



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

***ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE
PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm EN BLANCO Y NEGRO***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

IVÁN GRANADOS RANGEL



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: Néstor Noé López Castillo**

VOCAL: **Profesor: Héctor Ariel Rico Morales**

SECRETARIO: **Profesor: Rolando Javier Bernal Pérez**

1er. SUPLENTE: **Profesor: Emely Bache Ortega**

2° SUPLENTE: **Profesor: Giovana Vilma Acosta Gutierrez**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FILMOTECA DE LA UNAM

ASESOR DEL TEMA: DR. NÉSTOR NOÉ LÓPEZ CASTILLO

(nombre y firma)

SUPERVISOR TÉCNICO (Si lo hay):

(nombre y firma)

SUSTENTANTE (S): IVÁN GRANADOS RANGEL

(nombre (s) y firma (s))

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 OBJETIVOS PARTICULARES	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.1.1 EL NACIMIENTO DE LA INDUSTRIA CINEMATOGRAFICA	8
2.1.2 LA CREACIÓN DEL MONTAJE CINEMATOGRAFICO	10
2.1.3 LA LLEGADA DEL CINE SONORO	11
2.1.4 TECHNICOLOR, CINEMASCOPE, 3D.....	14
2.1.5 LA ERA DIGITAL	15
2.2 MATERIALES DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA	17
2.2.1 ESTRUCTURA DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA.....	17
2.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y FUNCIONALES DE LOS MATERIALES	18
2.2.2.1 ESTABILIDAD DIMENSIONAL.....	20
2.2.2.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, FLEXIBILIDAD, RIGIDEZ	20
2.2.2.3 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	21
2.2.2.4 RIGIDEZ Y FLEXIBILIDAD	21
2.2.2.5 TRANSPARENCIA	22
2.2.3 LOS PLÁSTICOS DE LA CINEMATOGRAFÍA.....	23
2.2.3.1 PLÁSTICOS ARTIFICIALES DERIVADOS DE LA CELULOSA	23
2.2.3.2 CELULOIDE O NITRATO DE CELULOSA PLASTIFICADO	24
2.2.3.3 ACETATO DE CELULOSA.....	31
2.2.3.4 TRIACETATO DE CELULOSA PLASTIFICADO	33
2.2.3.5 PLÁSTICOS SINTÉTICOS	38
2.2.3.5.1 RESINAS DE POLIÉSTER (POLITEREFTALATO DE ETILENO)	38

2.2.4 QUÍMICA DEL REVELADO	41
2.2.4.1 FORMACIÓN DE LA IMAGEN	41
2.2.4.1.1 REVELADO	42
2.2.4.1.2 BAÑO DE PARO.....	42
2.2.4.1.3 FIJADO	43
2.2.4.1.4 LAVADO	43
2.2.4.1.5 PHOTO FLO	43
2.2.4.1.6 SECADO.....	43
2.3 SISTEMAS DE CALIDAD.....	44
2.3.1 CALIDAD EN PROCESOS Y PRODUCTOS.....	44
2.3.2 SISTEMAS DE CALIDAD	44
2.3.3 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	44
2.3.4 SISTEMA DOCUMENTAL.....	45
2.3.4.1 MANUAL DE CALIDAD	46
2.3.4.2 PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD	47
2.3.4.3 INSTRUCCIONES DE TRABAJO, REGISTROS, ETC.....	47
2.3.5 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	47
2.3.6 COMPONENTES PRINCIPALES DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	48
2.3.6.1 PRESENTACIÓN	49
2.3.6.2 OBJETIVO GENERAL.....	49
2.3.6.3 IDENTIFICACIÓN E INTERACCIÓN DE PROCESOS.....	50
2.3.6.4 RELACIÓN DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	50
2.3.6.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS	50
2.3.6.5.1 NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO	50
2.3.6.5.2 OBJETIVO	50
2.3.6.5.3 ALCANCE	51
2.3.6.5.4 REFERENCIAS	51
2.3.6.5.5 RESPONSABILIDADES	51
2.3.6.5.6 DEFINICIONES	52

2.3.6.5.7 INSUMOS	52
2.3.6.5.8 RESULTADOS	52
2.3.6.5.9 INTERACCIÓN CON OTROS PROCEDIMIENTOS	52
2.3.6.5.10 POLÍTICAS	52
2.3.6.5.11 DESARROLLO	53
2.3.6.5.12 DIAGRAMACIÓN.....	53
2.3.6.5.13 MEDICIÓN.....	53
2.3.6.5.14 FORMATOS E INSTRUCTIVOS.....	54
2.3.6.6 SIMBOLOGÍA	54
2.3.6.7 REGISTRO DE EDICIONES	54
2.3.6.8 DISTRIBUCIÓN	54
2.3.6.9 VALIDACIÓN	55
3. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO	56
3.1 PROCESO DE RESCATE Y RESTAURACIÓN DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA	56
3.1.1 RECEPCIÓN DE LA PELÍCULA.....	57
3.1.2 REVISIÓN DE LA PELÍCULA.....	57
3.1.3 DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN.....	58
3.1.4 IMPRESIÓN DE LA COPIA	59
3.1.5 REVELADO DE LA PELÍCULA.....	60
3.1.6 REVISIÓN FINAL Y ENTREGA DE LA PELÍCULA	61
3.2 PROCEDIMIENTO	62
3.3 RESULTADOS.....	77
3.3.1 PREPARACIÓN DE LA REVELADORA.....	77
3.3.2 GAMMA DE CONTROL DE PROCESO	78
3.3.3 REVELADO DE LA PELÍCULA.....	79
4. CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 ESTRUCTURA DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA	18
FIGURA 2.2 DESCOMPOSICIÓN ENDÓGENA	27
FIGURA 2.3 DESCOMPOSICIÓN GRAVE	28
FIGURA 2.4 DESCOMPOSICIÓN MUY GRAVE	29
FIGURA 2.5 PÉRDIDA TOTAL.....	29
FIGURA 2.6 FASE FINAL	30
FIGURA 2.7 PELÍCULA HUMEDECIDA POR EL ÁCIDO ACÉTICO.....	37
FIGURA 2.8 PELÍCULA RÍGIDA Y DEFORMADA POR LA DEGRADACIÓN ACÉTICA.....	38
FIGURA 2.9 PELÍCULA DE POLIÉSTER.....	41
FIGURA 2.10 PIRÁMIDE DE DOCUMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD.....	46
FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESOS DE RESCATE Y RESTAURACIÓN DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA	56
FIGURA 3.2 ROLLO DE 35 mm	57
FIGURA 3.3 LATA DE 35 mm.....	57
FIGURA 3.4 ENROLLADORA DE PELÍCULA	58
FIGURA 3.5 SINCRONIZADORA.....	58
FIGURA 3.6 PEGADORA DE MYLAR	58
FIGURA 3.7 PELÍCULA REPARADA.....	58
FIGURA 3.8 FICHA TÉCNICA.....	59
FIGURA 3.9 IMPRESORA ÓPTICA.....	60
FIGURA 3.10 MAGAZINE DE CARGA.....	61
FIGURA 3.11 MÁQUINA REVELADORA.....	61
FIGURA 3.12 PEGADORA ULTRASÓNICA PARA POLIÉSTER	62
FIGURA 3.13 LATA DE PELÍCULA TERMINADA.....	62
FIGURA 3.14 PELÍCULA LISTA PARA ENTREGA	62
FIGURA 3.15 MÁQUINA REVELADORA.....	77
FIGURA 3.16 GAMMA DE CONTROL PARA COPIA DE EXHIBICIÓN	78
FIGURA 3.17 ROLLO DE PELÍCULA TERMINADA	79
FIGURA 3.18 ROLLO DE PELÍCULA TERMINADA	79
FIGURA 3.19 FRAGMENTO DE LA PELÍCULA TERMINADA.....	80

FIGURA 3.20 FOTOGRAMA DE LA PELÍCULA TERMINADA	81
FIGURA 3.21 FOTOGRAMA DE LA PELÍCULA TERMINADA	81
FIGURA 3.22 FOTOGRAMA DE LA PELÍCULA TERMINADA	81

1. INTRODUCCIÓN

El arte es el acto o la facultad mediante el cual el hombre comunica a los demás los sentimientos propios, mediante el uso de la materia, la imagen, el sonido, la expresión corporal, o simplemente incitando la imaginación tanto la propia como la de los demás.

Es entendido, generalmente, como cualquier actividad o producto realizado por el hombre con una finalidad estética y/o comunicativa, a través del cual se expresan emociones, ideas, o en general, una visión del mundo, mediante diversos recursos como los plásticos, lingüísticos, visuales, sonoros o la combinación de estos.

El arte surge con el hombre, en el momento en que este siente la necesidad de expresar algún sentimiento a través de un medio distinto al lenguaje convencional. Entonces, el arte permite transmitir sentimientos y emociones al espectador, y tiene como objetivo provocar que, tanto las personas que lo practican como los que lo observan, tengan una experiencia que puede ser de orden estético, emocional, intelectual, etcétera.

Dentro del arte, uno de ellos, el cine, es una gran herramienta cultural que permite conocer algunos elementos de la condición humana a través de la imagen y del sonido, y en conjunto con todas las bellas artes, para tratar de impactar al intelecto y a la emoción. El cine es un arte que pretende reflejar la vida del hombre en sus más diversos aspectos y todo lo que le afecta e interesa.

Representa una forma creativa de transmisión de la cultura universal. Nuestra sociedad se va formando e informando a través del cine, permitiendo otro tipo de acercamiento al mundo del ser humano y su sociedad. Una película intenta documentar, dar testimonio de una realidad, en algún caso retratar y relatar una historia para transmitir, a través de ella, un mensaje.

El cine es un elemento muy importante para la difusión de la cultura, la creación de actitudes distintas y de ideas sobre la ciencia y la sociedad en general. Es o tiene que ser provocador de emociones, movilizar al intelecto, al afecto y a varios sentidos a la vez. El cine nos permite conocer mejor el mundo.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Todas las grandes civilizaciones tienen historias que forman parte de su memoria y que cuidan con esmero, porque les permiten identificarse a sí mismos y la pueden compartir con el resto de la humanidad; uno de sus rasgos distintivos es la preservación de dicha memoria. Mediante la palabra en pergamino y papel, por ejemplo, sabemos quiénes somos y cuál es nuestro lugar en el mundo. Preservar dicha memoria es una obligación incuestionable.

De igual manera una película cinematográfica nos dice tanto sobre un individuo, un grupo de personas, un país o una época determinada. Un filme es ya, en sí mismo, un acervo documental y un testimonio creativo formado por imágenes.

Desafortunadamente, debido a los materiales con los que fueron fabricadas en su tiempo, las películas cinematográficas están sufriendo el deterioro progresivo por el paso del tiempo, y corren el riesgo de desaparecer. Con cada película que se va perdiendo, se pierde una parte de la identidad de determinada civilización. Por ello, es de vital importancia la preservación del patrimonio fílmico.

Es por esta razón que el presente trabajo se centra en la realización de un procedimiento para el revelado de la película cinematográfica en blanco y negro, que es una de las actividades que se realizan en el laboratorio fotoquímico de la filmoteca de la UNAM, como parte de los trabajos del área de rescate y restauración del patrimonio fílmico tanto de México como de otros países que requieren dicho servicio.

El procedimiento para el revelado se realizará debido a que, al ser una actividad poco común y prácticamente artesanal, no se tiene documentado, y la realización de la actividad se dificulta, además de que se limita a un pequeño grupo de personas.

Entonces el realizar dicho procedimiento y documentarlo, además de facilitar la realización del revelado para cualquier persona que esté a cargo del área, garantiza la calidad de la película al cumplir con los estándares que establece Kodak, y como consecuencia la satisfacción tanto del cliente como de la filmoteca para la preservación de su patrimonio fílmico.

En este trabajo, se presenta en el capítulo 1 una breve introducción de lo que es el arte en general, de su importancia, así como de la importancia de preservar el

patrimonio fílmico de una civilización, junto con la justificación del trabajo y los objetivos del mismo.

En el capítulo 2 se presentan los antecedentes históricos del cine, además de los principales tipos de materiales que se han utilizado en la fabricación de la película cinematográfica. También se habla brevemente acerca de la química del revelado de la película, mencionando que ocurre en cada una de las etapas del proceso.

De igual manera se menciona qué son los sistemas de calidad, para qué sirven, y cómo desarrollar un procedimiento determinado, para ser tomado como base para la realización del procedimiento de revelado.

En el capítulo 3 se mostrará una breve descripción del proceso de rescate y restauración del patrimonio fílmico, y se profundizará en la etapa del revelado, que es donde se desarrollará el procedimiento. Además se presentará el procedimiento propuesto para llevar a cabo el revelado, así como los resultados obtenidos al llevar a cabo dicho procedimiento.

Finalmente en el capítulo 4 se dan las conclusiones obtenidas del trabajo realizado.

1.2 OBJETIVOS

- Elaborar un procedimiento para el revelado de películas cinematográficas de 35 mm en blanco y negro.

1.2.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar una revisión sobre las distintas técnicas para el revelado de la película cinematográfica.
- Obtener la información necesaria sobre las técnicas utilizadas en el proceso de rescate y restauración que se realiza en la filмотeca de la UNAM.
- Elaborar el procedimiento para el revelado de la película cinematográfica de 35 mm en blanco y negro.
- Presentar los resultados que se obtienen al desarrollar el procedimiento realizado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La fascinación humana por el concepto de comunicarse con luces y sombras tiene sus raíces en la antigüedad. Aristóteles nos proporcionó la referencia más antigua de la cámara oscura, la luz del sol, al atravesar un pequeño orificio, proyectaba una imagen invertida sobre la pared de una habitación oscurecida.

Algunos artistas del Renacimiento calcularon esa imagen proyectada para crear dibujos de gran precisión. Gemma Frisius publicó un dibujo de una cámara oscura en 1545. Trece años después Giovanni Battista della Porta escribió "Magia naturalis", un libro que describía el uso de la cámara oscura con lentes y espejos cóncavos para proyectar un cuadro en una habitación a oscuras.

Este fenómeno fue el preámbulo para el desarrollo de la primera cámara fotográfica, una sencilla caja en la que la luz incidía contra una solución sensible aplicada sobre un soporte de cristal, metal o papel. Los orígenes de la fotografía se remontan a 1816, cuando Nicéphore Niépce, un litógrafo francés, grabó imágenes sobre placas metálicas recubiertas de un material sensible. En 1827, grabó una imagen sobre una placa de peltre recubierta con una emulsión química sensible a la luz.

Posteriormente Niépce colaboró con Louis Jacques Mande Daguerre en el desarrollo del primer sistema fotográfico práctico del mundo. Registraron imágenes claras y nítidas sobre placas de cobre plateadas en el estudio de Daguerre en 1837. Niépce donó su invento al gobierno francés, que lo declaró de dominio público.

William Henry Fox Talbot inventó el primer proceso para realizar copias positivas de una imagen negativa durante la década de 1830. Richard Leach Maddox descubrió que el cristal de haluro de plata es un depósito increíblemente eficiente para capturar luz. Su descubrimiento de 1871 fue un componente básico fundamental para la fotografía moderna.

El intento más antiguo documentado de fotografía cinematográfica lo realizó un fotógrafo itinerante llamado Eadweard Muybridge. En 1872, el gobernador de California, Leland Stanford, contrató a Muybridge para que le ayudara a ganar una apuesta en donde demostraría que había veces en la carrera de un caballo en que

las cuatro patas del animal no tocaban el suelo. Cinco años después, Muybridge preparó 24 cámaras en fila a lo largo de la pista de carreras. Sujetó un cordón al obturador de cada cámara y tendió las cuerdas a través de la pista. Muybridge escribió con tiza, líneas y números en una pizarra detrás de la pista para medir el progreso. Mientras el caballo de Stanford corría por la pista, tropezó con los cables y grabó 24 fotografías que demostraron que las cuatro patas del caballo no tocaron el suelo al mismo tiempo.

Stanford ganó la apuesta y Muybridge continuó experimentando. Durante la primera década de 1880, viajó a París para demostrar su sistema de múltiples cámaras a otros fotógrafos y científicos. Uno de sus invitados fue Etienne Jules Marey, que estaba experimentando el uso de una única cámara para grabar imágenes en movimiento.

La cámara disponía de un largo cilindro que servía de objetivo y un compartimento circular que contenía una única placa fotográfica de cristal. Marey tardaba un segundo en grabar 12 imágenes en el borde de la placa de cristal. Llamó a su invento cronofotografía. Marey registró imágenes en movimiento de hombres corriendo y saltando, caballos trotando y gaviotas volando. Fueron registros permanentes de uno a dos segundos de movimiento.

Simultáneamente, Thomas Edison inventó un sistema que grababa y reproducía música usando un cilindro de cera. Después de que su invento se hizo popular, Edison tuvo la idea de construir y vender un dispositivo que mostrara imágenes en movimiento para acompañar a la música. (El kinetoscopio).

En 1885 en su laboratorio de Menlo Park, New Jersey, asignó a W. K. L. Dickson la tarea de encontrar una forma de registrar imágenes en movimiento en los bordes de las grabaciones.

Por otro lado, George Eastman, quien fundaría la empresa Kodak se interesó en la fotografía fija en 1877, sin embargo, le resultó un proceso incómodo, ya que el fotógrafo tenía que extender una emulsión química sobre una placa de cristal en un lugar muy oscuro y después capturar la imagen antes de que la emulsión se secase.

Entonces en 1880, Eastman fabricó placas secas que mantenían su sensibilidad a la luz. 'EASTMAN Dry Plates' (Placas secas EASTMAN), desempeñó un papel

importante para popularizar la fotografía, pero estaba decidido a hacerlo aún más fácil.

