



LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA

PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN

“ILUMI-NATY: ANÁLISIS DIFERENCIAL DE TINTAS DE BOLÍGRAFO”

ALUMNOS: MARIA CENTURION

OSVALDO ROSSI

DIRECTOR: LIC. GASTÓN NARCOTTI

2020

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	3
AGRADECIMIENTOS	11
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	15
JUSTIFICACIÓN	17
CAPÍTULO I	19
CRIMINALÍSTICA	19
I.1- CIENCIAS FORENSES	19
I.2- ORÍGENES DE LA CRIMINALÍSTICA	19
I.3- CORRIENTES CRIMINALÍSTICAS	20
I.4- DEFINICIONES DE CRIMINALÍSTICA.....	20
I.5- PRINCIPIOS DE LA CRIMINALÍSTICA.	21
<i>I.5.a- Principio de Uso y Producción</i>	<i>21</i>
<i>I.5.c- Principio de Identidad</i>	<i>22</i>
<i>I.5.d- Principio de Correspondencia de Características.</i>	<i>22</i>
<i>I.5.e- Principio de Reconstrucción de Hechos o Fenómenos.</i>	<i>22</i>
<i>I.5.f- Principio de Probabilidad.</i>	<i>22</i>
<i>I.5.g- Principio de Certeza.</i>	<i>22</i>
CAPÍTULO II	23
DOCUMENTOLOGÍA	23
II.1- ORÍGENES DE LA DOCUMENTOLOGÍA	23
II.2- PRIMEROS ESTUDIOS DOCUMENTALES	23
II.3- DOCUMENTOLOGÍA O DOCUMENTOSCOPIA	27
CAPÍTULO III	29
DOCUMENTO Y GENERALIDADES DEL PAPEL	29

III.1- DOCUMENTO.....	29
III.2- TIPOS DE DOCUMENTO.....	29
III.3- DEFINICIÓN DE PAPEL	29
III.4- FABRICACIÓN DEL PAPEL	30
<i>III.4.a- Materia prima.</i>	30
<i>III.4.b- Obtención de Pastas.</i>	31
<i>III.4.c- Proceso de Fabricación.</i>	31
III.5- TIPOS DE PAPEL	33
III.6- ANÁLISIS DEL PAPEL.....	35
<i>III.6.a-Análisis Físicos.</i>	36
<i>III.6.b-Análisis Químicos.</i>	36
III.7- TAMAÑOS MÉTRICOS DE PAPEL SEGÚN NORMAS DIN 476 E ISO 216.	37
CAPÍTULO IV	39
ÚTILES DE ESCRITURA MANUAL	39
IV.1- DEFINICIÓN.....	39
IV.2- TIPOS DE ÚTILES DE ESCRITURA MANUAL	39
<i>Lápices de grafito</i>	39
<i>Plumas fuente, estilográficas.</i>	40
<i>Rotuladores o marcadores.</i>	40
<i>Roller ball</i>	41
<i>Instrumentos con tinta gel.</i>	42
IV.3- TINTAS.....	42
IV.4- DIFERENTES DEFINICIONES.....	43
IV.5- CLASES DE TINTAS.....	44
<i>Tintas de Pluma</i>	44
<i>Tintas de Plumas Fuente en la actualidad.</i>	45
<i>Tintas de Rotuladores.</i>	45
<i>Tintas de Roller Ball.</i>	45
<i>Tintas Gel.</i>	45

<i>Tintas Borrables</i>	47
<i>Pilot Frixion</i>	47
IV.6- ANÁLISIS DE TINTAS EN EL DOCUMENTO.....	48
IV.6.A- FÍSICO.....	48
IV.6.B- QUÍMICO.....	49
CAPÍTULO V	50
BOLÍGRAFOS Y SUS TINTAS	50
BOLÍGRAFOS	50
TINTAS DE BOLÍGRAFO.....	51
CAPÍTULO VI	56
GRAFÍSTICA	56
VI.1- DEFINICIÓN DE GRAFÍSTICA.....	56
VI.2- ALTERACIONES FRAUDULENTAS.....	56
VI.2.A- ADULTERACIONES POR ADICIÓN	57
<i>Enmienda</i>	57
<i>Agregado</i>	57
<i>Reinscripción manual</i>	58
CAPÍTULO VII	59
CONCEPTOS DE ÓPTICA FÍSICA EN RELACIÓN A LA CRIMINALÍSTICA	59
VII.1- ÓPTICA EN RELACIÓN A LA CRIMINALÍSTICA	59
VII.2- ÓPTICA	59
VII.3- LA LUZ	59
VII.4- COLOR.....	60
VII.5- FISIOLÓGÍA DEL COLOR	60
VII.6- EL SISTEMA HUMANO DE LA VISIÓN.....	60
VII.7- LA RECEPCIÓN DEL COLOR - EL OJO HUMANO.....	61
VII.8- LA PERCEPCIÓN DEL COLOR - EL CEREBRO	62
<i>VII.8.a- La ceguera para los colores</i>	62

VII.8.b- <i>Metamerismo</i>	62
VII.8.c- <i>La fatiga del color</i>	63
VII.8.d- <i>La memoria del color</i>	63
VII.9- TEORÍAS DEL COLOR.....	63
VII.9.a- <i>Síntesis Aditiva (Modelo RGB)</i>	63
VII.9.b- <i>Síntesis Sustractiva</i>	64
CAPÍTULO VIII	65
INSTRUMENTAL ÓPTICO	65
VIII.1- FILTROS	65
VIII.1.a- <i>Filtros de paso largo</i>	65
VIII.1.b- <i>Filtros Lee</i>	66
VIII.2- <i>ÁNGULOS DE INCIDENCIA DE LA LUZ RESPECTO AL ESTUDIO DE DOCUMENTOS</i>	67
VIII.2.a- <i>Iluminación Reflejada o Directa</i>	67
VIII.2.b- <i>Iluminación Oblicua o Difusa</i>	67
VIII.2.c- <i>Iluminación Rasante</i>	67
VIII.2.d- <i>Iluminación Transmitida o Diascópica</i>	68
VIII.3- FUENTES DE LUZ LED	68
VIII.4- LUMINISCENCIA	70
CAPÍTULO IX	71
FOTOGRAFÍA DIGITAL Y ANÁLISIS ESPECTRAL.....	71
IX.1- CÁMARA DIGITAL.....	71
IX.2- DEFINICIÓN DE FOTOGRAFÍA DIGITAL	71
IX.3- FOTOGRAFÍA DIGITAL “FULL SPECTRUM”	72
<i>Modos de Captura</i>	72
IX.4- DATOS “EXIF” O METADATOS FOTOGRÁFICOS.....	73
IX.5- ANÁLISIS ESPECTRAL	74
MARCO METODOLÓGICO.....	76
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	76

