
- KROGH, Peter.
Gestión del archivo digital para fotógrafos. Madrid: Anaya Multimedia, 2009.
- LEE, Stuart D.
Digital imaging : a practical handbook. London: Library Association Publishing, 2001.
- MACLEOD, Steve.
Postproducción del blanco y negro: trabajo que se lleva a cabo en una película o documento digital después del proceso de fijación o registro. Barcelona: Blume, 2009.
- NAVARRO ROS, Fructuoso.
Fotografía de alto rango dinámico. Madrid: Anaya Multimedia, 2010.
- NIGHTINGALE, David Jonathan.
Practical HDR : the complete guide to creating high dynamic range images with your digital SLR. Lewes, UK: Ilex, 2009.
- PADOVA, Ted y MASON, Don.
Corrección del color. Madrid: Anaya 2006.
- PEYMAN, Milanfar.
Super-resolution imaging. Boca Raton: CRC Press, 2011.

PRÄKEL, David.

Iluminación: f.Luz con propiedades concretas o el equipo que la produce.
Barcelona: Blume, 2009.

SEBASTIÁN, Mercedes Caridad [et al.].

Documentación audiovisual : nuevas tendencias en el entorno digital. Madrid:
Síntesis, 2011.

SIMPSON, Robert S.

Control de la iluminación : tecnología y aplicaciones. Andoaín: Escuela de Cine
y Vídeo, 2004.

TAPP, Eddie.

Automatización del proceso digital con Photoshop. Madrid: Anaya
Multimedia, 2007.

TARRANT, Jon.

Understanding Digital Cameras: Getting the Best Image from Capture to
Output. Amsterdam: Elsevier/Focal Press, 2007.

TAYLOR-HAW, Calvey.

La iluminación en el estudio fotográfico. Barcelona: Omega, 2009.

VIVES, Josep (coord.); Ramón Alberch [et al.].

Digitalización del patrimonio : archivos, bibliotecas y museos en la red.
Barcelona: Universidad Abierta de Cataluña, 2009.

WESTON, Chris.

Iluminación. Barcelon : Blume, 2009.

WINDER, Steve.

Power supplies for LED driving. Amsterdam/Boston: Elsevier/Newnes,
c2008.

5.2. MANUALES

Luminotecnia 2002:

Control y aplicación de la luz. Valladolid: Indalux, 2001.

Manual del aluminio.

Responsable de la 14ª edición alemana, W. Hufnagel ; [versión española Pedro Coca; revisado por José Company Bueno]. Barcelona: Reverté, 1992.

5.3. OTROS RECURSOS

DVD64 [Recurso electrónico] :

[los mejores programas de digitalización y edición de imágenes ; especial, 100 aplicaciones gratuitas]. Madrid: RBA Edipresse, 2010.

BUSCH, David D.

Mastering digital SLR photography [Recurso electrónico]. Boston, MA : Thomson Course Technology, c2008.

BUSCH, David D.

Canon EOS 5D Mark II guide to digital SLR photography. [Recurso electrónico]. Boston, Mass : Course Technology, 2011.

ANÁLISIS CÁMARAS, ÓPTICAS Y SENSORES [Recursos electrónicos] :

<http://www.dxomark.com>

<http://www.photozone.de>

<http://www.clarkvision.com/articles/digital.sensor.performance.summary/index.html#data>

<http://www.luminouslandscape.com>

<http://www.photodo.com/browse-lenses>

<http://www.the-digital-picture.com/Reviews/Canon-EOS-1D-X-Digital-SLR-Camera-Review.aspx>

ESCÁNERES [Recursos electrónicos] :

<http://www.filmscanner.info/FilmscannerRangliste>.

http://store.kodak.com/store/ekconsus/en_US/list/ThemeID.3925700/Scanners/Document_Scanners/categoryID.44366200

<http://www.kodak.com/global/es/business/retailPhoto/products/accessoriesMain.jhtml>

CAMARA VERSUS ESCÁNER [Recursos electrónicos] :

<http://www.normankoren.com/Tutorials/MTF7.html>

<http://www.earthboundlight.com/phototips/digital-versus-film-resolution.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_vs_film_photography