En Inglaterra en 1887, el reverendo Hannibal Goodwin inventó y patentó un método para aplicar una emulsión fotográfica fotosensible sobre un soporte de nitrato de celulosa. El soporte era lo suficientemente resistente, transparente y delgado para perfeccionar un proceso para fabricar película sobre un soporte flexible.

Eastman compró el derecho para utilizar dicha patente y con ello introdujo la cámara KODAK BROWNIE en 1889. La cámara venía cargada previamente con suficiente película para tomar 100 fotografías. La cámara se enviaba por correo a Kodak después de tomar todas las fotografías. Kodak revelaba y copiaba la película, después devolvía las copias al fotógrafo junto con la cámara recargada.

W.K. L. Dickson vio la cámara BROWNIE en un club de fotógrafos aficionados en New Jersey. Viajó a Rochester para conocer a Eastman, que aceptó suministrar la película necesaria para una cámara cinematográfica experimental. Dickson desarrolló la cámara Kinetógrafo y el proyector Kinetoscopio, que Edison patentó en Estados Unidos en 1891.

En ese momento, la película de cámara KODAK se fabricaba en rollos de una anchura de 70 mm. Los rollos tenían la longitud suficiente para tomar 100 exposiciones redondas, cada una de unos 51 mm de diámetro. Dickson decidió que si el rollo de película Kodak se cortaba longitudinalmente por la mitad a una anchura de 35 mm, sería mucho más manejable en la nueva cámara. Eastman suministró la película que se perforaría en ambos bordes, 64 veces por pie (30,48 cm), para engranarse con los rodillos dentados de la cámara kinetógrafo. Estas especificaciones físicas básicas siguen siendo el estándar mundial para la fotografía cinematográfica y la exhibición en salas de cine.

La cámara kinetógrafo se movía con una manivela y se decidió que una frecuencia de fotogramas de aproximadamente dieciséis imágenes por segundo ofrecería un movimiento de imágenes satisfactorio cuando se viera. Por consiguiente, la cámara efectuaba ocho exposiciones por cada revolución de la manivela y dos vueltas por segundo se convirtió en el procedimiento normal de funcionamiento hasta la llegada de las películas sonoras. El tamaño real del fotograma de la película era de 24 mm de ancho y 18 mm de alto. La cámara era genialmente

sencilla. Entonces, como ahora, la película de 35 mm tiene 16 fotogramas por pie [30.48 cm] de película.

Después de la exposición, la película sensible a la luz se descargaba y revelaba en un cuarto oscuro convencional. El negativo obtenido se ponía en contacto con película virgen sin exponer y después, todavía en el cuarto oscuro, se exponía a través del negativo bajo una luz controlada. Después del revelado, la copia positiva resultante estaba lista para verse.

El 20 de mayo de 1891, Edison mostró por primera vez su proyector, una pequeña caja de pino con una mirilla de una pulgada de diámetro, donde se observaban imágenes en movimiento de un hombre sonriendo, saludando con la mano, quitándose el sombrero e inclinándose con naturalidad y elegancia.

En 1892, Edison inauguró un rudimentario estudio cinematográfico en Orange, New Jersey y dijo a Dickson que empezara a producir allí películas cinematográficas para una gran presentación en la Exposición de Chicago de 1894. Edison le llamó estudio Black María, debido a su forma parecida a los carros tirados por caballos de la policía que recibían ese nombre. El techo se podía retirar para permitir entrar la luz del día y el estudio estaba construido sobre una plataforma giratoria para seguir al sol.

Dickson instaló una vía de vagonetas en el estudio que le permitía mover la cámara acercándose y alejándose de sus sujetos para obtener planos más interesantes, esto fue un primer paso intuitivo para hacer de la cinematografía un arte interpretativo.

El kinetoscopio fue la sensación de la Exposición a pesar de que las películas duraban tan solo 20 segundos, y ese mismo año, Edison hizo un acuerdo comercial con Norman Charles Raff, que organizó la Kinetoscope Company y vendió derechos territoriales a empresarios que querían explotar salones de “peepshow”. Pronto, funcionaron más de 1.000 salones en Estados Unidos y Canadá.

Una de las primeras películas que se proyectaron fue “Grabación de un estornudo”, rodada por Dickson, y muestra literalmente a Fred Ott estornudando, un mecánico que trabajaba para Edison.

2.1.1 EL NACIMIENTO DE LA INDUSTRIA CINEMATOGRAFICA

En 1894, los hermanos franceses Louis y Auguste Lumière vieron una demostración del kinetoscopio de Thomas Edison. Esto les sirvió de inspiración para inventar una combinación de proyector y cámara cinematográficos llamada cinematographe, (palabra griega que significa escribir con luz y movimiento).

Aquel artefacto, registraba imágenes en movimiento, aunque no era capaz de reproducirlas. A pesar de que los hermanos Lumière nunca tuvieron excesiva confianza en las posibilidades técnicas y artísticas del nuevo invento, poco a poco estas proyecciones fueron atrayendo a un número de espectadores cada vez mayor.

Presentaron ocho películas cortas en el Grand Café de París el 28 de diciembre de 1895. Estas películas combinaban indistintamente dos tendencias cinematográficas que pronto se dividirían: el cine documental y el cine de ficción. Por un lado exhibían escenas de la vida cotidiana, filmadas en exteriores: trabajadores saliendo de las fábricas (“Salida De La Fábrica”), trenes (“La Llegada del tren a la Estación”), transeúntes y, por otro, representaciones escenificadas grabadas en interiores. Esta fue la primera vez que un público pagó por ver películas proyectadas en una pantalla.

Por otro lado, en Estados Unidos, en febrero de 1896, Thomas Armat y C. Francis Jenkins patentaron el proyector cinematográfico llamado Vitascope. Este Proyector emitía sucesiones de imágenes sin intermitencias en una pared o pantalla lo que permitía que fuesen vistas al mismo tiempo por una cantidad grande de público, a diferencia de lo que ocurría con anteriores sistemas de proyección de imágenes.

Pidieron que Edison les suministrara la película. Edison pidió ver una demostración del proyector. Posteriormente, se alcanzó un acuerdo para vender el proyector Vitascope bajo el nombre de Edison.

La primera proyección pública fue el 23 de abril de 1896 en Koster & Bial’s Music Hall en la 34 Street y Broadway de Manhattan. Había 12 películas cortas alargando actos de vodevil, que incluían un combate de boxeo, una danza de serpentinas, el emperador alemán pasando revista a sus tropas y una llamada Rough Sea at Dover.

En Canadá, los hermanos Andrew y George Holland comercializaron el Vitascope, gracias a que Edison les garantizó los derechos exclusivos de comercialización.

La primera proyección se puso en escena en el West End Park de Ottawa el 21 de julio de 1896.

Cerca de 1,200 espectadores vieron un programa de magia, seguido de una serie de películas cortas. El éxito de la velada fue *The Kiss* (El beso), una breve película interpretada por la actriz canadiense May Irwin y el actor John Rice, coprotagonistas de una popular obra teatral de Broadway, *The Widow Jones* (La viuda Jones). El beso en cuestión era en realidad sólo un rápido besito en la mejilla, pero la escena había escandalizado a los espectadores de Broadway. Con la magia de la película, la gente de todas partes pudo compartir la conmoción. El éxito comercial del entretenimiento cinematográfico fue casi inmediato.

Pronto, el particular invento fue distribuido por todo el mundo, bien a través de la compra de la patente, o bien mediante la copia del artilugio. Diferentes inventores alemanes, norteamericanos e ingleses copiaron y mejoraron el cinematógrafo de los hermanos Lumière.

Una vez comprobado su potencial económico, el cine se convirtió pronto en un espectáculo de feria, barato y popular, despreciado por los intelectuales, muy alejado de la categoría de Arte bajo la que hoy se le considera. Poco a poco el cine comenzó a dejarse de ver como un espectáculo de feria y ciertos intelectuales ya lo empezaban a reivindicar como un Arte.

Fotógrafos innovadores como George Méliès estaban descubriendo en ese momento el poder real de este medio. Este dibujante a veces político, actor y mago estaba fascinado por el potencial narrativo de la película.

A principios de la década de 1900, Méliès desarrolló el concepto “escenas preparadas artificialmente”. Guiándose en el mundo del teatro, creó los acontecimientos necesarios para contar su historia con actores y decorados adecuados en vez de depender de sucesos grabados al azar. Este nuevo enfoque de la realidad abrió las puertas de la narrativa creativa y dio como resultado una carrera prolífica y llena de éxitos para Méliès. Su película número 400, *Un viaje a la luna* (1902), fue enormemente popular.

2.1.2 LA CREACIÓN DEL MONTAJE CINEMATOGRAFICO

Edwin Porter fue un ex marino que instalaba y manejaba los proyectores Vitascope para los hermanos Holland. Se fue de gira tres años mostrando películas cortas en Canadá y América Central y del Sur. Edison lo contrató para dirigir y rodar películas cortas en el nuevo estudio de su compañía en Manhattan en 1900. Para entonces, Edison adquirió los derechos legales de unas 500 películas cortas, incluyendo muchos cortos de fotógrafos ambulantes independientes.

La idea de Porter fue el montaje creativo, ya que hasta 1900 nadie había montado películas, simplemente rodaban unos pocos metros y proyectaban los resultados. Porter experimentó con la creación de una gramática para la narrativa visual moviendo la cámara para modificar el punto de vista del espectador. Intercaló escenas paralelas, creó dobles exposiciones y combinó acción en vivo en primer término con fondos pintados y proyectados.

Inspirándose en el uso innovador de las técnicas del montaje teatral y los ángulos de cámara variados que observó en las películas de Méliès, Porter se propuso contar una historia usando un material que ya había rodado. Reconoció que el cineasta tenía la misma libertad para desarrollar un universo de ficción, así como lo tenían los novelistas y/o los dramaturgos, la posibilidad de cambiar escenas rápidamente, para retroceder o avanzar en el tiempo, a fin de mostrar acciones simultáneas, etc.

Porter llegó a dirigir a Mary Pickford y otras muchas grandes estrellas. Realizó programas espectaculares en exteriores (The Eternal City). Su drama de 12 minutos de 1903 "The Great Train Robbery", fue una de las películas narrativas de mayor éxito realizada durante este periodo. En 1907, Porter contrató a un actor teatral llamado D. W. Griffith para que apareciera en una película llamada "Rescued from an Eagle's Nest". Con esa película se inició una colaboración con Gottfried Wilhelm "Billy" Bitzer.

Billy Bitzer era un electricista que empezó su carrera rodando imágenes pintorescas del interior despoblado de Canadá durante los últimos años de la década de 1890, películas patrocinadas por los Ferrocarriles Nacionales del Canadá. Las películas se presentaron en Inglaterra para atraer colonos a las zonas despobladas. La cooperación de Bitzer con Griffith incluyó dramas famosos como The Birth of a Nation (El nacimiento de una nación), Intolerance

(Intolerancia) y Broken Blossoms (Lirios rotos). Fue el primero en utilizar técnicas narrativas cinematográficas en esas y otras películas, incluyendo primeros planos, desenfoces, fundidos abiertos y contraluces. En 1913, Bitzer instaló un diafragma en forma de iris en su cámara personal, que le permitía fundir en negro entre escenas.

Él y Griffith emplearon esa técnica mientras estaban rodando The Battle at Elderbush Gulch. Bitzer también utilizó el diafragma iris para afinar ligeramente el foco de los intérpretes y la acción del fondo. Bitzer y otros profesionales de la primera generación de directores de fotografía estaban inventando un lenguaje nuevo.

2.1.3 LA LLEGADA DEL CINE SONORO

A mediados de los años 20, la fascinación del público por la radio había afectado notablemente a la recaudación de taquilla de las películas. Aunque todavía no se habían creado las radionovelas, se emitían ocasionalmente obras radiofónicas además de música. Esto significó una creciente amenaza para la industria cinematográfica.

Thomas Edison había inventado un grabador de sonido en 1877 con la intención de que el sonido acompañara a la película desde el principio, sin embargo, la tecnología tenía un desarrollo lento. Varios ingenieros de los años 20 experimentaron con amplificadores de radio como medio para reproducir sonido para las películas, pero ninguno era adecuado para usarse en grandes salas de cine.

Finalmente, en 1926, el estudio Warner Bros. desarrolló un sistema de sonido que producía un volumen con un nivel que era adecuado incluso para los palacios del cine. Tenía una banda sonora musical por medio de un disco fonográfico, que estaba unido mecánicamente al proyector de película del cine. Llamó a su sistema "Vitaphone".

Para producir una fidelidad y uniformidad de sonido suficiente, las cámaras de manivela fueron equipadas con motores eléctricos que funcionaban a una velocidad constante de 24 fotogramas por segundo, en vez de la familiar de 16 fotogramas por segundo. Otra importante ventaja de funcionar a 24 fotogramas por segundo fue que el característico parpadeo de las películas mudas

desaparecía. La suave imagen daba a los espectadores alrededor de un 50 por ciento más información de la imagen que asimilar.

Y así, ese año presentaban cinco cintas en que la imagen convivía con el sonido gracias a este sistema de sincronización disco-imagen. Éstas consistían en un discurso de William Hays, una pieza interpretada por la New York Philharmonic Orchestra, una pieza de violín tocada por Mischa Elman, una audición de la cantante Anna Case y la película de Alan Crosland, Don Juan, con John Barrymore como protagonista y en la que se había añadido una partitura interpretada por la orquesta antes citada.

Las nuevas técnicas, el espíritu creativo y emprendedor de los cineastas, hicieron que se impusiera el cine sonoro, dejando a mucha gente en el camino con el cine mudo. Cuando el cine sonoro demostró su rentabilidad, las películas mudas, a pesar de su arte, quedaron condenadas a pasar a la historia. El cine mudo había durado 35 años.

El 6 de octubre de 1927 se estrenó El cantante de jazz (The Jazz Singer), considerada la primera película sonora de la historia del cine, que hizo tambalear todos los planes del momento del cine mudo. Hacia 1930 el sonoro era un hecho, y el cine mudo había sido definitivamente vencido.

Aunque en un principio parecía que la incorporación del sonido restaba expresividad a los planos, pronto se supo aprovechar la capacidad comunicativa que aportaban los diálogos. Los espectadores podían entender mejor las historias y muchos intelectuales vieron la posibilidad de escribir guiones interesantes.

A efectos del cine como sistema global, la incorporación del sonido trajo cambios en la industria. Ya no bastaba con ser fotogénico, sino que la voz tenía que cumplir unas expectativas. En el cine norteamericano muchos actores de origen extranjero vieron reducidas sus posibilidades de triunfar en Hollywood, pues su acento no se ajustaba a las exigencias de los personajes, por lo que se vieron relegados a interpretar papeles muy concretos.

Pronto el público rechazó las películas mudas en favor de las películas sonoras. En muchas ocasiones, los estudios retiraron costosas películas mudas y precipitadamente añadieron sonido, cualquier sonido, a fin de estrenarla como

película hablada. Con pocas excepciones, los guiones ahora se escribían exclusivamente para “películas habladas”.

El uso de discos fonográficos para grabación y reproducción de sonido tuvo una vida corta. Los discos se deterioraban rápidamente y se rompían con facilidad. Mantener la sincronización exigía habilidad durante la proyección y con frecuencia fallaba. Los técnicos de la película crearon una forma de grabar el sonido a lo largo del borde de la película; diseñaron una diminuta representación de la onda sonora real con la luz. Los proyectores creados para este proceso usaban una pequeña bombilla luminosa y una célula fotoeléctrica para recuperar la energía del sonido y alimentar el amplificador del cine.

Este sistema eliminaba la necesidad de discos grabados y no se desgastaba ni perdía sincronización. Actualmente esta técnica básica todavía se utiliza, aunque en una forma muy mejorada.

Sin embargo, el sonido creó enormes problemas técnicos para el director de fotografía. Las cámaras contemporáneas eran demasiado ruidosas. La solución inmediata fue encerrarlas en algo como una gran cabina telefónica, lo bastante grande para dar cabida al operador, director y, a veces, otros ayudantes. Esto resolvió el problema del ruido, pero inmovilizó a la cámara.

Algunos directores de fotografía intentaron poner ruedas a las cabinas, pero el problema se resolvió definitivamente con el “barney”, una cubierta flexible que envolvía la cámara y amortiguaba el ruido.

Los actores no podían ni moverse, debido a que los primeros micrófonos captaban cualquier sonido, deseado o no, los actores se veían forzados a permanecer quietos y hablar en dirección hacia donde los micrófonos estaban escondidos.

Los musicales parecían el escenario evidente para explotar el sonido y el público fue inundado con ellos durante estos primeros años. La inmovilidad de la cámara y actores exigía que cualquier baile permaneciera casi inmóvil. Los actores hablaban y cantaban, pero la grabación del sonido era tan primitiva que incluso las grandes voces sonaban mal.

Finalmente, sin embargo, el deseo de musicales de calidad hizo progresar la tecnología del sonido. 42nd Street (La calle 42) de Busby Berkley fue uno de los

primeros ejemplos de una grabación postsincronizada efectiva; todas las grabaciones musicales se realizaron en un estudio de sonido y después los actores sincronizaron los labios, con una reproducción durante la filmación. De esta forma la cámara y los actores tenían libertad para actuar con naturalidad.

2.1.4 TECHNICOLOR, CINEMASCOPE, 3D,

Muchos de los primeros cineastas realizaban un teñido a algunas partes de sus películas para conseguir un impacto dramático. Pero el teñido era una técnica costosa y que requería mucho tiempo.

En 1922 se introdujo el proceso Technicolor. Inicialmente en un proceso de dos colores, se exponían simultáneamente dos rollos de blanco y negro. Uno estaba sensibilizado para la luz roja y el otro para la luz verde. Ambas películas se revelaban y positivaban sobre película virgen y se utilizaban colorantes para igualar los colores originales. La primera película producida en ese formato fue *The Toll of the Sea* (El tributo del mar), protagonizada por Anna May Wong. Durante los años 20, el sistema Technicolor de 2 tiras se utilizó selectivamente para subrayar visualmente escenas determinadas de algunas películas.