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

MATERIALES UTILIZADOS	76
I- DISEÑO Y ARMADO DEL INSTRUMENTO “ILUMI-NATY”	83
<i>I.a- Modelado virtual del “Ilumi-Naty”</i>	83
<i>I.b- Fabricación y armado de las piezas del “Ilumi-Naty”</i>	85
<i>I.c- Ensamblado y conexiones del sistema eléctrico del “Ilumi-Naty”</i>	89
II- PARTE EXPERIMENTAL:	92
<i>II.a- Procedimiento para la obtención de muestras en papel.</i>	92
<i>II.b- Procedimiento para la obtención de fotografías de las muestras.</i>	97
RESULTADOS.....	103
I- RESULTADO DE “ILUMI-NATY”	103
II- PARTE EXPERIMENTAL: RESULTADOS DE LAS MUESTRAS FOTOGRÁFICAS	105
A.- FOTOGRAFÍAS TOMADAS EN MODO REFLEXIÓN	106
<i>Bolígrafos Negros:</i>	106
<i>-Caso N°1-</i>	106
<i>Bolígrafos Azules</i>	107
<i>-Caso N°1-</i>	107
B.- FOTOGRAFÍAS TOMADAS EN MODO LUMINISCENCIA	107
<i>Bolígrafos Negros</i>	108
<i>-Caso N°1-</i>	108
<i>-Caso N°2-</i>	109
<i>-Caso N°3-</i>	110
<i>-Caso N°4-</i>	111
<i>-Caso N°5-</i>	112
<i>-Caso N°6-</i>	113
<i>-Caso N°7-</i>	114
<i>-Caso N°8-</i>	115
<i>-Caso N°9-</i>	116
<i>-Caso N°10-</i>	117
<i>-Caso N°11-</i>	118
<i>-Caso N°12-</i>	119

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°13-.....	120
-Caso N°14-.....	121
-Caso N°15-.....	122
-Caso N°16-.....	123
-Caso N°17-.....	124
-Caso N°18-.....	125
-Caso N°19-.....	126
-Caso N°20-.....	127
-Caso N°21-.....	128
-Caso N°22-.....	129
-Caso N°23-.....	130
-Caso N°24-.....	131
-Caso N°25-.....	132
-Caso N°26-.....	133
-Caso N°27-.....	134
-Caso N°28-.....	135
-Caso N°29-.....	136
-Caso N°30-.....	137
-Caso N°31-.....	138
-Caso N°32-.....	139
-Caso N°33-.....	140
-Caso N°34-.....	141
-Caso N°35-.....	142
-Caso N°36-.....	143
-Caso N°37-.....	144
-Caso N°38-.....	145
-Caso N°39-.....	146
-Caso N°40-.....	147
-Caso N°41-.....	148
-Caso N°42-.....	149

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°43-.....	150
-Caso N°44-.....	151
-Caso N°45-.....	152
<i>Bolígrafos Azules</i>	153
-Caso N°1-.....	153
-Caso N°2-.....	154
-Caso N°3-.....	155
-Caso N°4-.....	156
-Caso N°5-.....	157
-Caso N°6-.....	158
-Caso N°7-.....	159
-Caso N°8-.....	160
-Caso N°9-.....	161
-Caso N°10-.....	162
-Caso N°11-.....	163
-Caso N°12-.....	164
-Caso N°13-.....	165
-Caso N°14-.....	166
-Caso N°15-.....	167
-Caso N°16-.....	168
-Caso N°17-.....	169
-Caso N°18-.....	170
-Caso N°19-.....	171
-Caso N°20-.....	172
-Caso N°21-.....	173
-Caso N°22-.....	174
-Caso N°23-.....	175
-Caso N°24-.....	176
-Caso N°25-.....	177
-Caso N°26-.....	178

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°27-.....	179
-Caso N°28-.....	180
-Caso N°29-.....	181
-Caso N°30-.....	182
-Caso N°31-.....	183
-Caso N°32-.....	184
-Caso N°33-.....	185
-Caso N°34-.....	186
-Caso N°35-.....	187
-Caso N°36-.....	188
-Caso N°37-.....	189
-Caso N°38-.....	190
-Caso N°39-.....	191
-Caso N°40-.....	192
-Caso N°41-.....	193
-Caso N°42-.....	194
-Caso N°43-.....	195
-Caso N°44.....	196
-Caso N°45-.....	197
ANÁLISIS DE RESULTADOS	198
I- ANÁLISIS DE RESULTADO DE “ILUMI-NATY”	198
II- PARTE EXPERIMENTAL: ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS MUESTRAS FOTOGRÁFICAS	199
<i>BOLÍGRAFOS NEGROS</i>	200
<i>BOLÍGRAFOS AZULES</i>	203
<i>EFICACIA DE “ILUMI-NATY”</i>	205
CONCLUSIONES.....	208
RECOMENDACIONES.....	211
BIBLIOGRAFÍA.....	212

Agradecimientos

Le agradezco primero a la Facultad de Ciencia y Tecnología, perteneciente a U.A.D.E.R, así como también a cada uno de los profesores, por brindarme la oportunidad de recibir educación gratuita y de calidad para poder forjarme como profesional.

A mis hermanos Hugo, Nicolás y Facundo; a mis cuñadas Daniela y Verónica; mis sobrinas Zoe, Julieta, Sofía, Umma y Candelaria, y en especial a mis padres Ramona y Hugo, por brindarme la oportunidad de seguir una carrera profesional, por el apoyo incondicional y por haberme enseñado que cuando se quiere lograr algo se debe trabajar duro por y para ello, sobretodo enseñarme a nunca dejar de soñar. Gracias David por acompañarme, alentarme siempre con amor y creer en mí.

A las compañeras y amigas que hice en este camino Antonella, Araceli y Evelyn, con quienes descubrí que a pesar del cansancio mental y emocional, siempre hay lugar para un mate y momentos de risas. Gracias “Anto” por estar para mí a la hora que sea y para lo que sea, gracias por toda tu ayuda.

Al Licenciado Gastón Narcotti por el compromiso, respaldo y acompañamiento en este proyecto. Por aclarar dudas y realizar observaciones pertinentes para lograr el mejor de los resultados.

A los Licenciados Carlos Sosa y Mauro Larrosa, por el seguimiento y corrección de este proyecto, por ayudarnos cada vez que los necesitamos. Muchas gracias por el acompañamiento y respaldo.

A mi compañero de proyecto Osvaldo, por la oportunidad, por la confianza y aliento, y sobre todo por creer siempre en mí. Gracias “Poli”.

Por último quiero agradecer a Dios, que siempre esta guiando mi camino.

Maria Florentina Centurion.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Quisiera empezar agradeciendo a Dios por guiarme en mi camino permitiéndome concluir y cumplir con este importante objetivo. Así como también agradezco a mi familia; mi mujer Natalia y mis hijos Yoel, Emanuel y Franco, pilares fundamentales en la conquista de este logro. No dejaré de mencionar la guía espiritual de mi madre, que en este momento ya no está, pero me acompaña desde el cielo.

Agradezco a la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos por haberme dado la oportunidad de capacitarme profesionalmente en esta carrera de Licenciatura en Criminalística. Donde me he formado como un profesional; por excelentes profesores y directivos, los cuales volcaron sin egoísmo sus conocimientos y apoyo en todo el transcurso de esta carrera.