<http://www.sphoto.com/techinfo/dslrvsfilm.htm>

<http://dpbestflow.org/camera/camera-scanning>

CONSERVACIÓN Y TÉCNICA [Recursos electrónicos] :

<http://www.wilhelm-research.com/>

<http://www.eastmanhouse.org/>

<http://www.lightimpressionsdirect.com/>

PÁGINAS TÉCNICAS GENERALES [Recursos electrónicos] :

<http://www.dslrmagazine.com>

<http://www.dpreview.com>

<http://www.luminous-landscape.com>

<http://www.dsrlmagazine.com>

www.the-digital-picture.com/

<http://www.profotos.com>

CONTROL DE COLOR [Recursos electrónicos]:

<http://www.xrite.com>

<http://www.imatest.com>

<http://www.dpbestflow.org>

<http://www.21stcenturyshoebox.com/tools/acrcalibrator/>

<http://www.fors.net/chromoholics/>

EMPRESAS FOTOGRÁFICAS [Recursos electrónicos]:

<http://cpn.canon-europe.com/content/index.do>

<http://www.canon.es/>

PÁGINAS SOBRE LUZ E ILUMINACIÓN [Recursos electrónicos]:

http://www.gelighting.com/es/resources/learn_about_light/color_rendering.htm

http://www.gelighting.com/es/resources/literature_library/index.htm

http://www.erco.com/guide_v2/guide_2/lighting_te_94/colour_rend_1842/es/es_colour_rend_intro_1.php

<http://www.licht.de/de/>

GLOSARIOS FOTOGRÁFICOS [Recursos electrónicos] :

http://store.kodak.com/store/ekconsus/en_US/html/pbPage.Glossary

<http://www.profotos.com/education/referencedesk/glossary>

<http://camerapedia.wikia.com/wiki/Glossary>

OTRAS PÁGINAS DE INTERES [Recursos electrónicos] :

<http://www.fotobrenner.de>

<http://www.digitalphotopro.com>

<http://www.pixiq.com/article/photo-sites>

<http://www.google.es/patents>

ANEXO

ÍNDICE FIGURAS

ANEXO

ÍNDICE FIGURAS

- I.F.1. ÍNDICE FIGURAS CAPÍTULO 1.
- I.F.2. ÍNDICE FIGURAS CAPÍTULO 2.
- I.F.3. ÍNDICE FIGURAS CAPÍTULO 3.

I. F. ÍNDICE FIGURAS —Nota del autor— Las imágenes, gráficos, ilustraciones y tablas sin referenciar pertenecen al autor de esta tesis.

ÍNDICE DE FIGURAS CAPÍTULO I

Fig.1. Pág. 39. Gráfico donde se muestran las dos marcas comerciales de cámaras profesionales mas avanzadas en la gama de 35mm. Con diferentes modelos y sus correspondientes rangos dinámicos.

<http://www.clarkvision.com/imagetdetail/digital.sensor.performance.summary>

Fig. 2. Pág. 41. Contraste y resolución de los diferentes eslabones de la cadena de imagen <http://www.normankoren.com/Tutorials/MTF.html>

Fig. 3. Pág. 42. Curvas de la frecuencia de transferencia de modulación de un objetivo.

Ibíd.

Fig. 4. Pág. 43. Curvas oficiales de la frecuencia de transferencia de modulación del objetivo. Objetivo Canon EF 50mm Macro

Ibíd.

Fig. 5. Pág. 43. Curvas oficiales de la frecuencia de transferencia de modulación, del objetivo Canon EF 100mm Macro.

Ibíd.

Fig. 6. Pág. 44. Gráfico de distorsión de un objetivo.

<http://www.imatest.com>

Fig. 7. Pág. 44. Gráfico de viñeteado del mismo objetivo.

<http://www.imatest.com>

Fig. 8. Pág. 44. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición del mismo objetivo.

<http://www.imatest.com>

Fig. 9. Pág. 46. Detalle de una fotografía sin ruido.

Fig. 10. Pág. 46. Detalle de la misma con ruido.

Fig. 11. Pág. 47. Fotografía original TIFF.

Fig. 12. Pág. 47. Fotografía fuertemente interpolada.