En 1932 Technicolor anunció un nuevo proceso de tres colores que era más sencillo y menos caro que el anterior proceso de dos colores. Uno de los primeros en aprovechar el nuevo sistema es sus películas de animación fue Walt Disney con *Three Little Pigs* (Los tres cerditos), en 1933. *Becky Sharp* (1935) fue el primer largometraje en Technicolor con este proceso.

El Technicolor de tres colores se convirtió en el estándar de color para la producción cinematográfica en todo el mundo, incluso aunque el trabajo fuera incómodo debido al gran tamaño requerido de la cámara.

El voluminoso equipo de filmación y los complicados requisitos del revelado del proceso Technicolor de tres colores producían resultados excelentes, pero continuaba siendo técnicamente complicado. En 1950, Kodak anunció su primera Película Negativa de Color EASTMAN, junto con una película complementaria positiva para copia, que podían registrar los tres colores primarios en la misma tira de película. Fue el comienzo de una rápida transformación de películas de blanco y negro en color. Desde entonces, la producción cinematográfica en color ha estado literalmente a disposición de cualquiera con una cámara.

Los estudios también se concentraron en diferenciar las películas de la televisión haciendo que asistir al cine fuese una experiencia de entretenimiento única. La primera película de éxito en 3-D apareció en 1952. Mientras los principales estudios peleaban para competir con la televisión en blanco y negro en el hogar, se produjeron alrededor de cuarenta películas en 3-D en 1953 y otras 20 se iniciaron el año siguiente. No obstante, sólo una pocas de ellas se exhibieron realmente en formato 3-D. Existen diversas teorías emitidas sobre la desaparición del 3-D. Algunos críticos dicen que el formato no era favorable para la narrativa dramática y que dependía demasiado de artilugios. Los espectadores se quejaban de las pesadas gafas que debían ponerse y declaraban que el 3-D les producía dolor de cabeza y causaba fatiga en los ojos, problemas generalmente originados por proyectores mal ajustados.

Debido a todos estos problemas generados por las películas en 3-D, se llevó al uso del 65 mm y otras películas de formato ancho que se proyectaban en formato de 70 mm y aumentó con el sonido estéreo. Entre 1953 y 1970 se estrenaron con éxito más de sesenta películas de formato ancho.

Durante estos años de innovaciones, sin embargo, en los cines se generaron estrategias para conservar a la audiencia que hasta el momento tenía, por ejemplo distribuyendo comida gratis y ofreciendo tres películas. Esto fue debido a que se acercaba una creciente amenaza, la televisión.

2.1.5 LA ERA DIGITAL

En 1989 se produjo otro avance gigantesco cuando Kodak invitó a unos 20 directores de fotografía prestigiosos a reunirse con algunos de los principales investigadores de la imagen de la compañía para definir las necesidades para desarrollar una tecnología digital para la postproducción que pudiera usarse para la restauración de películas, así como para componer, sin que se noten diferencias, películas de acción en directo con efectos visuales.

Un investigador en esa reunión proféticamente predijo que algún día sería rutinario que los directores de fotografía ampliaran sus funciones dentro de las salas de postproducción de “intermediate digital” para finalizar el aspecto visual de la película.

Kodak introdujo en el mercado el sistema de película digital Cineon en 1993. Incluía un escáner y filmadora digitales de película, una estación de trabajo digital y un software. Cineon se diseñó como un sistema abierto a fin de provocar una amplia evolución en toda la industria de herramientas nuevas y compatibles. Era independiente de la resolución, porque necesitaba inmensas cantidades de espacio y potencia de computación para gestionar todos los datos que la película, de 35 mm, era capaz de registrar. Los investigadores de Kodak estimaron que se necesitarían 40 megabytes de datos digitales para representar con exactitud los matices de colores, el contraste y la resolución que era capaz de capturar y almacenar un único fotograma de 35 mm. Previeron un momento en que sería más práctico y razonable escanear y convertir gran parte o toda la información almacenada en el negativo en archivos digitales manejables.

También anticiparon que aumentarían las expectativas de dar un nuevo destino a las películas para nuevos mercados.

Walt Disney utilizó, en primer lugar, el sistema Cineon para restaurar la clásica película *Snow White and the Seven Dwarfs* (Blancanieves y los siete enanitos) con su esplendor original. Hubo muchos proyectos de restauración posteriores y aplicaciones para la integración perfecta de efectos visuales con planos de acción en directo.

Se produjeron espectaculares avances complementarios en la evolución de la tecnología de la emulsión cinematográfica, iniciando en 1996 con la introducción de las Películas Negativas de Color KODAK VISION. Estas películas fueron diseñadas con el considerable asesoramiento de directores de fotografía de todo el mundo, que definieron sus necesidades de emulsiones de grano más fino, con características de imagen específicas que les proporcionarían más latitud para crear imágenes superiores.

Los investigadores de Kodak desarrollaron varias plataformas nuevas de películas negativas de color, que incorporaban los nuevos avances de la tecnología del color y que se diseñaron para brindar a los directores de fotografía más flexibilidad creativa.

2.2 MATERIALES DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA

Desde sus inicios y hasta pasadas las cinco primeras décadas del siglo XX, las imágenes en movimiento sólo pudieron registrarse y reproducirse sobre películas (cintas) transparentes de material plástico, con una de sus caras (o, en algunos casos, ambas caras) recubierta por una capa, sólida, compuesta por gelatinas y por los cristales fotosensibles en donde se forman las imágenes.

En lo que respecta al sonido cinematográfico, hasta la década de los cincuenta, los únicos soportes funcionales fueron las mismas películas fotográficas que se utilizaban para la imagen. Desde los cincuenta, las cintas magnéticas se introducirían en la cinematografía hasta llegar a convertirse en los únicos soportes utilizados durante toda la etapa de producción del sonido, apartando a los soportes fotográficos de sonido a las etapas de reproducción y exhibición.

También hacia la mitad del siglo XX, la tecnología electrónica y las cintas magnéticas empezaría a emplearse como soportes para el registro de imágenes en movimiento. En los años setenta se iniciaría la introducción de los discos como soportes combinados para imágenes y sonidos.

Las cintas, películas o discos, los registros fotográficos o magnéticos, las tecnologías fotoquímicas o electrónicas, los materiales y sistemas empleados para el registro y la reproducción de imágenes y sonidos, presentan siempre un elemento en común: los criterios que se siguen en el diseño y en la selección de sus componentes comienzan siempre por los objetivos de funcionalidad industrial, y para conocer y poder conservar sus materiales, los archivos tienen que poner en primer plano el conocimiento de esa funcionalidad industrial, técnica y económica, que fue determinante en la fabricación.

2.2.1 ESTRUCTURA DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA

La película está formada por capas y la combinación de estas capas da a cada película su carácter. La película cinematográfica consta de un soporte transparente, una emulsión sensible a la luz y varias capas que recubren ambos lados, ver figura 2.1. Las capas que forman la película son:

- a) Capa protectora
- b) Emulsión sensible

- c) Substrato
- d) Soporte
- e) Substrato
- f) Capa antivuelo o antihalo
- g) Capa dorsal

Algunas capas son diferentes de las que se aplican en la película para fotografía fija y han sido diseñadas para contribuir a que la película cinematográfica se desplace suavemente a través de la cámara.

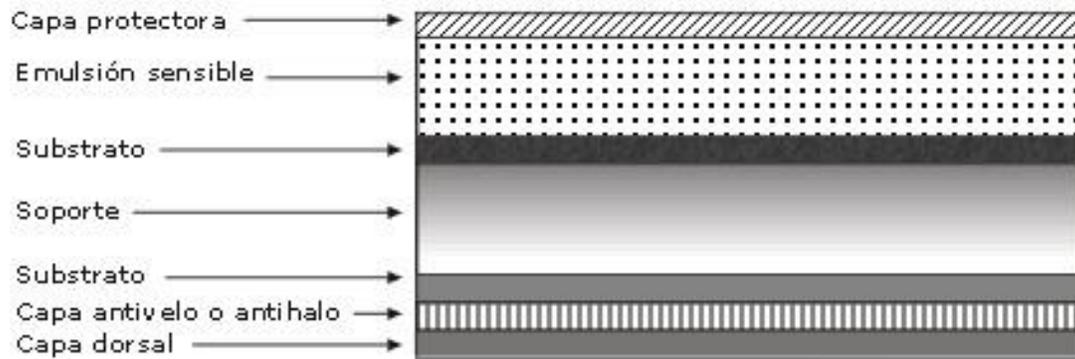


Figura 2.1. Estructura de la película cinematográfica.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y FUNCIONALES DE LOS MATERIALES

La base o soporte tiene que proporcionar las características mecánicas necesarias para que la capa sensible pueda utilizarse durante el registro y la reproducción; en consecuencia, la elección de materiales para los soportes ha estado siempre subordinada a las necesidades de la capa sensible y existen evidencias de que esta subordinación está relacionada con el origen de algunos de los problemas de conservación que sufren las películas.

Todos los materiales utilizados para la fabricación de soporte para el registro y la reproducción de imágenes o sonidos pertenecen al tipo de lo que hoy día se conoce como materiales plásticos.

En la cinematografía se han utilizado materiales plásticos artificiales derivados de la celulosa (celuloide y acetatos) y plásticos sintéticos como el poliéster, el PVC y el policarbonato.

Todos estos materiales son relativamente económicos pero el costo de fabricación no ha sido la razón determinante para su selección. Los plásticos modernos se han desarrollado en paralelo a la cinematografía y esta ha adoptado (o por lo menos probado) todos aquellos plásticos que podían responder a sus necesidades.

En los plásticos empleados en la cinematografía, las características más apreciadas son sus relativamente elevados índices de estabilidad dimensional y resistencia mecánica y sus características de rigidez y flexibilidad.

La flexibilidad, es indispensable para el uso en cintas enrollables y la transparencia, lo es igualmente para películas fotoquímicas.

La estabilidad de los soportes se considera en función de las alteraciones que la pérdida de esa estabilidad (la degradación química del plástico) puede introducir en las características físico/funcionales de los filmes.

La degradación química se valora, en primer lugar, por las modificaciones dimensionales que produce en los materiales y que pueden llegar a impedir su uso normal y a dañar la unión entre base y emulsión; en segundo lugar por la pérdida de resistencia mecánica del soporte, y por último, por la acción de las sustancias producidas en el proceso de la degradación que modifican la transparencia y descomponen y destruyen la película.

La pérdida del plastificante se manifiesta como contracción y pérdida de flexibilidad, pudiendo llegar la película a presentarse rígida y deformada.

La absorción o la pérdida de humedad también tienen efectos directos (independientes de los que produzcan a través de la degradación química) sobre las dimensiones del soporte y sobre su transparencia y su unión con la emulsión.

Las causas y los efectos de todos estos procesos están íntimamente relacionados y pueden potenciarse mutuamente.

2.2.2.1 ESTABILIDAD DIMENSIONAL

Las modificaciones en las dimensiones (ancho, largo y grueso) de los soportes pueden dificultar, hasta hacer imposible su paso por la maquinaria y debilitar o romper su unión con la capa sensible.

En las cintas, los efectos de la disminución (contracción) o el incremento en cualquiera de estas dimensiones siguen desarrollos distintos en la dirección longitudinal que en la transversal de película y este hecho tiene múltiples efectos en la conservación. Al contraerse o estirarse desigualmente en los sentidos longitudinal y transversal, las películas se curvan y ondulan (abarquillamiento), perdiendo su superficie plana, debilitando los empalmes e incrementando el riesgo de roturas ante cualquier manipulación.

Los efectos de la contracción son particularmente graves en las películas perforadas características de la tecnología fotoquímica, y aunque las contracciones longitudinales sean porcentualmente inferiores a las que se producen en el sentido transversal, contracciones longitudinales relativamente muy pequeñas pueden llegar a impedir el uso normal de las películas en proyecciones o en reproducciones.

Las contracciones o incrementos transversales se resuelven en el ancho de la película y, hasta un cierto grado, son absorbidas por las tolerancias de los rodillos y guías por los que circula la película; en contrario, las contracciones longitudinales se acumulan, y una contracción relativamente pequeña significará que, después de unos pocos fotogramas, las perforaciones se posicionen de manera distinta sobre los dientes de los rodillos, produciendo deslizamientos o incluso roturas e impidiendo el uso normal de los materiales.

2.2.2.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, FLEXIBILIDAD, RIGIDEZ

Estas tres características deben considerarse conjuntamente, atendiendo a las necesidades de los equipos de arrastre y lectura en cada sistema de reproducción.

2.2.2.3 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

En los plásticos usados en películas cinematográficas, la resistencia a la tracción es relativamente alta (superior a 600kg fuerza por cm² de sección) y más que suficiente para las exigencias normales de funcionamiento; pero estas exigencias no siempre son normales.

Cuando los elementos de arrastre no funcionan con la debida suavidad o se producen atascos en el arrastre o cuando se realizan manipulaciones precipitadas e incorrectas, la tensión que debe superar la cinta puede crecer hasta superar el límite elástico y producir deformaciones e incluso roturas. En este sentido (y en otros) la introducción de los cassetes, como dispositivos de almacenamiento y manejo, ha facilitado extremadamente la conservación de los soportes.

La degradación química de las películas, también puede ser descrita como un proceso de roturas sucesivas en las cadenas moleculares que forman el polímero; proceso que, naturalmente, reduce la resistencia mecánica de los soportes, pero es un proceso que, en la práctica, no llegará a tener consecuencias notables. Para cuando la pérdida de resistencia a la tracción producida, afectara al manejo de las películas, estas ya estarían gravemente dañadas por los efectos que otros procesos de degradación sobre sus dimensiones y sobre su flexibilidad y rigidez.

2.2.2.4 RIGIDEZ Y FLEXIBILIDAD

Los plásticos que pueden emplearse como soporte en cintas cinematográficas deben combinar un cierto grado de rigidez y un cierto grado de flexibilidad.

En los sistemas fotoquímicos, la rigidez de las películas tiene que posibilitar su paso totalmente en plano y soportada solo lateralmente ante la cabeza lectora, mientras que se desliza en una sucesión de arrastres y paradas y, además, en las copias de proyección, mientras que resisten sin curvarse el golpe térmico del haz de luz del proyector. La rigidez del soporte también deberá ser suficiente para repartir hacia toda la película el empuje que los garfios de arrastre ejercen sobre el muy delicado borde de las perforaciones.

En los soportes fotoquímicos, la flexibilidad sólo es necesaria para permitir el enrollamiento de la cinta y su tránsito por los sistemas de arrastre. La combinación de rigidez y flexibilidad debe proporcionar un determinado grado de elasticidad

capaz, por ejemplo, de permitir el funcionamiento de los bucles en los que se produce el cambio del movimiento continuo al alternativo.

En los plásticos derivados de la celulosa, la rigidez la proporciona la propia estructura del polímero y la elasticidad el plastificante. La pérdida de plastificante disminuye las condiciones de elasticidad e incrementa la rigidez.

La proporción de plastificante en la masa de los soportes es un factor negativamente determinante de su estabilidad. Plásticos como el politereftalato de etileno (PET), en los que la proporción de plastificante es nula, tienden a conservar mejor sus cualidades funcionales.

2.2.2.5 TRANSPARENCIA

En las películas fotoquímicas la transparencia y la ausencia de pigmentación son cualidades indispensables para las bases/soporte.

Todos los materiales transparentes absorben y dispersan una cierta cantidad de luz pero, teniendo en cuenta el espesor de las cintas que se emplean en estas películas (en torno a las 125 micras) estas cantidades son mínimas: sobre el 5% de la luz que reciben.

Casi todos los plásticos transparentes presentan un cierto grado de pigmentación (generalmente, amarillamiento) que puede incrementarse por acción de la luz; pero en condiciones normales de uso y conservación y con los espesores utilizados en cinematografía, esta pigmentación no es apreciable.

El índice de refracción es otro aspecto importante en los plásticos fotográficos. En los utilizados en cinematografía, este índice se sitúa sobre el 1.5%, superior al del agua y prácticamente igual al de los vidrios ópticos más ligeros.

La degradación estructural modifica severamente todos estos parámetros, pudiendo llegar a convertir el soporte en una lámina opaca. También, aunque en mucha menor medida, la absorción de humedad puede modificar la transparencia del soporte. La pérdida del plastificante introduce muy pocos cambios en este aspecto.

2.2.3 LOS PLÁSTICOS DE LA CINEMATOGRAFÍA

Los materiales plásticos utilizados en la cinematografía pueden encuadrarse en dos tipos: plásticos artificiales derivados de la celulosa y plásticos sintéticos.

2.2.3.1 PLÁSTICOS ARTIFICIALES DERIVADOS DE LA CELULOSA

Estos plásticos se obtienen modificando la estructura de la celulosa original, sustituyendo los grupos hidróxilos (OH) existentes en sus anillos moleculares por grupos nitro o acetato. Los nitratos o acetatos así obtenidos, son dotados de características plásticas y de un cierto grado de flexibilidad, mediante la adición de un plastificante.

Pese a su similar origen y características, nitratos y acetatos son materiales que representan problemas y procesos de fabricación muy diferentes; diferencias que tienen múltiples consecuencias en su conservación y que pueden comprenderse fácilmente a través de las dificultades que presentó la consecución del grado de sustitución (nitración o acetilación) deseable para cada material.

En el trinitrato de celulosa conseguido originalmente por Schömbein, el grado de sustitución se situaba entre 2.7 y 3. Aquel material era explosivo y la dificultad (para conseguir productos que sólo fueran inflamables) estuvo en rebajar el grado de sustitución hasta magnitudes comprendidas entre el 1.9 y el 2.7. En la fabricación de películas cinematográficas se utilizan las nitrocelulosas de más bajo grado de sustitución.