Agradezco a los jefes y a compañeros de trabajo de la Policía de la Provincia de Santa Fe que me dieron esta oportunidad de poder desarrollarme en esta hermosa y cautivadora profesión. Darme un lugar en donde puedo incorporar y compartir los conocimientos adquiridos en el transcurso de esta carrera.

A mis amigos y compañeros de la facultad con los cuales he compartido estos años de estudio y dedicación. No puedo dejar de mencionar el sentido de comunidad que encuentro en esta facultad, en especial agradecer a mi compañera de tesis, Maria Centurion, quien a lo largo de esta investigación fue fundamental para el éxito obtenido.

También quiero agradecer a nuestro director de tesis, Lic. Gastón Narcotti, quien nos guió en toda esta investigación en forma desinteresada y consecuente. Y quien para mí ha sido un gran mentor a lo largo de toda esta carrera.

A los Profesores de la cátedra Proyecto Final, Lic. Carlos Sosa y Lic. Mauro Larrosa, quienes se abocaron a la corrección y guía en el transcurso de este trabajo para garantizar nuestro éxito.

Para finalizar, quiero agradecer a todas aquellas personas que de forma directa o indirecta han aportado para lograr que el Ilumi-Naty sea posible.

Osvaldo Víctor Rossi.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La Documentología es una ciencia que se encuentra en etapa de avances tecnológicos, pretendiendo el perfeccionamiento de las técnicas que ya emplea en la resolución de casos. Por consiguiente, en este trabajo *se procurará brindar una respuesta a un problema usual*, al cual los profesionales tienen que afrontar, y que muchas veces dificulta la labor ante la falta de instrumental o recursos tecnológicos.

Los documentólogos, cotidianamente analizan agregados gráficos, que muchas veces modifican el sentido original del documento, efectuados estos de manera tal que su semejanza al material original dificulta su identificación, utilizando para ello instrumentos que posean analogías respecto a sus características. Por medio del análisis exhaustivo y metódico del documento, se buscan los vestigios de los mecanismos utilizados para las modificaciones.

Es de esta manera que el *análisis diferencial de las tintas de bolígrafos*, constituye uno de los temas comúnmente hallados en la investigación pericial; siendo el mecanismo de *agregado manuscrito en segundo tiempo* una de las técnicas comúnmente usadas como modo de operar ante una maniobra fraudulenta.

El análisis pericial documentológico para estos casos no es simple, ya que se necesita de la utilización de variadas ciencias y artes, la aplicación de leyes científicas auxiliares, *instrumentos de elevadísimo valor económico* y que por lo general resultan inalcanzables por medios propios e individuales, para concretar los fines especificados.

Pero la labor no concluye ahí, tan importante como determinar una modificación es *demostrar la existencia de la misma* para respaldar el peritaje, y lo que resulta de una importancia relevante, que la práctica *pueda reproducirse* las veces que sea necesario y por cualquier otra persona capacitada para hacerlo.

Es por ello que en la presente investigación se plantea la importancia de validar un instrumento de menor costo, que sea lo menos destructivo posible para el documento sujeto a análisis, que sea portátil, y de fácil manipulación para el examen de evidencia documentológica, aunque siempre teniendo en cuenta las limitaciones que este pueda presentar.

Es a partir de lo ya expuesto que se intentará dar respuesta al siguiente interrogante:

¿Cuál es el procedimiento más eficaz para la utilización de un método físico con luces y filtros, en la determinación de diferencias entre tintas de bolígrafos de igual cromaticidad pero de diferentes marcas comerciales?

OBJETIVOS

El presente proyecto tiene por Objetivo General:

- ↳ Describir el procedimiento más eficaz para la utilización de un método físico con luces y filtros, en la determinación de diferencias entre tintas de bolígrafos de igual cromaticidad pero de diferentes marcas comerciales.

Y como Objetivos Específicos:

- ↳ Diseñar y confeccionar un instrumento adecuado, capaz de analizar papel hasta formato A5, y con el cual se pueda controlar el uso de luces led RGB, UV e IR, así como también filtros de color azul, verde, amarillo, naranja, rojo e infrarrojo; y finalmente fotografiar en gran parte del espectro.
- ↳ Describir características que permitan identificar diferencias entre tintas de bolígrafo de cromaticidad negra y azul, de por lo menos diez marcas comerciales, utilizadas en la confección de escritos en papel de tamaño 9x9cm., mediante los modos de captura por Reflexión y por Luminiscencia.

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Es a raíz de las características negativas que surgen las técnicas más elegidas hasta la fecha, como ser la dificultad para adquirir un equipamiento tan complejo, sofisticado y de elevado valor económico, o la necesidad de llevar a cabo prácticas que no resulten destructivas para los documentos, que surgió la necesidad de realizar una investigación sobre la eficacia que pudiera brindar un método físico con luces y filtros para poder determinar diferencias entre tintas de bolígrafos, en cualquier momento y espacio determinado.

Nos resultó entonces favorable realizar esta investigación al contemplar el valor que tiene efectuar pericias documentológicas en el marco de las adulteraciones por adición, lo cual no solo beneficiara a peritos, sino que también facilitará la labor a los profesores y a sus alumnos en cuanto al campo de estudios referentes a esta disciplina.

En consecuencia, se prosiguió con la idea y construcción de una herramienta que permitiera abordar esta problemática con el fin de ayudar a cubrir las necesidades mencionadas. El proyecto fue orientado a recopilar fotografías en diferentes zonas del espectro, mediante la utilización conjunta de luces de diferentes longitudes de onda con variados colores de filtros, todo ello posible gracias a la construcción de un instrumento adecuado que proporcionaría el manejo de los elementos antes descritos y la óptima captura de las respectivas imágenes de los elementos a examinar, y que finalmente estas guarden información que las hagan reproducibles en cualquier momento.

MARCO
TEÓRICO

CAPÍTULO I CRIMINALÍSTICA

I.1- Ciencias Forenses

Caballero Cornejo (2010: p. 372) indica que las Ciencias Forenses forman parte de las disciplinas biológico-sociales, ya que su objetivo no solo abarca al hombre como ser y como individuo, sino que lo trasciende para extenderse al contexto social.

La palabra *forense* viene del adjetivo latino *forensis*, que significa “perteneciente o relativo al foro”. En la Antigua Roma, una imputación por crimen suponía presentar el caso ante un grupo de personas notables en el Foro. Tanto la persona que se la acusaba por haber cometido el crimen como el denunciante tenían que explicar su versión de los hechos. La argumentación, las pruebas y el comportamiento de cada persona determinaban el veredicto o sentencia del caso.

En el ámbito nacional, la Academia Nacional de Ciencia de Buenos Aires integra a la Ciencia Forense en el Centro Interdisciplinario de Investigaciones Forenses (CIDIF) donde incluye las secciones: Neurociencias; Evaluación de Praxis Médica; Psiquiatría Forense; Medicina Legal General; Tanatología y Patología Forense; Criminalística; Cuestiones Legales Forenses y Medicina Laboral. Existen, además secciones y consultorías especiales que incluyen: validación testimonial en situaciones especiales de abuso y violencia; Sexología Forense; Violencia Familiar; Anestesiología Forense; Neurociencias experimentales y Neuroradiología.