Fig. 13. Pág. 47. Fotografía pixelada.

Fig. 14. Pág. 48. Gráfico comparativo de los distintos tamaños de los sensores comerciales.

http://es.wikipedia.org/wiki/Formato_del_sensor_de_imagen

Fig.15. Pág. 49. Representación gráfica de cuatro espacios de color.

http://en.wikipedia.org/wiki/Color_space

Fig.16. Pág. 50. Representación del espectro luz, dentro del espectro electromagnético.

http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico

Fig.17. Pág. 51. Diagrama de representación bidimensional de la luz, en el que aparece representado el color que emite el cuerpo negro a distintas temperaturas K (kelvin).

http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature

Tabla 1. Pág. 53. Tipos de lámparas de luz continua mas empleadas en iluminación de fotografía profesional.

Fig. 18. Pág. 54. Carta gris 18%

Fig. 19. Pág. 54. Carta de control de color X-Rite.

Fig. 20. Pág. 55. Diagrama comparativo de calidades entre imágenes analógicas procedentes de película, e imágenes digitales procedentes de varias cámaras. <http://www.clarkvision.com/articles/film.vs.digital.1/index.html>

Tabla 2. Pág. 56. Tipos de archivos mas comunes en fotografía digital

Fig. 21. Pág. 64. Sistema clásico de reproducción de opacos a través de cámara.

<http://www.academicimaging.com/fine-art-needs-assessment>

Fig. 22. Pág. 65. Marginador de la marca Beseler.

<http://www.beselerphoto.com/wp-content/themes/beseler/images/img-easel-4blade-over.jpg>

Fig. 23. Pág. 70. Muestra de negativo completo digitalizado con distintos dispositivos: Escáner Epson V750 Pro.

Fig. 24. Pág. 70. Muestra de negativo completo digitalizado con distintos dispositivos: Escáner Canon 5600F

Fig. 25. Pág. 70. Muestra de negativo completo digitalizado con distintos dispositivos: Cámara Canon Ds Mark III con objetivo Canon macro 100mm. 2'8 USM

Fig. 26. Pág. 71. Detalle del ojo, procedente del mismo archivo. Cámara Canon Ds Mark III con objetivo macro 100 2'8 USM

Fig. 27. Pág. 71. Detalle de los botones de la manga, procedente del mismo archivo Cámara Canon Ds Mark III con objetivo macro 100 2'8 USM

Fig. 28. Pág. 72.. Detalle del ojo, procedente del mismo archivo. Escáner Canon 5600F

Fig. 29. Pág. 72. Detalle de los botones de la manga, procedente del mismo archivo. Escáner Canon 5600F

Fig. 30. Pág. 73. Detalle del ojo, procedente del mismo archivo. Escáner Epson V750 Pro

Fig. 31. Pág. 73. Detalle de los botones de la manga, procedente del mismo archivo. Escáner Epson V750 Pro

Tabla 3. Pág. 74. Tabla comparativa de productividad cámara/escáner con negativos

Tabla 4. Pág. 75. Tabla comparativa de productividad cámara/escáner con opaco A4

ÍNDICE DE FIGURAS CAPÍTULO 2

Fig. 1. Pág. 80. Aspecto del techo de la sala de trabajo, en la primera visita al IMNC en el mes de julio de 2010

M. Mancilla Abril

Fig. 2. Pág. 81. Aspecto del laboratorio, en la primera visita al IMNC en el mes de julio de 2010

M. Mancilla Abril

Fig. 3. Pág. 82. Estado extremo de mala conservación, de un bloque de fichas antropológicas.

M. Mancilla Abril

Fig. 4. Pág. 84. Invertir un soporte de reproducción, es la idea de la que se parte para crear la mesa de reproducción rápida

<http://www.beselerphoto.com/copy-stands/>

Fig. 5. Pág. 85. Estructura comercial de la casa IKEA

<http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/bedroom/11468/>

Fig. 6. Pág. 86. Ficha antropológica tipo con información manuscrita. 21X27, 5cm

Fig. 7. Pág. 88. Esquema de partida para la construcción del prototipo de pruebas

Fig. 8. Pág. 89. Dibujo en perspectiva de la plantilla de encaje y apantallamiento

Fig. 9. Pág. 90. Plantilla de encaje y apantallamiento

Fig. 10. Pág. 91. Esquema de dispersión y tinción de luz ,producida por un vidrio normal

Fig. 11. Pág. 92. Luminaria de aluminio con lámpara PL-L de 36 w

Fig. 12. Pág. 93. Esquema de reparto de iluminación de la mesa de reproducción.