En los acetatos es inverso. Los acetatos más estables son los de mayor grado de sustitución, pero conseguir la acetilación de los grupos hidróxilos de la celulosa no resultó fácil: para llegar desde los primeros diacetatos, obtenidos en laboratorio en 1895, hasta los triacetatos con un grado de sustitución de 2.7, fue necesario recorrer un largo camino que abarcaría hasta los años cuarenta del siglo XX.

En los derivados celulósicos, el plastificante constituye un tanto por ciento importante de la masa del material y, en buena medida, las propiedades físicas de los plásticos y sus características de estabilidad dependen de su contenido.

Los plastificantes cubren una doble función: primero, rebajan la temperatura de fluidez del derivado celulósico, separándola de la descomposición, y permitiendo que éste pueda ser moldeado o laminado en caliente; en segundo lugar, ya en frío, disminuyen la rigidez de la celulosa otorgando flexibilidad al plástico.

Sin embargo, se pueden modificar las dimensiones e incrementarse la rigidez de los soportes debido a la pérdida del plastificante, que puede ser a causa de la propia inestabilidad química del producto utilizado como plastificante, o como consecuencia de la degradación estructural de la película o del plastificante mismo.

2.2.3.2 CELULOIDE O NITRATO DE CELULOSA PLASTIFICADO

El celuloide fue el primer material utilizado como soporte cinematográfico. El nitrato de celulosa se obtuvo por primera vez en 1846, como un material químicamente tan inestable que explotaba espontáneamente.

En los años siguientes, controlando la velocidad de reacción y eliminando impurezas de los componentes, se consiguió un tipo de nitratos solamente inflamables. Estas fueron las piroxilinas, que disueltas en alcohol y éter serían utilizadas en la fotografía como aglomerante para la plata sensible en las placas al colodión.

En 1854, mediante la adición de alcanfor a la mezcla conseguida con el alcohol y el éter, se obtuvo un material transparente, estable y resistente, con poca tendencia a absorber humedad y que podía ser moldeado y laminado en caliente y mecanizado en frío. La fabricación industrial de ese producto se inició en 1872, bajo la denominación comercial de Celuloide.

En 1889, George Eastman utilizaría Celuloide en forma de cinta, como soporte para sus películas fotográficas y luego, con la colaboración de K.L. Dickson, como soporte para las películas del Kinetoscopio de Edison.

Eastman Kodak suspendió la fabricación de celuloide en 1951 y a lo largo de esa década, poco a poco, este plástico sería abandonado como soporte cinematográfico en todo el mundo.

El nitrato de celulosa es un derivado celulósico, conseguido por nitración de la celulosa original en presencia de ácido sulfúrico, que actúa como agente desecador eliminando el agua que se produce durante la transformación.

El alcanfor que fue el primero y casi el único producto utilizado como plastificante para los nitratos, es una sustancia cristalina, translúcida y muy volátil, y esta volatilidad se convertiría en un problema permanente para la conservación del celuloide.

El celuloide es un material de elevada resistencia y muy transparente. Presenta una leve coloración amarilla que no interfiere su uso en cinematografía. Su tendencia a la absorción de agua es muy reducida lo que contribuye a su estabilidad dimensional. Sus cualidades mecánicas se alteran a temperaturas superiores a los 80 °C. Puede disolverse fácilmente con numerosos productos, como acetona, tetracloruro de carbono, acetato de metilo, etcétera.

Los efectos más perceptibles de la inestabilidad química del celuloide son la inflamabilidad y la degradación estructural (descomposición), y ambas manifestaciones estrictamente relacionadas.

La descomposición química del celuloide produce calor por lo que la combustión sin llama del celuloide se inicia a temperaturas inferiores a la de inflamación. Si el calor producido se acumula sin disiparse, la temperatura del material irá aumentando hasta alcanzar los 160 °C, momento en que el celuloide se autoinflamará.

Las nitrocelulosas contienen grandes cantidades de oxígeno en su estructura y no requieren del oxígeno exterior para alimentar su combustión sin llama ni para su inflamación.

Cuando está ardiendo, una tira de celuloide aislada podrá ser apagada refrigerándola violentamente con gases, agua o espumas, pero no hay sistemas capaces para apagar un rollo de película ardiendo; los refrigerantes no pueden penetrar en el interior de las espiras y, dado que, para arder, el celuloide utiliza el abundante oxígeno contenido en su estructura, impedir la llegada del aire a la película no dará ningún resultado.

Los gases emitidos por la descomposición y la combustión del celuloide son tóxicos y algunos muy peligrosos (sobre todo al combinarse en ambientes sin ventilación, condición en la que pueden llegar a ser explosivos), por ello, los almacenamientos de celuloide deben estar adecuadamente aislados y ventilados.

La descomposición se inicia desde la fabricación del celuloide. La fragmentación de algunos enlaces N–O en los grupos nitro, introduce roturas en las cadenas moleculares produciendo óxidos nitrosos que, al combinarse con la humedad, darán lugar a la producción de ácido nítrico, que actuará como catalizador, precipitando y acelerando el proceso de descomposición.

En principio, la descomposición química se desarrolla muy lentamente y sus signos externos (olor, contracción) se confunden con los derivados de otros procesos como la pérdida del plastificante. Cuando la descomposición llega a la fase "activa", en la que sus efectos son claramente apreciables, puede seguir avanzando lentamente durante largos periodos de tiempo o puede precipitarse rápidamente hasta la destrucción total del material.

Pese a que la experiencia muestre que existen enormes diferencias de conservación entre distintos rollos de este material, es posible predecir que, sean cuales sean las condiciones en que se conserven, a largo plazo todas las películas de celuloide serán víctimas de la descomposición.

Aunque el proceso de descomposición siempre está activo en el material, la etapa inicial de la descomposición, en la que sus signos externos no son claramente perceptibles, suele describirse como "descomposición no activa" o "latente".

Se han estandarizado algunas pruebas de laboratorio para determinar la estabilidad química del material durante este periodo. Estas pruebas no son absolutamente exactas pero (dentro de determinados límites temporales) pueden dar orientaciones confiables sobre las expectativas de duración de cada material y permitir la programación de las reproducciones de conservación.

La segunda fase de la descomposición es la descomposición activa. Esta puede iniciarse por el propio desarrollo de los procesos internos de descomposición del material o por una agresión exterior directa sobre la película. Aunque los efectos de la descomposición sean fundamentalmente idénticos en ambos casos, saber

diferenciar entre los procesos endógenos y los exógenos puede ser muy importante desde el punto de vista del control sobre las condiciones de conservación existentes en los almacenamientos.

La observación cuidadosa de las características iniciales de la descomposición activa en cada película puede permitir establecer cómo y por qué se inició la fase activa y, quizá, la corrección de sus causas.

En los procesos endógenos la descomposición se inicia generalmente sobre el eje central de los fotogramas, en zonas donde, por la presión entre las vueltas del enrollado de la película, los gases de la degradación no puedan salir al exterior. Este tipo de procesos nunca se inicia en las vueltas exteriores del rollo, ver figura 2.2.

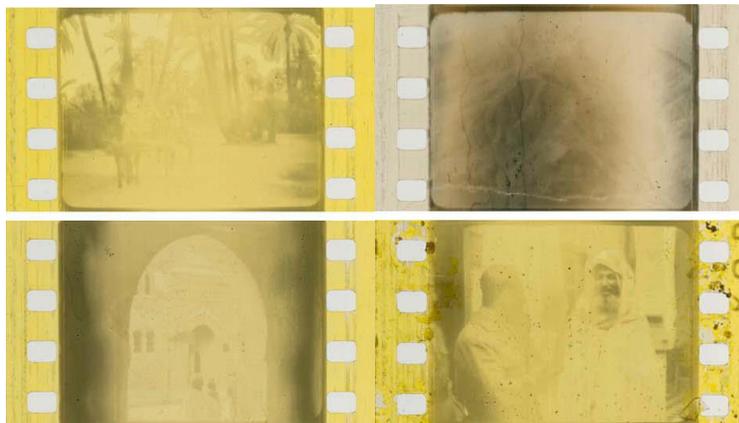


Figura 2.2. Descomposición endógena.

Los procesos exógenos están en función de la humedad por condensación (producidas por cambios de humedad y de temperatura en el ambiente del almacén) en el interior de los envases.

La descomposición puede iniciarse en el lado del rollo que está situado sobre el fondo del envase, o en fotogramas aislados, siempre relacionados con un empalme, un dobléz u otras rupturas similares en la continuidad del enrollado, sobre los que se condensa la humedad y llega al interior de las espiras.

El proceso de descomposición activa del celuloide se describe en cinco fases distintas.

FASE 1 – Descomposición iniciada

El material puede presentar todavía un aspecto visualmente perfecto, pero parece húmedo al tacto. La fotografía puede estar en perfecto estado o presentar en el centro del fotograma áreas de desarrollo longitudinal ligeramente coloreadas o desvanecidas.

FASE 2 – Descomposición grave

El soporte o la emulsión presentan un tacto ligeramente pegajoso y en el rebobinado el rollo suena levemente (como algo que se despega). La decoloración o desvanecimiento de la imagen se percibe claramente como manchas de transparencia desigual. En algunas irregularidades del enrollado pueden aparecer manchas (incluso con destrucción total de imagen) que generan la propagación de la descomposición, extendiéndola por contacto a los fotogramas de las espiras contiguas, ver figura 2.3.



Figura 2.3. Descomposición grave.

En las dos fases anteriores, si se actúa rápidamente, todavía es posible reproducir el material, sin embargo, la manipulación deberá ser extremadamente cuidadosa, ya que la película habrá perdido muchas de sus características mecánicas, volviéndose más débil y menos flexible, y puede romperse ante cualquier incremento de la tensión.

FASE 3 – Descomposición muy grave

En esta fase, el material está claramente pegajoso. Las manchas, en las que el soporte ha perdido transparencia y la imagen puede haberse movido y deformado o desaparecido, pueden extenderse a lo largo de muchos metros o afectar a uno o a varios fotogramas a través de muchas espiras sucesivas. Las imágenes destruidas no es posible recuperarlas, únicamente se podrá obtener alguna fotografía aislada, ver figura 2.4.



Figura 2.4. Descomposición muy grave.

FASE 4 – Pérdida total

En esta fase, todo el rollo o grandes partes de él se han convertido en una masa sólida y pegajosa que presenta exudaciones de aspecto viscoso y burbujeante (miel nítrica). La película ha adquirido un color pardo y un aspecto traslúcido y no quedan vestigios de fotografía. El rebobinado es difícil o imposible y el material que se consiga separar del rollo se astilla con mucha facilidad, ver figura 2.5.



Figura 2.5. Pérdida total.

FASE 5 – Final

Finalmente, en esta fase el material forma un bloque sólido y cristalizado que se raja y cuartea (por el efecto de contracciones extremas). El proceso de descomposición sigue activo y todo el rollo acabará convertido en polvo, ver figura 2.6.



Figura 2.6. Fase final.

Debe aclararse que aunque la degradación del nitrato se describa en fases, y pueda entenderse que el proceso avanza paso a paso, no es así. Comúnmente y en un mismo rollo, se encontrarán zonas totalmente destruidas y zonas aparentemente estables. Únicamente en las etapas finales la violencia del proceso afectará a todo el rollo.

Las irregularidades en el avance de la descomposición no han sido estudiadas. Empíricamente puede afirmarse que la descomposición afecta de manera desigual a películas de diferentes tipos o lotes de fabricación, e incluso a películas de un mismo fabricante y lote.

Y es aún más inexplicable la continua detección de materiales que han detenido su proceso de degradación; materiales que a pesar de mostrar señales evidentes de haber iniciado el proceso de descomposición hace años, aparecen perfectamente secos, hasta en las zonas afectadas.

Las condiciones del almacenamiento, que son temperatura, humedad y ventilación, resultan determinantes para el desarrollo de la descomposición.

En los estudios consultados, la relación entre la temperatura y la degradación estructural de las nitrocelulosas se cuantifica en función de la relación existente entre la temperatura y la producción de dióxido de nitrógeno y de ácido nítrico, que serán los agentes que catalicen y aceleren la reacción de descomposición. Herbert Volkmann señaló: "La cantidad de gases liberados depende de la temperatura de almacenamiento. Reducir esta temperatura en 5 °C representa una reducción del 50% en la producción de dióxido de nitrógeno: esto es, reduciendo la temperatura de 20 °C a 3 °C, la cantidad de gases liberados se reduce a menos de un décimo de la cantidad original".

La combinación de alta temperatura y humedad elevada es muy destructiva para los soportes de nitrato, pero es la falta de ventilación la que puede conseguir que cada uno de estos parámetros, y mucho más la combinación de ambos, aceleren la degradación del celuloide hasta llevar la descomposición a su fase activa y hasta la destrucción de las películas.

Como se mencionó anteriormente, el nitrato de celulosa inicia su degradación estructural por su propia inestabilidad química y en el mismo momento de su fabricación, y aunque se tenga un buen control de las condiciones de temperatura y humedad en el almacenamiento, solo hace que el proceso de degradación sea más lento pero no lo detiene.

2.2.3.3 ACETATO DE CELULOSA

Los acetatos de celulosa, bajo la denominación genérica de "películas de seguridad", son los materiales que sustituyeron al celuloide en la cinematografía.

Lamentablemente esta denominación, sólo se justifica en que estos plásticos arden con dificultad y no son, en absoluto, autoinflamables; pero desde el punto de vista de las condiciones necesarias para su conservación, los acetatos han resultado tan exigentes como el celuloide.

El acetato de celulosa fue preparado por primera vez en 1865. En 1909 aparecieron los primeros materiales celulósicos no inflamables, que podían dar

lugar a películas flexibles y transparentes y que estaban basados en acetatos de celulosa.

En 1910, Kodak presentó en el mercado películas de 35 mm con soportes de diacetato de celulosa, que tuvieron muy escasa acogida. En 1912, Pathé utilizó el diacetato para sus películas Pathé Kok, destinadas al ámbito no profesional. En 1922 y 1923, nuevamente Pathé y Kodak presentaron sus sistemas de 9.5 mm y de 16 mm, en los que utilizaban nuevos tipos, más estables, de diacetatos.

A lo largo de los años treinta y cuarenta tuvieron lugar las presentaciones de soportes de triacetato que no llegarían a emplearse ampliamente en cinematografía, aunque sí en otros usos como, por ejemplo, placas radiográficas.

En 1948 Gevaert presentó un nuevo plástico, el acetato-butirato de celulosa y, en mismo año, Kodak iniciaría la fabricación del tipo de triacetato que acabaría por sustituir totalmente al celuloide.

Como se señaló en la introducción dedicada a los derivados celulósicos, el proceso de fabricación de los acetatos presenta, en muchos aspectos, dificultades inversas al de los nitratos.

Los acetatos más estables son los de mayor grado de sustitución (acetilación). Pero conseguir esa acetilación lo convierte en un proceso muy complejo, ya que es necesario introducir procesos de preacondicionamiento de la celulosa y esto dificulta la obtención de productos homogéneos hasta el punto de obligar a recurrir a la mezcla de acetatos para obtener la calidad deseada. Dichas dificultades son las que explican la larga historia de las sucesivas apariciones y desapariciones de diacetatos y triacetatos y de los intentos para incorporar el uso de ésteres mixtos, como los acetatos, butirato y propionato.

A diferencia del celuloide, los acetatos si pueden ser materiales de preservación.

La humedad y ventilación inadecuadas darán lugar al inicio de la degradación de los acetatos y pueden convertir esta degradación en un proceso rapidísimo, capaz para destruir en poco tiempo colecciones enteras; pero conservados a las temperaturas y humedad adecuadas la degradación de los acetatos (o por lo menos de sus variedades más estables) no se iniciará.

2.2.3.4 TRIACETATO DE CELULOSA PLASTIFICADO

Este plástico se utilizó desde el decenio de los años veinte y se aplicó a películas de 9.5 mm de la fábrica Pathe y a películas en 16 mm para aficionados. El acetato de celulosa pudo entrar al mercado doméstico, en esa época, porque no era inflamable, lo que representaba seguridad y por lo que se llamó safety film o película de seguridad. Sin embargo, la película de seguridad en sus primeros años de fabricación resultaba muy costosa debido al uso de solventes clorados y no soportaba el abuso mecánico de la industria cinematográfica que representaba un mercado muy importante.

No fue hasta los años cuarenta cuando se fabricó el triacetato de celulosa a base de solventes como el cloruro de metileno. Para 1950 este nuevo acetato sustituyó a la película de nitrato y se aplicó a la fabricación de película fotográfica en placa y en rollo de 35 mm. La fabricación del triacetato de celulosa incorporaba plastificantes para retardar el efecto de peróxidos y otros ácidos presentes en los vapores de agua del medio ambiente al que podía estar expuesta este tipo de plásticos. Su función es doble ya que los plastificantes también funcionan como retardantes contra el fuego e incrementan la estabilidad dimensional de los soportes.

Desde el principio, los archivos recibieron encantados el nuevo plástico que en la actualidad constituye el soporte fundamental en la gran mayoría de las colecciones. Pero en 1957, apenas 10 años después del inicio de su fabricación industrial, archivos situados en climas cálidos y húmedos empezaron a emitir noticias sobre procesos de degradación química.

Los fabricantes contestaron indicando que las películas con soportes de triacetato de celulosa plastificado debían almacenarse a temperaturas comprendidas entre los 17 y 27 °C (60 – 80 °F) y humedad relativa entre el 40 y 50% HR, condiciones equiparables a las recomendadas para cualquier otro tipo de archivo pero que muy pronto se mostrarían insuficientes para los cinematográficos.