I.2- Orígenes de la Criminalística

Según Hernández Olmedo (2012: p. 8), la Criminalística puede definirse de múltiples formas, y según su etimología tiene origen mixto. En primera instancia la palabra latina “crimen” que tiene raíz griega “kri” de “krino” significa “separar”; por otra parte, el término, “ista”, también del griego “iotris”, que indica actitud, ocupación u oficio, y finalmente el vocablo “ica”, del griego “ixri”, que puede entenderse como “réxun”, que se puede traducir como “lo relativo a”. En conjunto podría afirmarse como “lo relativo al estudio del delito”.

Su nacimiento estuvo signado por la necesidad de tecnificación en la investigación de delitos. El término fue aplicado por primera vez en la provincia de Graz, Australia, en 1894, por el juez de instrucción Hans Gross, que escribió su “Manual del Juez de Instrucción como Sistema de

Criminalística”, en donde detallo sus 15 especialidades forenses. No obstante esto, definió a su criminalística como una disciplina jurídico-penal. Posteriormente, se la designó con el nombre de “Policía Científica” de Alongui en 1897; “Policía Judiciaria” de Carrara en 1906 y “Policía Judicial” de Nicéforo en 1907. Se popularizó luego el término acuñado por Locard, en 1923, “Policía Técnica” o “Técnica Policial”. Hay autores que citan como precedente el libro de Antonio María Cospi, “Il Giudice Criminalista” en 1643, pero este contenía gran cantidad de omisiones y errores, propios de una etapa pre-científica.

I.3- Corrientes Criminalísticas

De acuerdo a los enfoques particulares del conocimiento criminalístico, Rodríguez Regalado (2006: p. 23-24) reconoce algunas tendencias teóricas o escuelas:

-Escuela Clásica o “Juridicista”: la consideran como ciencia o disciplina subsidiaria del Derecho Penal. A esta corriente, entre otros se puede mencionar a Luis Sandoval Smart, Juventino Montiel Sosa, Masa Márquez, etc.

- Escuela de Investigación Criminal: que la define como parte fundamental de la investigación criminal. Algunos autores que se pueden vincular a este movimiento pueden ser Leopoldo López Gómez, Guillermo Cabanelas, Gisbert Calabuig, etc.

- Escuela Criminológica: argumentan que la Criminalística forma parte subsidiaria de la Criminología, posición sostenida por Sodi Pílares, Palacios Bermudes, Gutiérrez Tibón, etc.

- Escuela Contemporánea o Autónoma: reconoce su calidad autónoma como ciencia Teórico-Applicativa y no como auxiliar o subsidiaria, posición sostenida por Moreno Gonzales, Reyes Calderón, Helwing, etc.

I.4- Definiciones de Criminalística

Desde sus inicios y hasta la actualidad, la Criminalística puede definirse de diversas maneras según cada autor.

Para Montiel Sosa (2003: p. 37) es una "ciencia penal natural que mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología al estudio de las evidencias materiales, descubre y verifica científicamente la existencia de un hecho presuntamente delictuoso y al o a los presuntos responsables aportando las pruebas a los órganos que procuran y administran justicia".

Según el doctor Moreno González (1976: p. 344-345) "Criminalística es la disciplina que aplica fundamentalmente los conocimientos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales en el examen del material sensible significativo relacionado con un presunto hecho delictuoso con el fin de determinar, en auxilio de los órganos encargados de administrar justicia, su existencia, o bien reconstruirlo, o bien señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo".

El CONICET (s/f) la define como "disciplina que aplica conocimientos, métodos y técnicas de investigación científica de las ciencias en el examen del material significativo relacionado con un presunto hecho delictuoso con el fin de determinar, en auxilio de los órganos encargados de administrar justicia, su existencia cierta, reconstruirlo o señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo".

Desde nuestro lugar, podemos agregar entonces que la Criminalística como ciencia, adopta técnicas y estrategias que son provistas por el conocimiento científico, que le permiten establecer las formas de reconstruir situaciones dinámicas que confluyen en los sucesos antijurídicos.

I.5- Principios de la Criminalística.

En la Criminalística, se han establecido siete principios de naturaleza científica, aplicables en su campo de acción y al desarrollo técnico de sus actividades, que no solo hacen que su método sea válido, sino que también la sustentan como ciencia, y que resultan claves para hacer posible el inicio de una investigación.

I.5.a- Principio de Uso y Producción. En los hechos presuntamente delictuosos que se cometen o realizan, se utilizan agentes mecánicos, químicos, físicos o biológicos, y en la utilización de esos agentes (uso), siempre se producen (producción) elementos materiales en gran variedad morfológica y estructural y que representan elementos reconstructores e identificadores.

I.5.b- Principio de Intercambio. Al consumarse el hecho y de acuerdo con las características de su mecanismo se origina un intercambio de indicios entre el autor, la víctima y el lugar de los hechos o, en su caso, entre el autor y el lugar de los hechos.

I.5.c- Principio de Identidad. Es el conjunto de características y/o particularidades, de origen congénito o adquirido, que hacen que una cosa o persona sea ella misma con prescindencia de otra especie.

I.5.d- Principio de Correspondencia de Características. La acción dinámica de los agentes mecánicos vulnerantes sobre determinados cuerpos dejan impresas sus características, reproduciendo la figura de su cara que impacta". Fenómeno que da la base científica para realizar estudios micro y macro comparativos de elementos-problema y elementos-testigos.

I.5.e- Principio de Reconstrucción de Hechos o Fenómenos. El estudio de todos los elementos materiales de prueba asociados al hecho, darán las bases y los elementos para conocer el desarrollo de los fenómenos de un caso concreto y reconstruir el mecanismo del hecho o fenómeno, para acercarse a conocer la verdad del hecho investigado.

I.5.f- Principio de Probabilidad. La reconstrucción de los fenómenos y de ciertos hechos que nos acerquen al conocimiento de la verdad, pueden ser con un bajo, mediano o alto grado de probabilidad o, simplemente, sin ninguna probabilidad. Pero nunca se podrá decir: "esto sucedió exactamente así".

I.5.g- Principio de Certeza. Las identificaciones cualitativas, cuantitativas y comparativas de la mayoría de los agentes vulnerantes que se utilizan e indicios que se produce en la comisión de los hechos, se logran con la utilización de metodología, tecnología y procedimientos adecuados, que dan la certeza de su existencia y de su procedencia.

CAPÍTULO II

DOCUMENTOLOGÍA

II.1- Orígenes de la Documentología

El nacimiento del arte de la escritura se da cuando el hombre primitivo trata de dejar perpetuada su presencia en el mundo, expresada mediante dibujos y diseños. Estos primeros ensayos en el arte fueron la copia de los elementos de la naturaleza.

Los egipcios simplificaron y perfeccionaron las figuras mediante los jeroglíficos, y de estos nacerán los primeros elementos que van a configurar luego el alfabeto. Con el paso del tiempo, todo resulto más complicado por lo difícil de traducir y por darse más oportunidades de ser mal interpretado, debido a la infinita cantidad de signos que se necesitan para expresar ideas y abstracciones. Es por ello que el paso siguiente fue la escritura silábica, llevada a cabo por los fenicios, quienes fueron perfeccionándose hasta llegar al alfabeto caracterizado por sonidos expresados mediante signos convencionales.