Fig. 13. Pág. 94. Ilustración en perspectiva y con instrucciones de la estructura en tubo de hierro.

Fig. 14. Pág. 95. Dibujos acotados de la estructura de la mesa de reproducción.

Fig. 15. Pág. 96. Dibujo acotado de los tableros con indicaciones de pintura.

Fig. 16. Pág. 97. Esquema de partida para la construcción del prototipo de pruebas, y esquema de trabajo definitivo.

Fig. 17. Pág. 98. Perfil del soporte para cámara, de inclinación regulable.

Fig. 18. Pág. 99. Esquema del anclaje de la cámara con nivelación por tuercas.

Fig. 19. Pág. 99. Tablero inferior con la cámara anclada mirando hacia arriba.

Fig. 20. Pág. 100. Ventana de comando de cámara con algunos de los principales parámetros señalados.

Fig. 21. Pág. 100. Aspecto idealizado de coincidencia del círculo del objetivo y la cruz dibujada en el espejo para facilitar la búsqueda del eje óptico.

Fig. 22. Pág. 101. Visión remota a través del ordenador, de una carta gris para determinar el balance de grises y la exposición correcta.

Fig. 23. Pág. 102. Histograma de exposición correcta de una carta gris estándar.

Fig. 24. Pág. 102. Aspecto de la ventana de control remoto con carta de balance y exposición de grises, y carta de control de color X-Rite.

Fig. 25. Pág. 103. Ventana de visión directa remota con ficha antropológica.

Fig. 26. Pág. 103. Ventana de visión directa remota con visión de "lupa".

Fig. 27. Pág. 105. Esquema de las distintas zonas del círculo de imagen de un objetivo.

Fig. 28. Pág. 106. Distorsión tipo Barrilete

Fig. 29. Pág. 105. Sin distorsión.

Fig. 30. Pág. 106. Distorsión tipo Acerico.

*Fig. 31. Pág. 107. Distorsión 4,28% de barril del objetivo en 24mm
[http://www.photozone.de/Canon EF 24-105mm f/4 USM L IS \(full format\) - Review / Lab Test Report - Analysis](http://www.photozone.de/Canon_EF_24-105mm_f/4_USM_L_IS_(full_format)_Review/Lab_Test_Report-Analysis).*

*Fig. 32. Pág. 107. Distorsión 0,78% de acerico del objetivo en 40mm
Ibid.*

Fig. 33. Pág. 108. Distorsión 1,41% de acerico del objetivo en 70mm

*Fig. 34. Pág. 108. Distorsión 1,5% de acerico del objetivo en 105mm
Ibid.*

*Fig. 35. Pág. 109. Comportamiento del objetivo 24-105mm en relación al
viñeteado
Ibid.*

*Fig. 36. Pág. 109. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la
distancia focal 24mm.
Ibid.*

*Fig. 37. Pág. 110. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la
distancia focal 40mm.
Ibid.*

*Fig. 38. Pág. 110. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la
distancia focal 70mm.
Ibid.*

*Fig. 39. Pág. 110. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición en la
distancia focal 105mm.
Ibid.*

*Fig. 40. Pág. 111. Ilustración mostrando las distintas zonas de un círculo de
imagen y la selección del área de trabajo realmente empleado.*

*Fig. 41. Pág. 112. Tabla con las curvas de Rango Dinámico de tres modelos
distintos de la Marca Canon.
<http://www.clarkvision.com/articles/digital.sensor.performance.summary/index.html>*

*Fig. 42. Pág. 115. Ejemplo de un histograma representando una imagen
fotográfica perfectamente expuesta.*

ÍNDICE DE FIGURAS CAPÍTULO 3

Fig.1. Pág. 120. Sistemas clásicos de reproducción de negativos y diapositivas (transparencias)

www.wazobiaenterprise.com

Fig. 2. Pág. 121. Primer boceto del dispositivo de reproducción de transparencias y su componentes.