La fabricación de triacetato es un proceso industrial sumamente complejo y sometido a múltiples variables no totalmente controlables.

La fabricación de película cinematográfica se desarrolla en dos fases.

- La primera fase es la fabricación del triacetato, el proceso se inicia precalentando el algodón, durante 1-2 horas, impregnado con un 30-40% en ácido acético glacial. La reacción de acetilación se realiza en una mezcla en la que por cada 100 partes de celulosa pretratada y enfriada a 15-20 °C, se introducen 300 partes de anhídrido acético, 400 partes de cloruro de metileno y 1 parte de ácido sulfúrico.

- En la segunda fase del proceso, el triacetato (que llega en forma de escamas) se disuelve, obteniendo una mezcla muy viscosa, y se adicionan el plastificante y los otros aditivos que se estimen necesarios. La mezcla se extiende sobre una cinta transportadora sin fin y pasa por una sección de secado para eliminar el disolvente.

Las propiedades del plástico así obtenido dependerán de la longitud de cadena de las moléculas de celulosa y del tipo y cantidad de plastificante.

El grado de polimerización de los compuestos que se obtienen en la fabricación se sitúa en el intervalo 175-360. Un grado de sustitución de 2.7, indica que la mayoría de los anillos del polímero (el 90%) tienen sus tres OH sustituidos, pero también indica que hay grupos hidroxilos libres y dispuestos para asociarse con la humedad. Las dificultades para la obtención de un determinado grado de polimerización, unidas a las dificultades para obtener un grado de sustitución homogéneo y lo más elevado posible, obligan a los fabricantes a realizar mezclas con distintos lotes de triacetato hasta obtener un material de las características deseadas.

El que la obtención exacta del triacetato deseado presente tantas dificultades y deba realizarse mediante mezcla, lleva, inevitablemente, a tener que admitir que cuando se habla de triacetato se está hablando de un material que puede presentar diferencias significativas en sus propiedades, y en su conservación, entre los producidos por unas y otras fábricas y en unas y otras épocas.

Sin duda, si pudieran ser clasificadas, esas diferencias explicarían las diferencias de envejecimiento que continuamente se detectan entre películas aparentemente iguales y que han sido conservadas en condiciones idénticas.

En la fabricación de películas cinematográficas se utiliza como plastificante el trifenilfosfato que también actúa como estabilizante y, además, es un retardador de llama.

Este plastificante puede representar sobre el 11% de la masa total.

La flexibilidad de una película cinematográfica depende del plastificante. La pérdida del plastificante determinará la pérdida de flexibilidad, pero también una importante pérdida de dimensiones (contracción).

El triacetato no es autoinflamable y su punto de inflamación se sitúa en torno a los 430 grados. La combustión del triacetato, tanto a temperaturas inferiores a la de inflamación como a las superiores, es mucho más lenta que en el nitrato, y además tiene la ventaja de no desprender óxidos nitrosos, aunque los gases que se producen en la combustión sigan siendo tóxicos.

Bajo la acción de la luz presenta una cierta tendencia a adquirir coloración amarilla, pero en las condiciones normales de utilización de las películas cinematográficas esta característica no es de suma importancia.

La degradación química de los triacetatos, a la que muy adecuadamente se conoce como "síndrome de vinagre", representa un problema gravísimo, pues en los archivos hay miles de millones de metros de película con soporte de triacetato.

La degradación del triacetato no puede iniciarse espontáneamente. Para iniciarla es necesario contar con agentes externos, capaces para activar la reacción mediante mecanismos de oxidación o de fotodegradación ultravioleta o (bajo la acción combinada de temperatura y humedad elevadas) de hidrólisis.

El que la degradación estructural de estos plásticos, a diferencia de la de los nitratos, no pueda iniciarse sin la acción de un agente externo constituye la base de la posibilidad de desarrollar políticas de preservación basadas en la conservación de soportes de triacetato.

No obstante, es necesario tener presente que lo que depende de la acción de agentes externos es el inicio de la degradación; una vez que la degradación acética se ha iniciado y ya exista ácido acético libre en el plástico, la degradación se convierte en autosostenible, y el control de las condiciones de almacenamiento únicamente conseguirá frenar su desarrollo.

La degradación puede iniciarse durante el mismo proceso de fabricación del acetato y, en efecto, el proceso se produce a temperaturas relativamente elevadas (y algunos, con la presencia directa de agua entre los componentes), y las características plásticas (imprescindibles para su conformación en láminas finas) se consiguen elevando la temperatura de la masa de triacetato; la degradación acética puede iniciarse en esos momentos y llegar latente, en una película absolutamente nueva, a los archivos.

Existen diversos procedimientos para la fabricación del triacetato y, además, es altamente probable que cada procedimiento haya sido modificado varias veces en las líneas de producción de cada fabricante. Quizá, estas irregularidades, en concurrencia con otras causas, estén en el origen de las diferencias para la conservación que se han observado entre películas de distintos fabricantes o épocas.

La degradación estructural del material plástico conducirá a la pérdida de sus propiedades mecánicas, así como a la aparición de productos volátiles como CO, CO₂, agua y ácido acético. Si todos esos productos, por estar la película encerrada en envases herméticos o por simples deficiencias en la ventilación de los almacenes, no son retirados de la atmósfera que rodea a la película, contribuirán a acelerar el desarrollo de la degradación.

Al igual que ocurre con la degradación del nitrato, en los triacetatos, la degradación se inicia sin que las propiedades del plástico sufran alteraciones perceptibles.

Se ha establecido una detallada relación de los síntomas perceptibles y de los efectos y daños que produce la degradación estructural de los triacetatos. El incremento de la acidez es el primer síntoma detectable de degradación acética.

En sus primeras etapas, el incremento de la acidez no es directamente perceptible, pero puede detectarse mediante análisis de laboratorio o situando detectores de acidez, en contacto directo con la película dentro de los propios envases.

El olor a vinagre (señal característica del síndrome) suele ser el primer signo de la degradación detectable directamente. El ácido acético es el responsable del incremento de la acidez y del olor a vinagre, y según aumente la degradación

ambas características irán aumentando hasta, incluso, poder llegar a constituir un peligro para la salud de los archiveros, ver figura 2.7.



Figura 2.7. Película humedecida por el ácido acético.

En el avance de la contracción está implicada la degradación y pérdida del plastificante.

En esas condiciones, la adhesión entre soporte y emulsión se debilita, produciéndose cuarteamientos y desprendimientos de la emulsión y, al avanzar el proceso, el plastificante degradado migrará hacia la superficie de la película formando cristales y burbujas que pueden destruir definitivamente la transparencia de la película.

El desarrollo de la degradación estructural deformará el soporte y modificará sus características mecánicas. El soporte puede reblandecerse y dilatarse, incrementando sus dimensiones y deformándose, para posteriormente perder resistencia y volumen y así contraerse.

En otros procesos, o en otras fases del mismo proceso, los soportes se vuelven rígidos y frágiles y las deformaciones (que principalmente afectarán a las bandas de perforaciones) pueden llegar a hacer imposible la reproducción, porque la superficie de la película no pueda presentarse lo suficientemente plana en la ventanilla de la copiadora, ver figura 2.8.

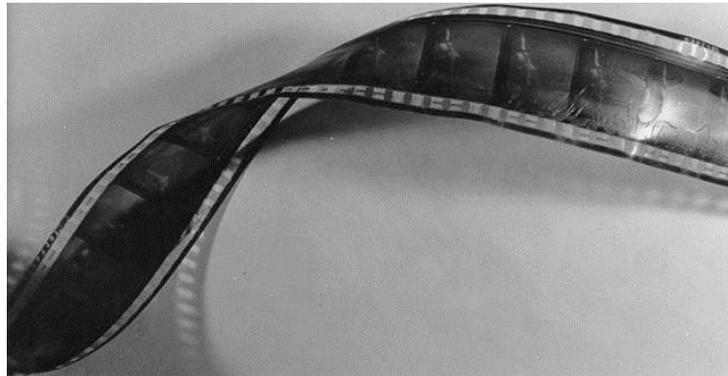


Figura 2.8. Película rígida y deformada por la degradación acética.

En las primeras etapas de la degradación acética, la gelatina de la emulsión, que también se ve afectada por la temperatura y humedad elevada, produce hidróxido de amonio, el cual ayuda a estabilizar el soporte neutralizando el ácido acético; pero al avanzar el proceso, el acético (pese a ser un ácido débil) conseguirá dañar a las gelatinas, reblandeciéndolas e incluso licuándolas.

2.2.3.5 PLÁSTICOS SINTÉTICOS

Al plantearse las características de los plásticos sintéticos es necesario considerar, en primer lugar, que debajo de cada una de las denominaciones aceptadas para estos plásticos se encuentran auténticas familias de materiales, integradas por decenas o centenas de productos distintos, de características muy diversas e incluso contrapuestas.

Entre los plásticos sintéticos utilizados, los policloruros de vinilo y las resinas de poliéster y de policarbonato son los que han alcanzado un uso más importante en la elaboración de soportes para la cinematografía y la industria audiovisual. Sin embargo, y entre la familia de las resinas de poliéster, es el politereftalato de etileno (PET) el más utilizado en la fabricación de soportes para la película cinematográfica.

2.2.3.5.1 RESINAS DE POLIÉSTER (POLITEREFTALATO DE ETILENO)

El poli(tereftalato de etileno) fue descubierto, en 1941, por químicos ingleses que trabajaban en el desarrollo de polímeros aptos para la elaboración de fibras. Unos

años más tarde también se descubrirían procedimientos para la producción de películas finas con este plástico.

En la industria audiovisual, el poliéster se utilizan en la fabricación películas perforadas, para emulsiones fotoquímicas y magnéticas (con espesores de 110 y 40 μm , respectivamente) y de cintas lisas (no perforadas) para audio y vídeo (con espesores de 40, 25 y 15 μm).

En la elaboración de películas finas, la lámina, previamente conformada y compactada, es estirada en ambas direcciones mientras que está sometida a temperaturas cercanas a los 100 °C. Tras el estirado, la película es recocida para estabilizar su cristalización y aumentar su estabilidad dimensional.

Las películas de PET presentan unas características mecánicas muy superiores a las de triacetato, con una resistencia a la tracción entre dos y tres veces superior y una resistencia al desgarro que puede llegar a ser hasta diez veces superior a la del triacetato.

También es importante su escasa permeabilidad al agua. Su resistencia a la degradación por microorganismos es superior a la de los plásticos celulósicos.

Las películas de poliéster son muy poco solubles por acción de los ácidos disolventes minerales más usados; por ello, en su uso cinematográfico los empalmes deben realizarse por termosoldado.

A temperaturas ambientales normales sus propiedades como aislante eléctrico son muy elevadas y tiene una fuerte tendencia a acumular electricidad estática.

La temperatura de transición vítrea (cristalización) del PET se sitúa por encima de los 70 °C, y en estado cristalino su punto de fusión se sitúa hacia los 260 °C.

Todos los parámetros ambientales (luz, oxígeno, temperatura y humedad) influyen en la degradación del PET. El incremento de la degradación hasta niveles sensibles está estrechamente relacionado con la temperatura de transición vítrea del plástico, siendo los mecanismos de hidrólisis las principales vías de degradación, pero a temperaturas inferiores a la de transición vítrea, ya

mencionada, la degradación es muy reducida y está relacionada con el grado de cristalización original del material.

Los estudios sobre degradación y conservación realizados muestran grandes diferencias en las predicciones de conservación a temperatura ambiente, coincidiendo absolutamente al marcar la importancia de la temperatura de transición vítrea para la conservación de las características del polímero; 70 °C no son, desde luego, una temperatura que pueda alcanzarse en los almacenes de los archivos pero, al igual que se señalaba para el celuloide, si es una temperatura que puede alcanzarse en el interior de las espiras de un rollo de película que permanezca almacenado, contrayéndose e incrementando la presión de enrollado durante muchos años.

El uso del PET como soporte para emulsiones fotoquímicas ha hecho necesario resolver problemas relacionados con la adherencia entre emulsión y soporte y con su tendencia a acumular cargas estáticas.

En los años sesenta, el poliéster se adoptaría para películas de paso estrecho (Súper 8mm) y también empezaría a utilizarse para películas profesionales; pero en estas películas de paso ancho, las cargas estáticas que se acumulan en los rollos durante su circulación por la maquinaria pueden llegar a bloquear el desenrollado y, por la gran resistencia mecánica del poliéster, a paralizar el movimiento de los equipos; y este gravísimo problema retrasó, hasta los años noventa, la definitiva aceptación industrial de los soportes de poliéster. Para resolverlo fue necesario incorporar distintos componentes antiestáticos y antiadherentes a las películas.

En la actualidad, los soportes de poliéster para emulsiones fotoquímicas han alcanzado una utilización igual o superior al de las películas de triacetato.

Durante algunos años, en las películas magnéticas perforadas que se emplean durante la producción de las bandas sonoras coexistieron los soportes de PVC, de triacetato y de poliéster pero, según se fueron resolviendo los problemas derivados de la estática, los soportes de poliéster han sustituido por completo a los demás, ver figura 2.9.



Figura 2.9. Película de poliéster.

2.2.4 QUÍMICA DEL REVELADO

2.2.4.1 FORMACIÓN DE LA IMAGEN

La fotografía en principio, se trata de un método que captura imágenes mediante la reacción de la luz con un material sensible a ella, que puede estar depositado sobre un papel, materiales como madera, piedra o una película.

Hay muchos materiales o sustancias químicas que cambian en presencia de luz a los que se les llama materiales fotosensibles.

Una película cinematográfica está compuesta fundamentalmente por una emulsión de gelatina y cristales de haluros de plata (generalmente cloruro, yoduro, o bromuro de plata) que se descomponen al recibir cierta dosis de radiación electromagnética.

Antes de exponer la película, los cristales de haluro de plata tienen un color lechoso. Cuando estos granos o cristales son expuestos a la luz, se ponen negros.

Lo que ocurre es un proceso de oxidación y reducción, por lo tanto de transferencia de electrones, inducido por la luz. Cuando recibe pequeñas cantidades de luz durante la exposición, son tan poco los átomos convertidos en plata metálica negra, que no se percibe ningún cambio de tono. A la imagen que ya está impresa se le conoce como imagen latente.

Un fotón de luz arranca un electrón al ion Br^- situado en un cristal de bromuro de plata. Este electrón es retenido por la plata que se reduce, pasa de Ag^+ a Ag^0 . Al llegar la luz a la sal de plata se convierte en plata metálica. Este efecto reductor (la plata pasa de Ag^+ a Ag^0) es iniciado por la luz y continuado por el revelador.

Para amplificar el tamaño de estos puntos negros a manchas perceptibles, se recurre a un proceso químico conocido como revelado que actúa transformando en plata metálica negra todos los cristales de haluro que poseen algún átomo de plata, estos pequeños puntos iniciales se denominan núcleos de revelado.

El proceso de revelado consta de seis etapas fundamentales.

2.2.4.1.1 REVELADO

El baño revelador está formado por un producto que sea reductor débil, como metanol, pirogalol o hidroquinona.

El reductor ataca el grano únicamente en los puntos en que ha comenzado la reducción por efecto de la luz durante el disparo fotográfico (exposición). Donde la luz actuó con más intensidad se forman puntos negros sobre la película. Esos puntos negros son Ag^0 (plata metálica) y crecen durante la exposición al baño revelador.

2.2.4.1.2 BAÑO DE PARO

Si se dejara actuar el revelador mucho tiempo, la película se pondría completamente negra ya que le daríamos tiempo a todos los iones plata (Ag^+) a reducirse. Por lo tanto cuando aparece la imagen en las tonalidades adecuadas el proceso debe detenerse. Se utiliza agua para esta función porque los reveladores

solo actúan en medio básico. Al bajar el pH debido al agua, el agente reductor pierde su capacidad de ceder los electrones.

2.2.4.1.3 FIJADO

En la película queda aún bromuro de plata sin reducir que es necesario retirar, de lo contrario, al exponer la película a la luz, se ennegrece totalmente y se vela. Por ello se requiere el fijado de la película.

En esta etapa se eliminan todos los iones plata (Ag^+) que no hayan reaccionado en la etapa anterior. En este baño se utiliza tiosulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ que forma un compuesto soluble en agua donde se disuelve todo el bromuro de plata y en esos lugares la película queda transparente.

2.2.4.1.4 LAVADO

Se efectúa después del fijador, ya que la emulsión sigue impregnada de los componentes del fijador, y de los compuestos solubles en que se han convertido los haluros no utilizados en la formación de la imagen. Es indispensable eliminar todas estas sales, porque de lo contrario atacan lentamente la plata de la imagen, con la que forman manchas amarillentas y acaban destruyendo la imagen formada.

2.2.4.1.5 PHOTO FLO

Esta etapa sirve para disminuir la tensión superficial del agua sobre la emulsión de la película y evitar que se formen manchas de agua que afecten a las imágenes.

2.2.4.1.6 SECADO

En esta etapa la humedad que absorbió la película durante las etapas anteriores, se evapora pasando por un gabinete que contiene aire caliente. Finalmente se tiene la película lista para proyectarla.

2.3 SISTEMAS DE CALIDAD

2.3.1 CALIDAD EN PROCESOS Y PRODUCTOS

La calidad es el conjunto de características que debe tener un producto o servicio, para satisfacer una necesidad implícita y explícita. Esto significa que la calidad de un producto o servicio, es equivalente al nivel de satisfacción que le ofrece a su consumidor, y está determinado por las características específicas del producto o servicio.

2.3.2 SISTEMA DE CALIDAD

Se entiende por sistema de calidad el conjunto de directrices, políticas y requisitos que se deben satisfacer en una empresa con el fin de dar cumplimiento a los estándares de calidad definidos o acordados con el cliente para un producto o proceso.