Posteriormente, los griegos transformaron el tosco y primitivo alfabeto fenicio en letras más estilizadas, con el agregado de las vocales, que tornan a la escritura precisa y particular. Luego, para facilitar la lectura de “Homero”, llegan los signos de puntuación que amenizan y auxilian la lectura.

Con la expansión de la escritura, también surgieron las múltiples técnicas de adulteración y falsificación, que si bien en un principio eran bastante rudimentarias, fueron evolucionando y perfeccionándose a medida en que lo hacían los métodos para evitarlas (Bonilla, 2005).

II.2- Primeros estudios documentales

El fraude documental es tan antiguo como la escritura. Los investigadores que llevaron a cabo la tarea de descifrar las inscripciones jeroglíficas del país de los faraones, se encontraron a menudo con groseros casos de falsificación que habían pasado de inadvertido hasta el momento. Entre las ruinas y templos de Egipto, los investigadores han encontrado jeroglíficos murales constituidos por expresivas figuras manipuladas en forma astuta por personajes a quienes no les correspondía, en busca de exhibir como propias las hazañas y victorias ajenas, intentando engañar así a sus contemporáneos como a generaciones futuras.

En la historia de antigua Roma también surgen alusiones al fraude gráfico en todas sus modalidades.

La mutilación documental y las distintas formas de alteración gráfica fueron práctica corriente en la antigüedad. Aunque la manipulación de los textos obedecía por ese entonces, y tal como hoy, a fines fraudulentos, también respondía a motivaciones esotéricas y al pensamiento “mágico-religioso” que envolvió durante largo tiempo la expresión gráfica. Los estudiosos del fenómeno llamaron la atención sobre la convicción de muchos pueblos antiguos de que los dibujos y escrituras estaban dotados de “misteriosa actividad” y que otorgaban poderes especiales a quienes los mantuvieran con ellos.

La magia y los ritos religiosos, tal como se sabe, tuvieron gran influencia en la expresión artística y la grafía primigenia. Las runas eslavas –sistema de escritura- de las que derivaron el alfabeto glagolítico o *bukwitzio* y el *wendorúnico* y que los anglosajones, germanos y escandinavos consideraban como “letras de los dioses”, son un típico ejemplo del poder mágico atribuido en ciertas épocas a la escritura.

Para los pueblos primitivos la escritura es una especie de “caja de Pandora”, con contenidos difíciles de entender, y de misteriosos y mágicos poderes.

Para los chinos y egipcios los grafismos eran más que un simple instrumento de comunicación. Creían que los jeroglíficos, cuadros y obras de arte eran activos por si solos, aun antes de ser leídos o apreciados, y que ejercían real influencia sobre personas y acontecimientos; aquello llevó a la costumbre de sacar los ojos a las estatuas y relieves de los enemigos para reducirlos a la impotencia, y a borrar las efigies de reyes y personajes no gratos, con la intención de destruirlos.

Las frecuentes mutilaciones y enmiendas de textos legales y religiosos, de esculturas y obras pictóricas, cualquiera que fuera su motivación, determinaron la adopción de específicas medidas preventivas. Fue de ese modo como en antiquísimos textos religiosos, jurídicos y económicos empezaron a introducirse advertencias implacables y frases intimidantes destinadas a proteger su integridad. En sellos hititas calendados hacia el segundo milenio antes de nuestra era, por ejemplo, se consignaban terribles maldiciones para quienes intentaran modificar sus términos, estas advertencias eran realmente aterradoras.

Respecto a las primeras publicaciones acerca del peritaje documental, y tal como ya se describió, el problema del fraude gráfico ya desde hace siglos venía preocupando a todos los pueblos civilizados, por lo que era preciso perfeccionar técnicas y procedimientos que permitieran hacerle frente, para descubrir con oportunidad y certeza el hecho mismo de la falsificación y desenmascarar a su autor o autores. Ya el estudio de los fenómenos grafo-escriturales despertaba inquietudes y aunque se había avanzado muy poco en el tema, se contaba con un interesante línea investigativa.

En 1666, y con reedición en 1673, aparece en París la importante obra de Jacques Ravenau “*Traité des inscriptions en faux*”, empleado por el Parlamento y las demás jurisdicciones para la verificación de escrituras y firmas. El trabajo estaba dedicado a “*Monseigneur De Lamoignon, Premier President*”, como un libro para ayudarle en las “justas intenciones” que alberga de castigar a los culpables y absolver a los inocentes, distinguiendo lo falso de lo auténtico. Su propio autor aludía que la obra era fruto de sus años de experiencia en la profesión. En tal obra se consignan enseñanzas de carácter metodológico para la labor comparativa y se da importancia al análisis de los trazos y a la apreciación de la antigüedad de los manuscritos.

En 1681 aparece la obra trascendental de Jean Mabillon “*De re Diplomatica*” considerada pionera de las ciencias diplomáticas y paleográficas, escrito de réplica al editado seis años antes por el jesuita Daniel Pepebroch, en el que tachaba de falsos a numerosos manuscritos de los siglos XI y XII de la Abadía de San Dionisio de París. Por la misma época se publicaron el “*Traité contenant la manière de procéder á toutes vérifications d’écritures contestés en Justice*” de Blegny en 1699 y el “*Tratado de comparación de escrituras*”, de Boutigny en 1704.

En 1761 Jean Vallain publica el “*Tratado de la prueba por comparación de escrituras*”, y en 1770 aparece D’Autrepe con sus “*Apuntes sobre verificación de escrituras argüidas de falsas*” (Velásquez Posada, 2004).

En los múltiples tratados de identificación de escritura manuscrita los autores han enunciado normas y postulados sobre la forma de escribir y han expuesto las razones por las cuales se adquieren los hábitos escriturales.

Por ello cabe resaltar a Pellat con su obra “*Les lois de l’Écriture*”. El postulado general o principio fundamental del mismo expresa que las leyes de la escritura no depende de los

alfabetos utilizados, por lo que el grafismo es individual e inconfundible, así como la manera de hablar o de moverse, la forma de expresarse es particular de cada individuo e independiente del sistema usado para llevarlo a cabo, sea con caracteres griegos, chinos, árabes, entre otros.

Silveyra (2007: p. 50-51) en su obra, recopiló e hizo mención acerca de los principios o leyes de la escritura del Dr. Edmond Solange Pellat:

Primera Ley: “el gesto gráfico está sometido a la influencia inmediata del cerebro. Su forma no es modificada por el órgano escritor, si éste funciona normalmente y se encuentra suficientemente adaptado a su función”.

Segunda Ley: “cuando se escribe, el yo está en acción, pero el sentimiento casi inconsciente de que el yo obra, pasa por alternativas continuas de intensidad y de debilidad. Está en su máxima intensidad donde existe un esfuerzo a realizar, esto es, en los inicios; y en su mínima, donde el movimiento escritural está secundado por el impulso adquirido, esto es en los finales”.