Fig. 3. Pág. 122. Guía de desplazamiento Castell de Novoflex.

www.novoflex.de

Fig. 4. Pág. 123. Detalle del perfil de aluminio con junquillo.

Fig. 5. Pág. 124. Primer boceto del esquema de desplazamiento manual.

Fig. 6. Pág. 125. Detalle de la zona de anclaje y desplazamiento.

Fig. 7. Pág. 126. Torniquete de goma plano.

Fig. 8. Pág. 127. Tornillo galvanizado de 8cm de longitud y 8mm de diámetro.

Fig. 9. Pág. 127. Detalle de la zona de giro, anclaje y desplazamiento.

Fig. 10. Pág. 128. Tornillo transformado y piezas de anclaje.

Fig. 11. Pág. 129. Volante de ajuste con manivela de desplazamiento en una sola pieza.

Fig. 12. Pág. 130. Vista del volante por la cara de manivela.

Fig.13. Pág. 130. Vista del volante por la zona de arrastre.

Fig. 14. Pág. 131. Giro de volante 1

Fig. 15. Pág. 131. Giro de volante 2

Fig. 16. Pág. 131. Ajuste fino de encuadre del negativo.

Fig. 17. Pág. 132. Detalles de las zonas de soporte y anclaje.

Fig. 18. Pág. 132. Estructura de anclaje y soporte del dispositivo de reproducción de transparencias.

Fig. 19. Pág. 133. Vista trasera de la estructura de anclaje ya montada con perfil de desplazamiento y volante

Fig. 20. Pág. 133. Vista delantera de la estructura de anclaje ya montada con perfil de desplazamiento y volante.

Fig. 21. Pág. 134. Esquema de una tira de negativos producidos por una cámara con el mecanismo de arrastre desajustado.

Fig. 22. Pág. 134. Porta-negativos con película y tiras imantadas.

Fig. 23. Pág. 135. Montando negativos en los porta-negativos.

Fig. 24. Pág. 135. Porta-negativos con negativo ya montado.

Fig. 25. Pág. 136. Detalle del perfil de desplazamiento con pletina e imán de fijación.

Fig. 26. Pág. 137. Gráfico mostrando el efecto "Callier"

Fig. 27. Pág. 139. Caja de integración de luz.

Fig. 28. Pág. 139. Componentes de la linterna de retro-iluminación.

Fig. 29. Pág. 140. Linterna de retro-iluminación montada y vista en semi-sección.

Fig. 30. Pág. 140. Soporte con la cámara en posición vertical.

Fig. 31. Pág. 141. Planta del sistema de reproducción digital de transparencias.

Fig. 32. Pág. 141. Vista general del sistema de reproducción digital de transparencias.

*Fig. 33. Pág. 142. Valor de distorsión 0,59% de barril en apertura f11
[http://www.photozone.de/Canon_100mm_f/2.8_USM_\(full_format\)_-Review/Lab_Test_Report_-_Analysis](http://www.photozone.de/Canon_100mm_f/2.8_USM_(full_format)_-Review/Lab_Test_Report_-_Analysis).*

Fig. 34. Pág. 143. Viñeteado en valores E.V.del objetivo Canon EF 100 f/2.8 USM macro.

Ibíd.

Fig. 35. Pág. 144. Escala de calidad y tabla de rendimiento de definición. Ibíd.

Fig. 36. Pág. 145 Ilustración mostrando las diferentes zonas de un círculo de imagen y la selección del área de trabajo realmente empleado.

Fig. 37. Pág. Pág. 146. Tabla con las curvas de Rango Dinámico de tres modelos distintos de la marca Canon.
<http://www.clarkvision.com/imagedetail/digital.sensor.performance.summary>

Fig. 38. Pág. Pág. 148. Iconos de tres tipos de archivos distintos procedentes del mismo negativo.

Fig. 39. Pág. 149. Ejemplo de un histograma representando una imagen fotográfica perfectamente expuesta.