Los sistemas de calidad se diseñan para establecer y facilitar las tareas productivas de la empresa, mediante métodos relacionados con la actividad que permiten controlar, evaluar y resolver de manera permanente el proceso operativo y los problemas generados durante dicho proceso, tomando en cuenta los aspectos directos e indirectos respecto de la calidad.

2.3.3 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El aseguramiento de la calidad es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados para la calidad, los cuales deben estar sustentados en la satisfacción de las expectativas de los clientes.

El aseguramiento de calidad dentro de la empresa es básicamente un sistema documental de trabajo, en el cual se establecen reglas claras, fijas y objetivas, sobre todos los aspectos ligados al proceso operativo, es decir, desde el diseño, planeación, producción, presentación, distribución y las técnicas estadísticas de control del proceso y, desde luego, la capacitación del personal.

Ello significa, vigilar que a lo largo de todo el proceso operativo se cumplan las instrucciones de trabajo y se respeten las especificaciones técnicas del servicio.

Un sistema de aseguramiento de calidad se complementa con otros métodos y filosofías de calidad; en virtud de que los factores que abarca permiten establecer un soporte documental para evaluar el desempeño de la empresa a partir de registros de calidad, mismos que sirven para obtener datos confiables y objetivos para mantener un control real y efectivo sobre el proceso operativo.

2.3.4 SISTEMA DOCUMENTAL

La filosofía del sistema de calidad supone que si las actividades son planeadas, programadas y documentadas, es más fácil repetir una y otra vez los procesos operativos que logran los estándares de calidad deseados.

La importancia de este sistema documental radica principalmente en que se pasa de una cultura oral a una cultura escrita; en que se especifican con claridad los procedimientos de trabajo, las responsabilidades de cada área, los compromisos de calidad, las especificaciones técnicas que deben cubrir los productos o servicios, los métodos de verificación y prueba, así como los registros de atención y servicio que se brinda al cliente.

De cada uno de estos factores se obtienen datos estadísticos que sirven para evaluar y controlar el sistema de calidad, por lo que este sistema conduce a un proceso de mejora continua, que evoluciona permanentemente desde adentro de la empresa hacia afuera.

Para estructurar el sistema documental, se utiliza la pirámide de documentación de los sistemas de calidad, ver figura 2.10.

Para la Implantación del Sistema de Calidad se comienza por el 3er. Nivel, la recolección de los planes, instructivos y registros que proporcionan detalles técnicos sobre cómo hacer el trabajo y se registran los resultados, estos representan la base fundamental de la documentación.



Figura 2.10. Pirámide de documentación de los sistemas de calidad.

Posteriormente, se determina la información especificada sobre los procedimientos de cada área de la Gerencia: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Por qué? efectuar las actividades (2do.Nivel), esto con el fin de generar los Manuales de Procedimientos de cada área.

Los procedimientos documentados del sistema de calidad deben formar la documentación básica utilizada para la planificación general y la gestión de las actividades que tienen impacto sobre la calidad, también deben cubrir todos los elementos aplicables de la norma del sistema de gestión de la calidad. Dichos procedimientos deben describir las responsabilidades, autoridades e interrelaciones del personal, qué gerencia, efectúa y verifica el trabajo que afecta a la calidad, cómo se deben efectuar las diferentes actividades, la documentación que se debe utilizar y los controles que se deben aplicar.

2.3.4.1 MANUAL DE CALIDAD

Identifica y establece la política, los objetivos y las actividades diseñadas para cumplir los requisitos para la calidad.

Describe las medidas que el laboratorio empleará para implantar el programa de aseguramiento de la calidad.

2.3.4.2 PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD

Describen las responsabilidades, autoridades e interrelaciones del personal que realiza, verifica o revisa el trabajo relacionado con el sistema de calidad.

Describen también la manera en que se deben realizar las diferentes actividades, y la documentación que se debe utilizar.

2.3.4.3 INSTRUCCIONES DE TRABAJO, REGISTROS, ETC

Son los documentos que proporcionan evidencia objetiva de las actividades realizadas o resultados obtenidos.

2.3.5 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Un procedimiento es un plan o método de trabajo que establece una sucesión cronológica de operaciones relacionadas entre sí, que tienen como propósito la realización de una actividad o tarea específica dentro de un ámbito predeterminado de aplicación para la obtención de un resultado concreto.

El procedimiento determina, de manera específica y detallada, el cómo se realizan las actividades de transformación de insumos en productos. En consecuencia, en el procedimiento se deben identificar las personas, tareas, recursos y flujos de información que se emplean en el desarrollo del trabajo determinado.

Todo procedimiento implica, además de las actividades y las tareas del personal, la determinación del tiempo de realización, el uso de recursos materiales, tecnológico y financiero, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones de una empresa.

Un manual de procedimientos es un instrumento administrativo que apoya el quehacer cotidiano de las diferentes áreas de una empresa.

Es un instrumento de información sobre los métodos de trabajo que emplean las empresas, organismos auxiliares y fideicomisos para la generación de los bienes o servicios que demandan sus usuarios internos o externos.

En los manuales de procedimientos son consignados, metódicamente tanto las acciones como las operaciones que se deben de seguir para llevar a cabo las funciones generales de una empresa. Además, con los manuales puede hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades anteriormente programadas en orden lógico y en un tiempo definido.

Las ventajas que se tienen al contar con manuales de procedimientos son:

- a) Auxilian en el adiestramiento y capacitación del personal.
- b) Auxilian en la inducción al puesto.
- c) Describen en forma detallada las actividades de cada puesto.
- d) Facilitan la interacción de las distintas áreas de la empresa.
- e) Indican las interrelaciones con otras áreas de trabajo.
- f) Permiten que el personal operativo conozca los diversos pasos que se siguen para el desarrollo de las actividades de rutina.
- g) Permiten una adecuada coordinación de actividades a través de un flujo eficiente de la información.
- h) Proporcionan la descripción de cada una de sus funciones al personal.
- i) Proporcionan una visión integral de la empresa al personal.
- j) Se establecen como referencia documental para precisar las fallas, omisiones y desempeños de los empleados involucrados en un determinado procedimiento.
- k) Son guías del trabajo a ejecutar.

2.3.6 COMPONENTES PRINCIPALES DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

El contenido de los manuales de procedimientos es diferente en cada organización; varía según su ámbito de aplicación y su alcance. No obstante, se recomienda adoptar, en su caso, el modelo siguiente:

- 1.- Presentación
- 2.- Objetivo General
- 3.- Identificación e integración de procesos

4.- Relación de procesos y procedimientos

5.- Descripción de los procedimientos

- 1) Nombre del procedimiento
- 2) Objetivo
- 3) Alcance
- 4) Referencia
- 5) Responsabilidades
- 6) Definiciones
- 7) Insumos
- 8) Resultados
- 9) Interacción con otros procedimientos
- 10) Políticas
- 11) Desarrollo
- 12) Diagramación
- 13) Medición
- 14) Formatos e instructivos

6.- Simbología

7.- Registro de revisiones

8.- Distribución

9.- Validación

2.3.6.1 PRESENTACIÓN

Deberá contener una explicación de lo que es el documento, cuáles son sus propósitos y a quiénes se dirigen, así como su ámbito de aplicación. Por lo general, la presentación no deberá exceder de dos cuartillas y su redacción deberá ser clara y sencilla.

Es conveniente que se resalte la importancia del manual, a través de un mensaje de la autoridad de mayor rango de la institución.

2.3.6.2 OBJETIVO GENERAL

Se deberá establecer el propósito que se desea alcanzar y los medios o acciones para lograrlo; es decir, qué se pretende lograr con la integración y aplicación del manual de procedimientos.

2.3.6.3 IDENTIFICACIÓN E INTERACCIÓN DE PROCESOS

En este apartado se representarán de manera gráfica y en forma general, los procesos clave identificados que formarán parte del manual, así como las interacciones o relaciones de interdependencia que existen entre cada uno de ellos.

2.3.6.4 RELACIÓN DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

Una vez identificados los procesos se deberán precisar los procedimientos que se derivan de cada uno de ellos, los cuales serán documentados en el manual de procedimientos.

Para este propósito se deberá establecer el flujo del proceso global de principio a fin, y se establecen los procedimientos que conforman al proceso.

2.3.6.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS

2.3.6.5.1 NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO

La denominación del procedimiento deberá orientarse por el resultado que se pretende obtener. Por lo que es recomendable estructurarla de acuerdo a la sintaxis siguiente:

Sustantivo derivado de un verbo que actúa + Sobre un sujeto u objeto

2.3.6.5.2 OBJETIVO

Se deberá describir, de manera clara y precisa, el resultado que se desea alcanzar con cada procedimiento.

La redacción del objetivo debe considerar las mismas condiciones que se especificaron para el objetivo general del manual.

Iniciar la descripción del objetivo con un verbo en infinitivo que implique, inherentemente, alguna medición, por ejemplo: incrementar, reducir, disminuir, aumentar, mejorar, mantener, ampliar, etc.

Especificar con claridad qué se pretende con la ejecución del procedimiento, así como las acciones que se llevarán a cabo para lograr el resultado esperado.

2.3.6.5.3 ALCANCE

El alcance permite definir y describir las fronteras lógicas internas y externas del procedimiento, por lo que indica qué actividades, personas y áreas afecta.

En caso de haber exclusiones, deberán señalarse.

2.3.6.5.4 REFERENCIAS

En este apartado se deberá incluir una relación de los documentos jurídicos y administrativos que soportan el procedimiento, como son: normas, códigos, manuales, instructivos, otros procedimientos, etc. En el sistema de gestión de calidad se colocan referencias obligadas de los capítulos del manual de calidad y los apartados de las normas que corresponden con el contenido del procedimiento en cuestión.

Cabe resaltar que no se trata de transcribir íntegramente los documentos normativos del procedimiento, sino tan sólo de indicar el nombre y los apartados que rigen las acciones del procedimiento.

2.3.6.5.5 RESPONSABILIDADES

En esta sección se describirán los deberes u obligaciones del área donde se ejecuta el procedimiento, así como los puestos que intervienen, parcial o totalmente en el desarrollo de las actividades de éste.

2.3.6.5.6 DEFINICIONES

Con el propósito de facilitar la comprensión de los términos empleados en el procedimiento, se deberá establecer un apartado en el que se describa el significado de los conceptos.

2.3.6.5.7 INSUMOS

Señalar con precisión los requisitos documentales, materiales o de información que la dependencia, organismo auxiliar o fideicomiso solicite para dar inicio al desarrollo del procedimiento.

2.3.6.5.8 RESULTADOS

Especifica el producto o servicio que se obtiene después de llevar a cabo el desarrollo del procedimiento, el cual tiene valor para el usuario o solicitante.

2.3.6.5.9 INTERACCIÓN CON OTROS PROCEDIMIENTOS

Indicar el nombre de los procedimientos con los cuales se relaciona el procedimiento en cuestión.

2.3.6.5.10 POLÍTICAS

En este apartado se anotarán las normas o disposiciones que regulan las actividades de los procedimientos. Las políticas emanan de disposiciones jurídico-administrativas como leyes, reglamentos, acuerdos, convenios, circulares, etc.

Las políticas son lineamientos que deben cumplirse antes, durante o después del desarrollo del procedimiento, por tanto su redacción tiene un carácter imperativo. A través de las políticas se pueden regular los casos o situaciones que por excepción se pueden presentar en las actividades rutinarias del proceso.

2.3.6.5.11 DESARROLLO

En este apartado se deberán describir las actividades u operaciones que se ejecutan en el procedimiento, así como las unidades administrativas o puestos que intervienen en su realización. La descripción permite conocer con precisión las acciones, documentos y flujos de información que las personas encargadas de determinada área llevan a cabo para la generación de un bien o servicio.

2.3.6.5.12 DIAGRAMACIÓN

Una vez descrito el procedimiento se continúa con su representación gráfica; para ello, se elabora un diagrama que simboliza el flujo de la información, los documentos o materiales que se utilizan y las interacciones entre las unidades administrativas y puestos que intervienen en el procedimiento.

Un diagrama es una representación esquemática y simplificada de la actividad administrativa, muestra la relación de las operaciones entre sí, así como las fases en que se divide el procedimiento.

La diagramación tiene como objetivos visualizar de manera integral las interrelaciones del procedimiento, indicar la secuencia de las operaciones y los elementos que intervienen en su ejecución e identificar el origen y destino de los documentos.

2.3.6.5.13 MEDICIÓN

En este apartado se deberán especificar los medios para recabar información que permita medir la satisfacción de los usuarios del procedimiento, a fin de emprender acciones que contribuyan a la mejora continua.

La medición permite a la organización evaluar la capacidad del procedimiento para alcanzar los resultados planificados.

En este sentido, es necesario establecer en el procedimiento indicadores que, entre otros aspectos, permitan medir el tiempo de respuesta, el tiempo de reacción ante cambios inesperados, a eficiencia y eficacia del personal, la asignación y reducción de costos, la productividad y la satisfacción del usuario.

Asimismo, es necesario establecer técnicas estadísticas y registros que proporcionen evidencias del cumplimiento de las acciones de medición.

2.3.6.5.14 FORMATOS E INSTRUCTIVOS

En este apartado se deberán incluir los formatos utilizados en el procedimiento, así como su instructivo de llenado, en el cual se explicará el objetivo del formato, las copias requeridas, destinatarios y la información variable que deberá obtenerse.

2.3.6.6 SIMBOLOGÍA

En este apartado del manual se deberán incluir únicamente los símbolos ANSI y significados que fueron usados en los diagramas de flujo.

2.3.6.7 REGISTRO DE REVISIONES

Con el propósito de controlar las revisiones del manual de procedimientos, es necesario registrar el número de modificaciones, las fechas, los apartados y las hojas modificadas.

2.3.6.8 DISTRIBUCIÓN

En este apartado se deberán enlistar las unidades administrativas o puestos autorizados para contar con el manual, así como el número de copias controladas y distribuidas. Es recomendable que el servidor público que coordina los trabajos de integración del manual, sea el poseedor del documento original en sus diversas presentaciones (medio magnético e impresión) y que el número de copias controladas y unidades administrativas destinatarias sean definidas en atención a su participación en los procedimientos documentados.

Esta acción permite evitar que el manual de procedimientos sea alterado o modificado por alguna instancia no autorizada para tal efecto o bien que circulen diversas versiones del manual que provoquen confusión.

2.3.6.9 VALIDACIÓN

Este apartado contendrá el nombre, puesto y firma de las autoridades de la dependencia, organismo auxiliar o fideicomiso público que corresponda, por medio del cual se aprueba el contenido del manual de procedimientos.

Cabe señalar que los manuales de procedimientos de las dependencias deberán ser validados por los titulares de las unidades administrativas ejecutoras de los procedimientos y por los jefes inmediatos superiores.

3. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Durante el proceso de rescate y restauración de material fílmico, se llevan a cabo distintas etapas que se muestran en el diagrama de flujo de la figura 3.1.

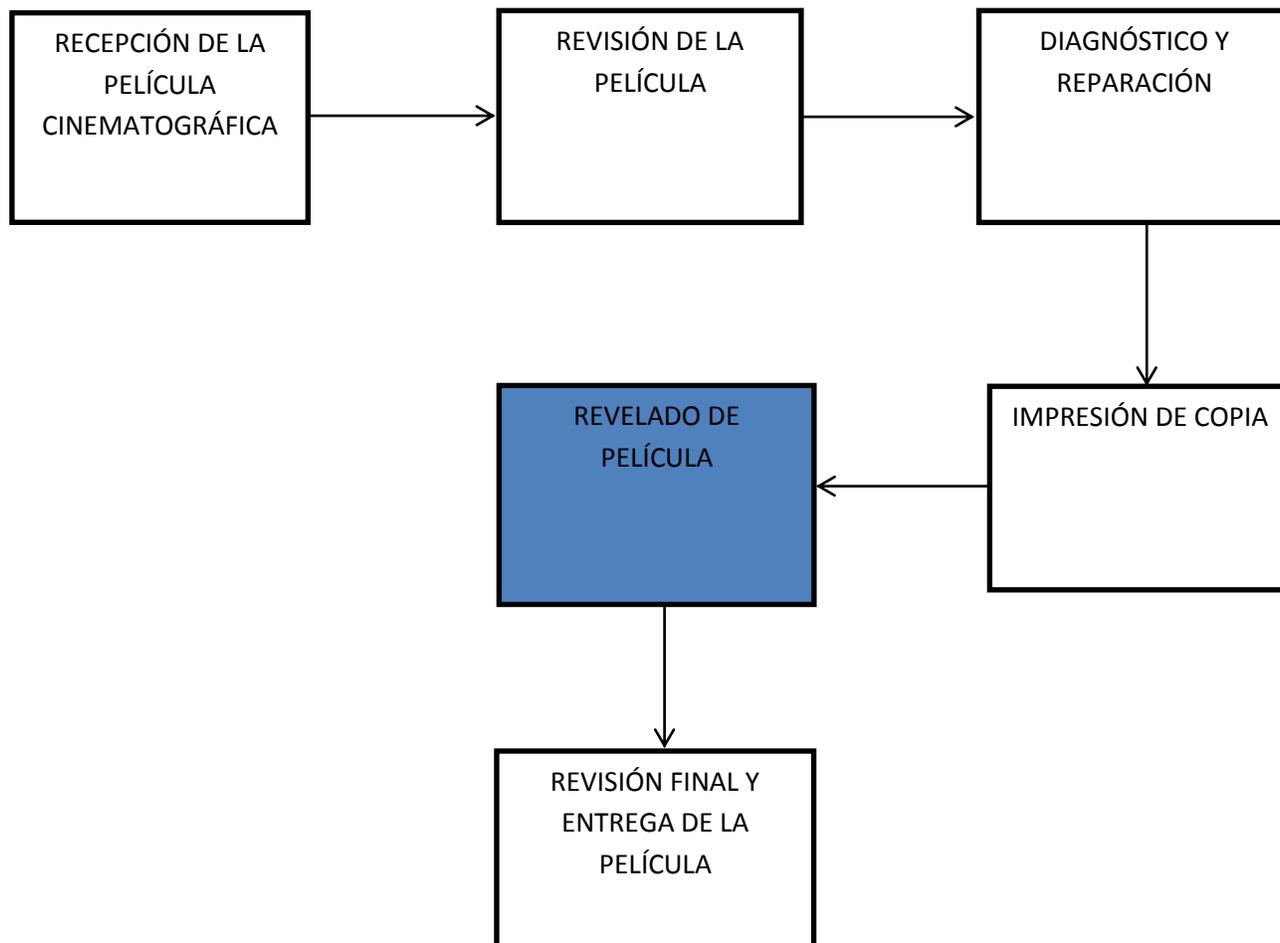


Figura 3.1. Diagrama de flujo del proceso de rescate y restauración de la película cinematográfica.