Tercera Ley: “no se puede modificar voluntariamente, en un momento dado, la escritura natural, sino introduciendo en el trazado la propia marca del esfuerzo que se hizo para obtener la modificación”.

Cuarta Ley: “el escritor que actúa en circunstancia en que el acto de escribir es particularmente difícil, traza instintivamente formas de letras que le son más habituales o más simples, de esquema más fácil de ser construido”.

A pesar de que los estudios de los precursores fueron expresados de diferentes maneras, y en diferentes momentos, coinciden en el punto universal de que toda persona posee una escritura propia e inconfundible, que la hace diferente de las demás, y que hoy resulta ser un fundamento científico primordial a la hora de realizar un estudio de autoría gráfica.

Es entonces en estos casos que la tarea recae en distinguir si la escritura de una persona que se encuentra sujeta a cambios temporales o permanentes, se corresponden con modificaciones naturales o accidentales, o si se está frente a manipulaciones fraudulentas.

Según la clasificación de Velásquez Posada (2004: p. 151-152), las manipulaciones pueden afectar:

-El “animus”: es decir que afectan de manera exclusiva el contenido ideal o informativo de la pieza. Mudan el mensaje sin afectar para nada la objetividad material o corpus del documento. Por entrañar un cambio en la función declarativa o representativa del escrito muy frecuentemente constituyen falsedad, conocida con el nombre de ideológica, o inmaterial, que solo es comisible en el momento mismo de crear el documento.

-El “corpus”, son las que afectan de alguna manera la materialidad misma del escrito, su infraestructura fisicoquímica y/o gráfica, vale decir, sus elementos emblemáticos o alegóricos (imágenes, signos, letras, cifras), su sustrato material (tinta, grafito, etc) o bien el soporte físico de los signos (papel, pergamino, madera, etc). Estas maniobras pueden afectar o no el animus del documento, falsear o no el escrito.

Las manipulaciones del corpus documental pueden ser manipulaciones gráficas o grafonómicas, o bien manipulaciones fisicoquímicas.

Por otra parte, Val Latierro (1963: p. 65) propone la siguiente clasificación:

-Manipulaciones naturales: debe entenderse a aquellas cuya obra no fue premeditada por el escribiente.

-Modificaciones fraudulentas: son aquellas en las que el autor buscaba realizar esa modificación a su grafía "normal", recurriendo para tal fin a alguna de las maniobras como ser falsificaciones simples, por imitación, por asimilación o por disimulo.

II.3- Documentología o Documentoscopia

Existe una especie de dualidad al momento de plantearse si el término correcto es Documentología o Documentoscopia, pero los dos vocablos de formación híbrida, del latín *documentus* y del griego *copain* y *logus* fueron sugeridos para designar la especialidad en sustitución de otros de aceptación restricta o errónea, por lo tanto se justifican ambos plenamente. Por ello, en su manual, Del Picchia, Del Picchia y Del Picchia (2006: p. 39) definen a Documentología o Documentoscopia como: “la disciplina relativa a la aplicación práctica y metódica de los conocimientos, objetivando verificar la autenticidad o determinar la autoría de los documentos”.

Por su parte, Montiel Sosa (2003: p. 45) solo define Documentoscopia: “Aplica los conocimientos, métodos y técnicas, con objeto de estudiar y establecer la autenticidad o falsedad de todo tipo de documentos con escrituras cursivas, de molde, mecanografiadas o de imprenta, haciendo probable la identificación de los falsarios”.

“El objetivo inmediato de la Documentología es la identificación del escrito como un todo, la comprobación de los elementos que lo constituyen y la reconstrucción de sus procesos de producción y transformación” (Velásquez Posada, 2004, p.83-84).

La Documentología abarca el examen sistemático del documento, dentro de ello y acorde a la parte que nos compete en este caso, las *producciones manuscritas en soporte de papel, efectuadas con tinta de bolígrafo*. En ellas se integraría el estudio tanto de textos como de firmas, y la naturaleza de los documentos donde se plasman las citadas producciones, es de lo más variada en la cotidianeidad, abarcando desde el anónimo con amenazas, hasta la firma en la escritura notarial, pasando por la escritura y firma que cumplimenta el cheque, la firma del acepto de la letra de cambio, los textos de las recetas de psicotrópicos, entre otros.

CAPÍTULO III

DOCUMENTO Y GENERALIDADES DEL PAPEL

III.1- Documento.

Para Roldan (2001: p. 113) en un sentido amplio, “documento es una entidad física, simple y compuesta, idónea para recibir y transmitir la representación descriptiva, emblemática o fonética de una determinada realidad relevante en el plano jurídico, o bien el objeto material en el cual se ha asentado mediante signos convencionales, una expresión de contenido intelectual”. Asimismo, Roldan (2001: p. 113) refiere que en un sentido estricto: “documento es el recipiente, soporte o envase en el que se vierten por escrito manifestaciones o declaraciones”.

III.2- Tipos de Documento

En cuanto a los tipos de documentos que existen, Roldan (2001: p. 113) reconoce que se dividen en dos: Documentos Privados y Documentos Públicos.

-*Documento Privado* es aquél en donde las partes intervinientes lo otorgan privadamente, sin que medie intervención de un funcionario público.

-*Documento Público*, es aquel otorgado con las formalidades requeridas por la ley en presencia de un oficial público quien otorga al acto seriedad y seguridad jurídica.

III.3- Definición de Papel

Desde que el hombre ha procurado documentar sus pensamientos mediante símbolos escritos de expresión, ha sido importante la presencia de un medio sobre el cual pudiera colocar las notaciones simbólicas. En su búsqueda por encontrar una superficie sobre la cual grabar la experiencia humana, ha utilizado elementos tales como paredes de cavernas, placas de piedra, pieles de animales y cortezas de árboles, entre diversos tipos de soportes.

A medida que la capacidad de autoexpresión se desarrolló, necesariamente también lo hicieron nuevos y mejores medios de grabación de la palabra escrita. Todo lo expresado condujo a la actual industria de fabricación del papel, extremadamente sofisticada por cierto y pendiente de las demandas del mercado moderno; ello incluye toda la línea de papeles para negocios y uso personal.

Para la Real Academia de la Lengua Española papel, del latín *papȳrus*= “papiro”, y este del griego *pápyros*, se define como “hoja delgada hecha con pasta de fibras vegetales obtenidas de trapos, madera, paja, etc., molidas, blanqueadas y desleídas en agua, que se hace secar y endurecer por procedimientos especiales”.

En nuestro caso, como definición adoptamos la que afirman Capello, Gobbi, Guatelli, Palacios, Pérez Roller, Poggio de Palacios y González Rossi (1983: p. 19-20): “el papel es un producto artificial que se presenta en láminas flexibles, de tenacidad variable según su uso, constituido por fibras celulósicas o lignocelulósicas, o mezclas de ambas, que se mantienen entrecruzadas o aglutinadas entre sí y cuya superficie puede dejarse absorbente (papel para diarios, servilletas, papel higiénico, facial, etc); hacerse apto para impresiones (papeles de diversos tipos, para escribir, etc), o prepararse para otros usos (papel para embalar, papel corrugado, par envoltorios diversos, etc)”.