3.1 PROCESO DE RESCATE Y RESTAURACIÓN DE LA PELÍCULA CINEMATOGRAFICA.

Se hará una breve descripción de cada una de las etapas del proceso de rescate y restauración, y en la etapa del revelado es donde se desarrollará el procedimiento.

3.1.1 RECEPCIÓN DE LA PELÍCULA CINEMATOGRÁFICA

El material fílmico llega al laboratorio en forma de rollos de película enlatados, ver figuras 3.2 y 3.3, normalmente en formato 16 mm y 35 mm, y pueden ser los rollos de imagen y sonido por separado correspondientes a una misma película, o la película compuesta, donde viene la imagen y el sonido en el mismo rollo.



Figura 3.2. Rollo de 35 mm.

Figura 3.3. Lata de 35 mm.

Se realiza un registro de los títulos de las películas que ingresaron y se almacenan para su posterior revisión.

3.1.2 REVISIÓN DE LA PELÍCULA

Se colocan los rollos uno por uno en una enrolladora de película, ver figura 3.4, donde se hace la revisión, observándolos detenidamente y verificando las condiciones físicas en las que se encuentra (roturas, encogimiento, deterioro en las imágenes, etc) así como las características técnicas de la película (tipo de material, formato, año de producción, etc). Simultáneamente a la revisión del material, se va midiendo la longitud de cada rollo mediante una sincronizadora, ver figura 3.5.

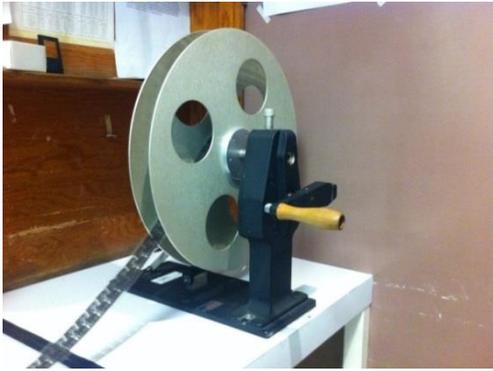


Figura 3.4. Enrolladora de película.



Figura 3.5. Sincronizadora.

3.1.3 DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN

Se observa detenidamente cada rollo para determinar el grado de deterioro (encogimiento, degradación de la imagen, roturas, etc.) y se hacen las reparaciones correspondientes que pueden ser: colocar pegaduras con cinta de mylar, esto se hace en una pegadora de mylar, ver figura 3.6 y 3.7, colocar nuevas perforaciones, agregar o quitar tramos de película según lo requiera.



Figura 3.6. Pegadora de mylar.



Figura 3.7. Película reparada.

Posteriormente, se realiza una ficha técnica con todos los datos obtenidos en la revisión, y se incluyen además, los datos generales de la película (Título, director, país, año de producción, duración), ver figura 3.8.



**FICHA TÉCNICA DE IMAGEN
EN MOVIMIENTO**

COLOCACIÓN
ACERVO _____

T. ORIGINAL _____
T. EN ESPAÑOL _____
DIRECTOR _____
PAÍS _____ AÑO DE PROD _____ REG. BUDA _____

FORMATO	CUADRO	SOPORTE	TIPO	COLOR	SONIDO	PISTAS	NORMA	DURACIÓN

D A Ñ O S

1 RAYADA
2 DESPERFORADA
3 ALTO CONTRASTE

4 BAJO CONTRASTE
5 SUCIA
6 MANCHAS DE REVELADO

7 RAYAS Y SUCIEDAD IMPRESA
8 ENCOGIMIENTO
9 MULTILACIONES

10 ROTURAS
11 VINAGRE
12 DESFASE

13 SULFATACIÓN

ROLLO	PIES													METROS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
	SUMA													

SUMAN LOS ROLLOS _____ DOBLE SENCILLO

OTROS _____

REPARACIONES _____

ORIGEN _____ FECHA: _____

OBSERVACIONES _____

Figura 3.8. Ficha técnica.

3.1.4 IMPRESIÓN DE LA COPIA

Ya que se tienen los rollos revisados, el siguiente paso es la impresión de las copias, que se realizan en una impresora óptica, ver figura 3.9. Para esto, cada rollo de imagen de la película tiene su tarjeta de luces correspondiente, que son los valores que indican el cambio de la cantidad de luz necesaria para cada escena. Se pueden imprimir distintos tipos de copias según se requiera (negativo de cámara, duplicado negativo, copia positiva, etc.) y esto es en función del material en el que se realice la impresión.

Existen dos maneras de realizar la impresión:

- 1) Si se tiene la película por separado, se imprime primero la imagen y después el sonido. Esto se realiza colocando el rollo de imagen y el rollo de material virgen en la impresora de imagen. Se imprime la imagen, tomando como referencia los cambios de luz de la tarjeta de luces.
- 2) Ya que se imprimió la imagen, el material expuesto se coloca en la impresora de sonido y se realiza la impresión. Entonces la copia queda como copia compuesta.

Si se tiene la película compuesta, la impresión se realiza en un solo paso.

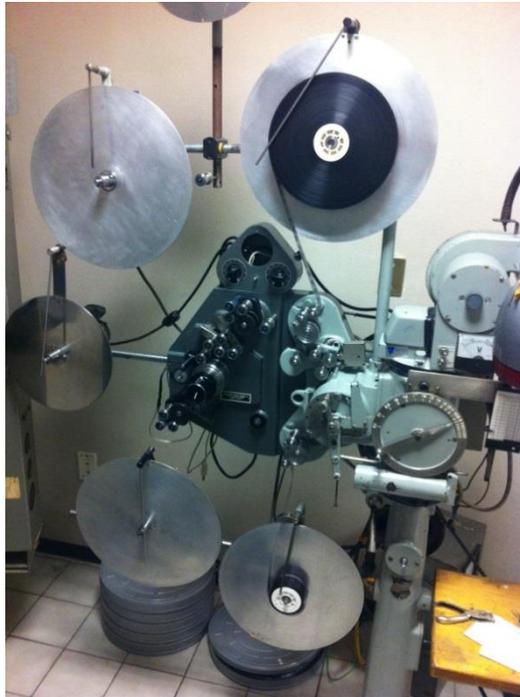


Figura 3.9. Impresora óptica.

3.1.5 REVELADO DE LA PELÍCULA

Una vez que se tienen los rollos impresos, la siguiente etapa es el revelado de la película.

Para esto se toma un rollo y se coloca en el magazine de carga, ver figura 3.10. El magazine de carga se lleva a la máquina reveladora y se coloca como se muestra en la figura 3.11. Se enciende la máquina reveladora y se deja trabajando hasta que el rollo sale del otro lado ya revelado. Esto se realiza con cada rollo hasta revelar la película completa.



Figura 3.10. Magazine de carga.



Figura 3.11. Máquina reveladora.

3.1.6 REVISIÓN FINAL Y ENTREGA DE LA PELÍCULA

Ya que se tienen los rollos revelados, se llevan a la sala de proyección para la revisión final en pantalla.

Se arman rollos de mayor tamaño, uniéndolos con una pegadora ultrasónica para poliéster, ver figura 3.12, se realiza un registro que contiene la información del trabajo realizado y se entrega la copia al taller de restauración, lista para su posterior proyección y/o almacenamiento, ver figura 3.13 y 3.14.

Esta etapa del proceso de rescate y restauración se detallará a continuación con el procedimiento correspondiente, y considerando la película de 35 mm.



Figura 3.12. Pegadora ultrasónica para poliéster.



Figura 3.13. Lata de película terminada.



Figura 3.14. Película lista para entrega.

3.2 PROCEDIMIENTO

Una vez que se ha recopilado la información y establecido la metodología para llevar a cabo el revelado de una película que se encuentra en un proceso de restauración, a continuación se presentará el procedimiento que será el documento con el que se deben de guiar los responsables de dicha actividad para poder dar una película de calidad y con las características adecuadas para poder ser exhibida y sobre todo preservada.

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRÁFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PÁGINA: 1 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRÁFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

1.0 OBJETIVO

Establecer el procedimiento para realizar el revelado de películas cinematográficas en blanco y negro de 35mm.

2.0 ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable solo para el revelado de película en blanco y negro, y que se realiza sólo en el laboratorio fotoquímico de la filмотeca de la UNAM.

3.0 REFERENCIAS

Processing KODAK Motion picture films.

4.0 DEFINICIONES

Película cinematográfica: Tira de material flexible y transparente con un revestimiento de granulos de haluros de plata, donde se fija la imagen.

Negativo de cámara: Película original que viene directamente de la filmación.

Copia de exhibición: Película que sirve para proyectarse en las salas de cine.

Duplicado negativo: Película que sirve para elaborar copias de exhibición.

Duplicado positivo: Película que sirve para respaldar negativo de cámara y para elaborar duplicado negativo.

Emulsión: Parte de la película que es sensible a la luz y que contiene las propiedades fotográficas.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 2 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

Imagen latente: Imagen invisible que se forma con todo detalle en la emulsión de la película por efecto de la exposición a la luz antes del revelado.

Densidad óptica: Ennegrecimiento variable de cada zona de la imagen consecuencia del nivel de exposición a la luz recibido y del revelado.

Velo: Densidad óptica que se produce en áreas que no forman parte de la imagen.

Revelado: Proceso mediante el cual la imagen latente se convierte en imagen visible.

Revelador: Solución o compuesto químico que transforma los haluros de plata de la imagen latente, en la imagen visible.

Película líder: Película que sirve para guiar a la película que se va a revelar, por la máquina reveladora.

Magazine de carga: Compartimiento de la reveladora en el que se coloca la película que se va a revelar.

Fijador: Solución química donde se disuelven los haluros de plata no expuestos a la luz.

Contraste: Diferencia relativa en la intensidad entre un punto de una imagen y sus alrededores.

Sensitometría: Estudio de la acción fotoquímica de la luz sobre las emulsiones.

Sensitómetro: Dispositivo que sirve para exponer tiras sensitométricas de control.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 3 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

Tira de control: Tira de película con exposición precisa para monitorear el proceso de revelado.

Curva característica: Gráfica que muestra la relación entre la exposición dada a una película y la densidad fotográfica correspondiente al procesarla.

Gamma de control: Valor numérico que mide el contraste de la película revelada.

Densitómetro: Dispositivo que mide el grado de densidad óptica de un material semitransparente.

Prueba de rayas: Prueba mecánica para determinar posibles ralladuras en la película que se va a revelar.

5.0 RESPONSABILIDADES

Los responsables del manejo y control del procedimiento para el revelado son tanto el jefe del área de revelado, como el personal técnico de apoyo que se tenga a cargo en dicha área.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

6.1 PREPARACIÓN DE LA REVELADORA

6.1.1 Se vierten 150 L de revelador en el tanque correspondiente de la reveladora. El revelador puede ser D-96 (para duplicado negativo o duplicado positivo) o D-97 (para copias de proyección) según se requiera.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS RESCATE Y RESTAURACIÓN PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	CLAVE PRO-REV-01
		PÁGINA: 4 DE 12
		No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

6.1.2 Se vierten 75 L de fijador, divididos en 3 tanques de 25 L cada uno en la reveladora.

6.1.3 Se vierten 175 L de agua, divididos en 7 tanques de 25 L cada uno de la reveladora.

6.1.4 Se vierten 80 mL de photo-Flo en el séptimo tanque que contiene agua..

6.1.5 Se enciende el sistema de agitación y el control de temperatura durante 40 min, hasta que alcance 23 °C.

6.2 PRUEBA DE RAYAS

6.2.1 Se toman 10 ft (304 cm) de sobrante de un rollo de película virgen, se une al rollo de película líder con cinta adhesiva de mylar en una enrolladora de película y se coloca en el magazine de carga, dejando una pequeña parte de la película fuera del magazine para posteriormente unirla a la película líder que está en la reveladora. Esto se hace colocando la película con la emulsión en la parte superior.

6.2.2 Se coloca el magazine de carga en la reveladora y la punta de la película de prueba se une con cinta adhesiva de mylar a la película líder que se encuentra en la reveladora.

6.2.3 Se enciende la reveladora y se deja trabajando durante 16.5 min, hasta que la prueba salga al otro extremo de la reveladora.

6.2.4 Se apaga la reveladora, se retira la prueba haciendo un corte en la unión que se hizo previamente y se observa a contra luz, esto es para verificar que no tenga algún tipo de ralladuras, y cuando se revele la película no sufra algún tipo de daño.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 5 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

6.3 GAMMA DE CONTROL DE PROCESO

6.3.1 Se toma una tira de control ya impresa, ver anexo B, y un sobrante de 10 ft (3.04 m) de película virgen. Se unen a la película líder con cinta adhesiva de mylar en una enrolladora de película, primero la tira de control y después el sobrante, y se colocan en el magazine de carga. Esto se realiza en el cuarto oscuro para evitar que se vea la tira de control.

6.3.2 Se coloca el magazine de carga en la reveladora y la punta del sobrante de película que se colocó anteriormente se une con cinta adhesiva de mylar a la película líder que se encuentra en la reveladora.

6.3.3 Se enciende la reveladora y se deja trabajando durante 16.5 min, hasta que la tira de control salga del otro extremo de la reveladora.

6.3.4 Se apaga la reveladora, se retira la tira de control haciendo un corte en la unión que se hizo previamente con el rollo líder y se mide en el densitómetro para calcular la gamma de control, ver anexo C.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS RESCATE Y RESTAURACIÓN PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	CLAVE PRO-REV-01
		PÁGINA: 6 DE 12
		No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

6.4 REVELADO DE LA PELÍCULA

6.4.1 Se toma el rollo ya impreso y se une con cinta adhesiva de mylar a la película líder en una enrolladora. Se verifica que la película esté colocada con la emulsión por la parte de arriba, y se coloca en el magazine de carga dejando una punta de la película en la parte exterior del magazine para unirla al rollo líder que está en la reveladora. Esto se realiza en el cuarto oscuro para evitar el velo de la película.

6.4.2 Se coloca el magazine de carga en la reveladora y la punta de la película se une con cinta de mylar a la película líder que se encuentra en la reveladora.

6.4.3 Se enciende la reveladora y se alimenta el tanque de revelador con el refuerzo a un flujo de 7 L/h.

6.4.4 Se deja trabajando de 38 a 40 min. Hasta que el rollo salga en su totalidad del otro extremo de la reveladora.

6.4.5 Se apaga la reveladora y se retira el rollo haciendo un corte en la unión que se hizo previamente con el rollo líder.

6.4.6 El rollo se lleva a la sala de proyección para realizar la revisión en pantalla.

6.4.7 Sucesivamente se realiza el mismo procedimiento para todos los rollos que corresponden a la película que se está revelando.

6.4.8 Se realiza un cambio de fijador. Esto se hace vaciando un tanque de 25 L de fijador por cada 2000 ft (609 m) de película revelada, y llenándolo con fijador nuevo. El fijador gastado se vierte en un tanque de almacenamiento de 100 L.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PÁGINA: 7 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

6.4.9 Ya que se tienen todos los rollos revelados, se arman rollos de mayor tamaño, aproximadamente de 2000 ft (609.6 m), uniendo los rollos con una pegadora ultrasónica para poliéster. Esto se realiza para el manejo más práctico de la película y para su almacenamiento.

6.4.10 Se realiza un registro final con la información del trabajo realizado.

6.4.11 Se entrega la copia terminada al taller de restauración para su posterior proyección y/o almacenamiento.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 8 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

ANEXO A

A. PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES

A.1 REVELADOR D96

- A.1.1 Se vierten 75 L de agua a 50 °C en un tanque de almacenamiento de 150 L.
- A.1.2 Se pesan 225 g de metol y se vierten en el tanque.
- A.1.3 Se pesan 12 kg de sulfito de sodio y se vierten en el tanque.
- A.1.4 Se pesan 225 g de hidroquinona y se vierten en el tanque.
- A.1.5 Se pesan 60 g de bromuro de potasio y se vierten en el tanque.
- A.1.6 Se pesan 700 g de Bórax y se vierten en el tanque.
- A.1.7 Se afora el tanque hasta completar 150 L.
- A.1.8 Se agita hasta que se disuelva completamente.
- A.1.9 Se vierte en la máquina reveladora.

A.2 REFUERZO D96

- A.2.1 Se vierten 75 L de agua a 50 °C en un tanque de almacenamiento de 100 L.
- A.2.2 Se pesan 200 g de metol y se vierten en el tanque.
- A.2.3 Se pesan 8 kg de sulfito de sodio y se vierten en el tanque.
- A.2.4 Se pesan 200 g de hidroquinona y se vierten en el tanque.
- A.2.5 Se pesan 500 g de Bórax y se vierten en el tanque.
- A.2.6 Se afora el tanque hasta completar 100 L.
- A.2.7 Se agita hasta que se disuelva completamente.
- A.2.8 Se almacena en el cuarto de soluciones químicas.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRÁFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 9 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRÁFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

A.3 REVELADOR D97

- A.3.1 Se vierten 75 L de agua a 50 °C en un tanque de almacenamiento de 150 L.
- A.3.2 Se pesan 75 g de metol y se vierten en el tanque.
- A.3.3 Se pesan 6 kg de sulfito de sodio y se vierten en el tanque.
- A.3.4 Se pesan 450 g de hidroquinona y se vierten en el tanque.
- A.3.5 Se pesan 3 kg de carbonato de sodio y se vierten en el tanque.
- A.3.6 Se pesan 300 g de bromuro de potasio y se vierten en el tanque.
- A.3.7 Se afora el tanque hasta completar 150 L.
- A.3.8 Se agita hasta que se disuelva completamente.
- A.3.9 Se vierte en la máquina reveladora.

A.4 REFUERZO D97

- A.4.1 Se vierten 75 L de agua a 50 °C en uno de los tanques.
- A.4.2 Se pesan 70 g de metol y se vierten en el tanque.
- A.4.3 Se pesan 5 kg de sulfito de sodio y se vierten en el tanque.
- A.4.4 Se pesan 700 g de hidroquinona y se vierten en el tanque.
- A.4.5 Se pesan 2 kg de carbonato de sodio y se vierten en el tanque.
- A.4.6 Se afora el tanque hasta completar 100 L.
- A.4.7 Se agita hasta que se disuelva completamente.
- A.4.8 Se almacena en el cuarto de soluciones químicas.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 10 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

A.5 FIJADOR F5

- A.5.1 Se vierten 60 L de agua a 50 °C en un tanque de almacenamiento de 100 L.
- A.5.2 Se pesan 30 kg de tiosulfato de amonio al 60% y se vierten en el tanque.
- A.5.3 Se pesan 2 kg de sulfito de sodio y se vierten en el tanque.
- A.5.4 Se miden 2 L de ácido acético y se vierten en el tanque.
- A.5.5 Se pesan 750 g de ácido bórico y se vierten en el tanque.
- A.5.6 Se pesan 1.5 kg de alumbre de potasio y se vierten en el tanque.
- A.5.7 Se afora el tanque hasta completar 100 L.
- A.5.8 Se agita hasta que se disuelva completamente.
- A.5.9 Se almacena en el cuarto de soluciones químicas.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRÁFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 10 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRÁFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

ANEXO B

B. IMPRESIÓN DE GAMMAS DE CONTROL

B.1 Se enciende el sensitómetro, se ajusta el amperaje dependiendo del tipo de material que se va a imprimir y se apaga la luz del cuarto.

B.2 Se toma un sobrante de 10 ft (3.04 m) de película virgen y con la emulsión por la parte de abajo, se va colocando en el sensitómetro en fragmentos de 1 ft (30.48 cm) y se va accionando el interruptor del disparo de la luz.

B.3 Por cada pie que se va colocando en el sensitómetro se realiza un pequeño doblez sobre la película, para separar e identificar las gammas impresas.

B.4 Una vez finalizada la impresión de las gammas, se apaga el sensitómetro.

B.5 Las gammas impresas se enrollan, se cubren con una bolsa de plástico negra y se guardan en una lata para impedir que les afecte la luz, y para su posterior revelado.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

	DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS	CLAVE PRO-REV-01
	RESCATE Y RESTAURACIÓN	PAGINA: 11 DE 12
	PROCEDIMIENTO PARA EL REVELADO DE PELÍCULA CINEMATOGRAFICA DE 35 mm	No. DE REVISIÓN 0
		FECHA

ANEXO C

C. CÁLCULO DE LA GAMMA DE CONTROL

C.1 Se toma una tira de control previamente revelada, y se miden en un densitómetro los 21 pasos o 21 densidades que contiene la tira.

C.2 Se registran los valores y se realiza una gráfica para obtener la curva sensitométrica. Sobre el eje vertical se localizan las densidades obtenidas con la medición y en el eje horizontal se localizan cada uno de los 21 pasos que contiene la gamma.

C.3 Se traza un triángulo rectángulo en la parte media de la curva, a partir del valor 1.0 de densidad, que es donde comienza la línea recta de la curva característica, y hasta donde termina la línea recta.

C.4 Se miden los catetos del triángulo rectángulo y se obtienen los valores en cm.

C.5 Se calcula la tangente del triángulo y se obtiene el valor de gamma, ver gráfica 1

C.6 Los valores de gamma que se obtienen están en función del tipo de copia que se realice, ver figuras C1 a), b) y c). Los valores son los siguientes:

- Para duplicado negativo 0.55 – 0.65
- Para duplicado positivo 1.20 – 1.60
- Para copia de exhibición 2.4 – 2.6

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	



**DIRECCIÓN GENERAL DE
ACTIVIDADES CINEMATOGRAFICAS**

RESCATE Y RESTAURACIÓN

**PROCEDIMIENTO PARA EL
REVELADO DE PELÍCULA
CINEMATOGRAFICA DE 35 mm**

CLAVE
PRO-REV-01

PAGINA:
12 DE 13

No. DE REVISIÓN
0

FECHA

El ejemplo corresponde al cálculo una gamma de control para una copia de exhibición.

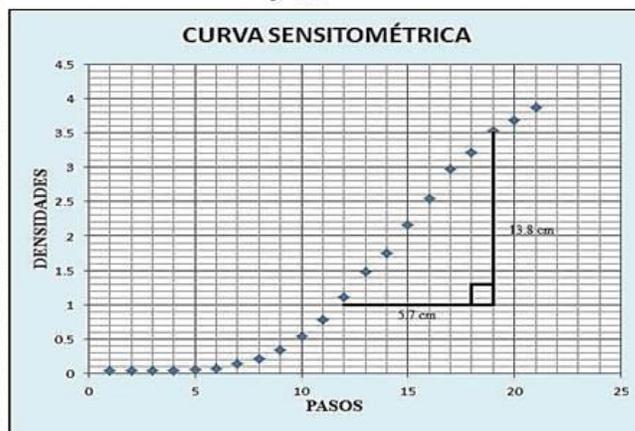
$$\text{Tang } \alpha = \frac{CO}{CA}$$

$$\text{Tang } \alpha = \frac{13.8 \text{ cm}}{5.7 \text{ cm}}$$

$$\gamma = \text{Tang } \alpha$$

$$\gamma = 2.4$$

PASOS	DENSIDADES
1	0.04
2	0.05
3	0.05
4	0.05
5	0.06
6	0.08
7	0.14
8	0.22
9	0.35
10	0.55
11	0.79
12	1.11
13	1.48
14	1.75
15	2.17
16	2.55
17	2.97
18	3.22
19	3.53
20	3.68
21	3.87



(GRÁFICA 1)

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	



**DIRECCIÓN GENERAL DE
ACTIVIDADES CINEMATOGRÁFICAS**

RESCATE Y RESTAURACIÓN

**PROCEDIMIENTO PARA EL
REVELADO DE PELÍCULA
CINEMATOGRÁFICA DE 35 mm**

CLAVE
PRO-REV-01

PAGINA:
13 DE 13

No. DE REVISIÓN
0

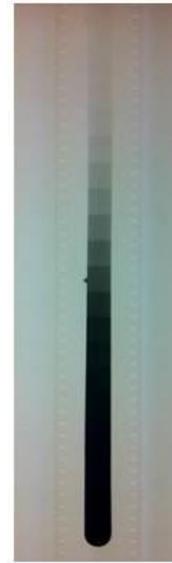
FECHA



a)



b)



c)

FIGURAS C 1. a) Gamma de control para duplicado negativo.
b) Gamma de control para duplicado positivo.
c) Gamma de control para copia de exhibición.

ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
IVÁN GRANADOS RANGEL		ING. JIGNACIO RODRIGUEZ RODRIGUEZ		FRANCISCO RAMIREZ VAZQUEZ	
FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

3.3 RESULTADOS

Con base en la aplicación del procedimiento previamente descrito y presentado en el punto anterior de este capítulo, se obtienen los siguientes resultados considerando que se realizó una copia de exhibición:

3.3.1 PREPARACIÓN DE LA REVELADORA

Una vez que se realizaron los pasos correspondientes, la máquina reveladora queda preparada para el proceso de revelado como se muestra en la figura 3.15.

La máquina queda preparada con las siguientes condiciones de proceso:

- 23 °C
- Un tanque lleno con 150 L de revelador D-97
- Un tanque lleno con 75 L de fijador F5
- 7 tanques de 25 L llenos con agua

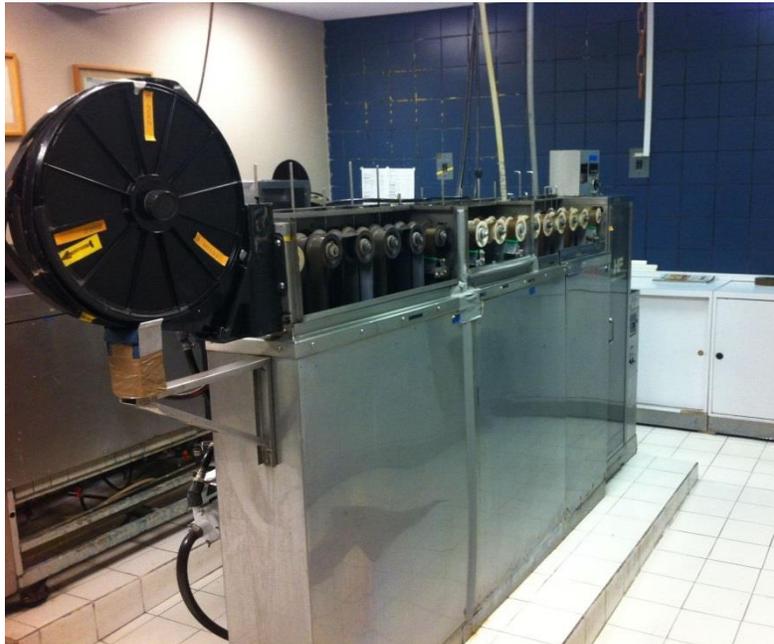


Figura 3.15. Máquina reveladora.

3.3.2 GAMMA DE CONTROL DE PROCESO

Una vez que se han realizado los pasos correspondientes, se obtiene la gamma de control con un valor de 2.4. El ejemplo de una gamma de control es como se muestra en la figura 3.16.

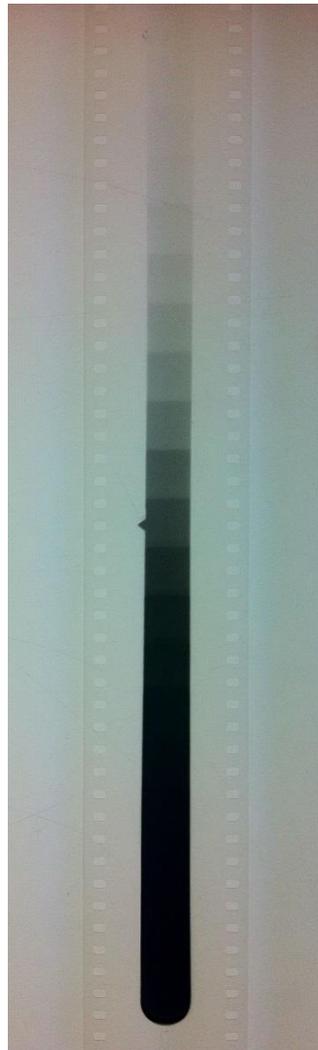


Figura 3.16. Gamma de control para copia de exhibición.

3.3.3 REVELADO DE LA PELÍCULA

Una vez que se han seguido los pasos del procedimiento para el revelado, se obtienen cada uno de los rollos de la película correspondiente, como se muestra en la figura 3.17 y 3.18.



Figura 3.17. Rollo de película terminada.

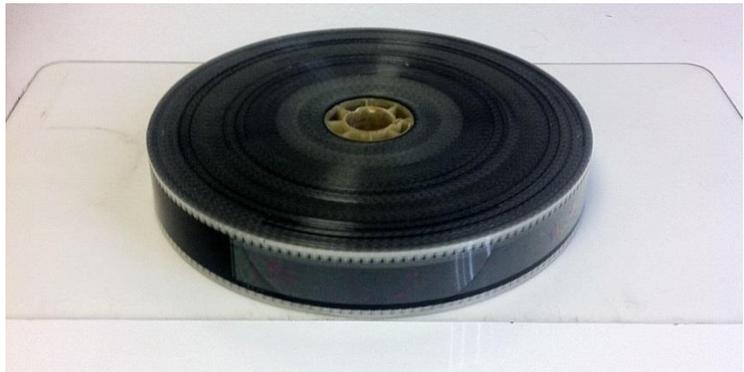


Figura 3.18. Rollo de película terminada.

A continuación se muestran algunos ejemplos de la película terminada, ver figuras 3.19, 3.20, 3.21 y 3.22.



Figura 3.19. Fragmento de la película terminada.



Figura 3.20. Fotograma de la película terminada.



Figura 3.21. Fotograma de la película terminada.



Figura 3.22. Fotograma de la película terminada.

Como se puede observar, siguiendo los pasos que se establecen en el procedimiento propuesto en este trabajo, los resultados se pueden considerar adecuados y con la calidad requerida al observar el fotograma obtenido y el valor de la gamma de control de 2.4 como lo establecen los estándares de calidad.

Podemos enfatizar que una vez documentado este procedimiento, el encargado de realizar dicha tarea tendrá una capacitación más rápida y adecuada, estableciendo que el desarrollo de su trabajo lo hará de una manera homogénea y bien realizada, garantizando así la calidad del proceso de revelado y con ello la calidad de la preservación del patrimonio fílmico.

4. CONCLUSIONES

Una vez terminado el presente trabajo, se tienen las siguientes conclusiones establecidas a partir de los resultados obtenidos:

- Al realizarse la revisión bibliográfica de las técnicas para el revelado de película cinematográfica de blanco y negro, se determinó que las técnicas utilizadas en otros laboratorios son prácticamente las mismas, y solo existen variaciones en las condiciones del proceso como son: velocidad de la reveladora, temperatura y tiempo de revelado, así como la concentración de las soluciones químicas.
- A partir de la información consultada, se realizaron pequeñas pruebas de revelado, haciendo variaciones en las condiciones del proceso hasta encontrar las que generaran la calidad de imagen requerida. Es así como se obtuvieron los datos de las condiciones de proceso que son utilizados en el laboratorio de la filmoteca de la UNAM y, con base en ello, se realizó el procedimiento para el revelado de películas en blanco y negro.
- Para desarrollar el procedimiento, se llevó a cabo la realización de una copia de exhibición, con las condiciones adecuadas. Al obtener la copia, se llevó a la sala de proyección para su análisis en pantalla y se observó que la calidad de imagen fue la requerida, además al calcular la gamma de control para el proceso se obtuvo un valor de 2.4.
- Una vez establecido el procedimiento se pudo constatar que al ejecutar paso a paso la metodología establecida dentro del mismo, el proceso de revelado fue adecuado, y que los resultados cumplen con los estándares de calidad que establece Kodak para el revelado de película en blanco y negro.
- Las condiciones del proceso establecidas en el procedimiento no tendrán cambios posteriores. Esto debido a que la industria del cine ya no utiliza la película cinematográfica para plasmar sus producciones y llegará el punto en que sea obsoleta esta manera de hacer cine. Sin embargo, el procedimiento es óptimo y se seguirá aplicando de la misma manera, considerando que la filmoteca de la UNAM es un archivo fílmico, y resguarda una gran cantidad de material que continúa preservándose, además de los trabajos que se realizan para preservar el patrimonio fílmico que llega de otros países.

- El procedimiento para el revelado es de gran apoyo en las actividades de rescate y restauración de la filmoteca de la UNAM, pues además de optimizar el proceso, garantiza la calidad de la película, ya que un revelado óptimo genera una buena imagen, que es lo más importante en un archivo cinematográfico, y con ello se tendrá una buena preservación del patrimonio fílmico.
- Finalmente se observó que la información sobre las técnicas utilizadas en el proceso de rescate y restauración del patrimonio fílmico de la UNAM, es una actividad poco común y limitada realizada por una minoría, lo que hace valer la propuesta de establecer este procedimiento para que en un momento determinado cualquier persona pueda realizar el trabajo de revelado.

Con el desarrollo del presente trabajo, se recomienda realizar posteriormente un procedimiento para cada una de las etapas de dicho proceso, y tenerlo documentado y así, si se lograran establecer estos procedimientos, se facilitará la realización de estas actividades y no se limitará a un pequeño grupo de personas; además se optimizarían los procesos, y se garantizaría la preservación del patrimonio fílmico tanto de México como de todo el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernal Rosso, Francisco; *“Apuntes de fotografía”*, In lucem, Cádiz, España, (2006).
2. Eastman Kodak, *“Películas para cine”*, Eastman Kodak Company, 5ª edición, California, Estados Unidos, (2006).
3. Eastman Kodak, *“Selección y uso de las películas Eastman y Kodak para cinematografía”*, Eastman Kodak Company, México, 1980. 52 pp.
4. Del Amo García, Alfonso; *“Clasificar para preservar”*, Cineteca Nacional, México, D.F., Diciembre, (2006).
5. Eastman Kodak, *“The Book of Film Care”*, Kodak Publication, N° H-23, Rochester, New York, U.S.A., (1983).
6. Eastman Kodak Company, *“The essential reference guide for filmmakers”*. Rochester, New York, U.S.A., (2007). 213 pp.
7. Sainz, Daniel; *“Documentación en un Sistema de la Calidad. Gestión de personal e instalaciones”*, Universidad de Barcelona, España, (2001).
8. Sánchez Mejía, Carlos; *“CSMV Emprendedor. La Guía del Ingeniero Industrial y del Emprendedor”*, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, (2005).