III.4- Fabricación del papel

III.4.a- Materia prima. La mayoría de las fibras utilizadas en la fabricación de pastas celulósicas y papel pertenecen al reino vegetal. Actualmente, tienen mayor importancia económica las fibras del grupo de las dicotiledóneas coníferas arbóreas (Angiospermas) también conocidas por Latifoliadas (porosas, duras o “Hardwood”) y de las coníferas (Gymnospermas) o resinosas (no porosa, blandas o “softwood”).

La mayoría de las fibras provienen del tronco de los árboles (parte leñosa), pero también pueden extraerse de las hojas como en el caso del sisal o de los frutos como por ejemplo el almidón. Para fines especiales se usan todavía fibras de origen mineral, animal y sintético separadamente o en conjunto con las de origen vegetal. la tabla siguiente, muestra la clasificación de fibras que pueden ser utilizadas como materia prima en la fabricación del papel.

Para la elección de la materia prima utilizada en la fabricación de papel se deben considerar algunos factores como ser la calidad que se desea obtener en el producto final, costo para la obtención del producto final y disponibilidad regional de la materia prima a corto o largo plazo.

En casi 95% de los casos, el papel es fabricado con *fibras* que provienen de la *madera*. Por procesos especiales, se separan los componentes anatómicos de la madera, que darán origen a la

pulpa. Estas fibras de celulosa sufren varios tratamientos para aumentar la resistencia y flexibilidad, y son nuevamente unidas en la forma de hojas de papel.

Las fibras que constituyen la madera se clasifican en:

-De fibra larga: longitud entre 2 a 4 mm, denominadas a veces “maderas blandas”. Este tipo de fibra se encuentra en las coníferas o árboles siempre verdes.

-De fibra corta: longitud entre 0,8 a 2 mm., denominadas “maderas duras”. Este tipo de fibra se encuentra en árboles de hoja ancha.

III.4.b- Obtención de Pastas. Para transformar la madera en papel es necesario, en primer lugar, separar las fibras:

-*Pasta Mecánica*: su fibra, mecánicamente separada, contiene muchos de los componentes químicos de la madera, incluyendo lignina, hemicelulosas, resinas y otros, pero puede procesarse, sin tratamiento separativo o extractivo alguno. Este tipo de pasta resulta de elección para cartones y papeles que no exigen gran resistencia mecánica, como ser papeles tissue para servilletas, papel higiénico, toallas, etc., además de ser poco apta para formar la hoja de papel, en efecto se vuelve quebradiza, por lo que no se emplea nunca sola sino como material adicional, incorporándola en variadas proporciones a pastas más purificadas.

-*Pasta Química*: la fibra es separada mecánicamente y sometida a tratamiento químico para eliminar sustancias no celulósicas (incrustantes y otras). Este tipo de pasta contiene fibras blandas, esponjosas, y puede transformarse en papel sin agregado de material alguno (excepto el “encolado” y la “carga”). Se emplea para papeles de buena calidad y según el tipo de papel a obtener, se utilizan mezclas en variable proporción de ambas pastas.

-*Pasta Semiquímica*: son pastas obtenidas mediante proceso termo-químico-mecánico. Este proceso combina la acción de reactivos químicos con medios mecánicos para separar la celulosa de los demás componentes de la madera. Estas pulpas reúnen un conjunto de atributos que les permite ser utilizadas en la producción de papel periódico, cartulina, papeles tissue, celulosa fluff para pañales y algunos tipos de papeles de impresión y escritura.

III.4.c- Proceso de Fabricación.

-*Pasta Mecánica*:

a) Preparación de la madera. La preparación de la madera comprende el trozado y el descortezado. El trozado consiste en seccionar troncos en segmentos de 60 cm. La separación de la corteza puede obtenerse mediante “cuchillas”, en “tambor giratorio” o a “presión de agua”.

b) Molido. Los trozos de madera son presionados contra un cilindro de piedra recubierto con una sustancia abrasiva, el cual gira a gran velocidad, actuando como una lima. La fricción del cilindro contra los trozos de madera produce el aumento de la temperatura, que permite separar las fibras.

c) Cribado. El material molido pasa a un tamiz separador de astillas colocado sobre un foso, y a continuación, la pasta es cribada para separar el material grueso que es derivado a un refinador.

d) Depurado. El material del refinador pasa a los depuradores donde se mezcla con el molino fino proveniente del cribado.

e) Espesado. La fibra decantada pasa a un prensapastas en el cual se obtiene el material lignocelulósico con un 60% de agua (40% de pasta seca).

f) Dsecado. El agua de los desecadores se recupera e ingresa nuevamente a los molinos, se filtra previamente (proceso que utiliza mucha energía). Actualmente la madera se reduce a chips que luego pasan por refinadores a discos. Esto no daña la fibra, por lo que las pastas son más resistentes.

-Pasta Química:

a) Preparación de la madera. Los troncos descortezados son transformados en astillas (chips), las cuales luego de ser acopiadas para su homogenización en grandes pilas, pasan a continuación por un proceso de clasificación por tamaño.

b) Cocción. Las astillas procedentes de la pila de acopio son conducidas hacia la tolva de astillas, donde son impregnadas con vapor de agua para eliminar su contenido de aire. Para asegurar una mayor uniformidad de la cocción en el digestor, las astillas pasan por un tanque a alta presión donde son pre-impregnadas con Licor Blanco.

La pasta de celulosa que sale del digestor es lavada y clasificada a través de varios filtros.

La pasta filtrada y lavada por segunda vez constituye lo que se denomina celulosa cruda o celulosa sin blanquear, en la forma de una suspensión de fibras en agua. Esta pasta de celulosa tiene aún un contenido importante de lignina, que le da una tonalidad de color café. La celulosa cruda es el principal insumo en la producción de los papeles y cartones de color café que se usan para embalaje o para producir envases como los sacos, saquitos y cajas de cartón corrugado.

c) Blanqueo. Es necesario someter a la pulpa química a un tratamiento con productos químicos en orden a extraer el remanente de lignina, resinas, iones metálicos y otras sustancias que podrían afectar el proceso de producción del papel.

Diferentes productos químicos, como el dióxido de cloro, el oxígeno y el peróxido de hidrógeno (H₂O₂-agua oxigenada) son agregados en forma secuencial a la pasta de celulosa para blanquearla extrayéndole la lignina.

d) Secado y Embalado. La pasta procedente de la planta de blanqueo es preparada para su secado. Este equipo es accionado por varios rodillos que sacan el agua de la pasta por gravedad y cajas de succión conectadas a bombas de vacío, dándole la forma de una lámina.

Esta lámina pasa por la unidad cortadora, que la deja en forma de pliegos, los que se apilan, se prensan y se embalan.

-Pasta Semiquímica:

Este proceso combina la acción de reactivos químicos con medios mecánicos para separar la celulosa de los demás componentes de la madera. Las astillas son impregnadas con una solución de Sulfato de Sodio (Na₂SO₄), para ayudar a la separación de las fibras en la batería de refinadores. Así es posible remover los extractivos de la madera y abrir la estructura de las astillas a la impregnación, permitiéndoles expandirse en la solución de Na₂CO₃. El rendimiento de este proceso es levemente inferior a los anteriores 90% a 95%. La incorporación de una etapa de blanqueo con Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂) permite mejorar la blancura.

Estas pulpas son utilizadas en la producción de papel periódico, cartulina, papeles tissue, celulosa fluff para pañales y algunos tipos de papeles de impresión y escritura.

III.5- Tipos de Papel

Bonilla (2000: p. 53-57) analiza diferentes variedades de papel, que se pueden reducir a las siguientes:

-Papel Biblia: elaborado a partir de celulosa de materias textiles (trapos). Es un papel muy liviano (solo 18 gr/m²) pero opaco y especialmente indicado para impresiones de alta calidad.

-Papel base carbónico: de pasta al sulfito. Liviano (de 10 a 20g/m²) y de fibras largas que lo hacen particularmente resistentes.

-Papel tissue: es un papel muy absorbente. Se usa en la fabricación de papel higiénico y servilletas. Procede de una mezcla de pasta mecánica (un 70%) y fibra largas que le dan un mínimo de consistencia, pero se podría deshacer fácilmente con el uso. Su gramaje oscila entre los 20 y los 30 gr/m².

-Papel manifold: también se lo conoce como papel avión. Es especialmente adecuado para la correspondencia. Transparente, liviano (25gr/m²) y resistente. Constituido por fibras largas y refinadas.

-Papel calco: un papel de 30gr/m², transparente y muy resistente. Obtenidos de pastas al sulfito.

-Papel manteca: utilizado en el empaque de alimentos. Transparente. De gramaje comprendido entre los 30 y 40 gr/m².

-Papel pergamino vegetal: de gramaje mayor que los anteriores (40 a 50 gr/m²). Tratado con ácido sulfúrico. Transparente y de brillo muy peculiar.

-Papel periódico: obtenido de pasta mecánica en un 80% de fibras largas opaco y de muy buenas propiedades higroscópicas. Encolado bajo. Las fibras largas le imprimen resistencias a la tracción, necesaria para los procesos de impresión en rotativas.

-Papel obra 1^a: papel preparado con pasta de fibra cortas y largas. Blancos, de buena opacidad, alisado y satinado. Especialmente apto para los trabajos de impresión de libros, revistas y similar, para la escritura a máquina y para impresoras de PC. Su gramaje oscila entre 50 y 120 gr/m². En los gramajes más altos se le recomienda especialmente para las máquinas fotocopadoras.

-Papel obra 2^a: utilizado para la escritura, como el anterior, pero de menores prestaciones. Su empleo es casi siempre como papel borrador. No tiene la blancura, opacidad y satinado del papel obra de primer descrito en el literal precedente. De gramaje comprendido entre los 50 y 60 gr/m².

-Papel de rotograbado: muy blanco, opaco, alisado o satinado uniforme, estable y resistente. De encolado bajo. Utilizado en trabajos de impresión en rotativas. Obtenido a partir de una mezcla de pastas: 75% mecánica y 25% sulfito. Gramaje comprendido entre 60 y 120 gr/m².

-Papel afiche: muy utilizado en trabajos publicitarios. De 50 a 100 gr/m². Fabricado con fibras largas caolín y encolantes.

-Papel para volantes: un papel de 50 gr/m², obtenido a partir de pasta mecánica, semiquímica y recortes. De inferior calidad al anterior. Utilizado a la elaboración de volantes y documentos similares.

-Papel símil manila: de alto gramaje (80 a 200 gr/m²) y muy resistente.

-Papel ilustración: de color blanco puro, azulado o en tonos. Algunos tienen colores diferentes en sus 2 superficies. Brillantes satinados. De 80 a 140 gr/m². Es un papel obra de primera, tratado con caolín y otros aditivos minerales que le dan su típica apariencia. Se le emplea mucho en libros para ilustraciones a color y en portadas de revistas de calidad. Es de mejor calidad y de gramaje superior a la símil ilustración que a menudo lo sustituye por razones de coste.

-Papel kraft: un papel de fibras muy largas, bastante resistente e ideal para la confección de bolsas y envoltura. De gramaje comprendidos entre los 60 y 120 gr/m².

-Papel de embalaje: fabricado a partir de pasta semiquímica y recortes. De características y uso similares al kraft, aunque menos resistente.

-Papel sulfito: de pasta al sulfito y fibras largas. Como el anterior, se le emplea en envolturas y cubiertas. De 40 a 60 gr/m².

-Papel para cigarrillos: obtenidos de pasta química de cáñamo y lino. Inodoro e insípido. No produce residuos tóxicos. De 24 gr/m².

III.6- Análisis del Papel

La mayor parte de las características asociadas con el papel normalmente no pueden ser detectadas a simple vista. El valor de esta evidencia recae generalmente dentro de dos categorías de análisis bien definidas por Caro, Aversa, Cerolini y Doro (2007: p. 190-194):

III.6.a-Análisis Físicos. Son los que comúnmente pueden ser observados a simple vista y/o con aumentos, y verificadas de manera no destructiva como:

-Examen visual a la luz solar;

-Examen bajo lupa y microscopio bajo iluminación adecuada;

-Medida del gramaje: el gramaje se expresa en g/m^2 y se determina mediante balanza, pesando un dm^2 . Este valor define el tipo de papel: entre 7,50 y 180 corresponde a papeles, de 180 a 400 a cartulinas, y mayor de 400 a cartones;

-Medida de espesor medio (con micrómetro de $A=0,01\text{mm}$);

-Marcas de agua;

-Calidad;

-Tipo;

-Resistencia a la tracción: la resistencia a la tracción determina la fuerza necesaria para provocar la ruptura de una franja o tira de papel, y se expresa como la longitud en metros que debe tener una tira de papel para romperse por su propio peso;

-Resistencia a la explosión: la resistencia a la explosión refiere a la presión necesaria para provocar el estallido de una muestra colocada en un diafragma circular. Este valor está en función de la longitud de la fibra, el refine, el encolado y se expresa en kg/cm .

-Cualidades: color, blancura, matices, satinado, opacidad, permeabilidad, rigidez, suavidad, rendimiento de la superficie, resistencia a la absorción de líquidos, texturas, fluorescencia, brillo.

III.6.b-Análisis Químicos. Refieren a los aditivos que se colocan en el proceso de fabricación de la hoja para crear un cierto efecto. Estos materiales proveen una gran información respecto a la antigüedad de la hoja.

a. Análisis del encolado.

1. Determinación de almidón.

2. Determinación de cola (o gelatina) animal.

3. Determinación de la resina (colofonia).

4. Determinación de caseína.

5. Determinación de agregados plásticos (resinas naturales o sintéticas, resinas de poliamidas).

b. Análisis de lignina (presente en papeles fabricados con pasta mecánica de madera u otras fibras lignificadas como paja no blanqueada).

c. Análisis de colorantes.

d. Análisis de fibras.

1. Reactivo de Herzberg.

2. Reactivo de Sutermeister.

3. Reactivo “C” de Graff.

e. Análisis de minerales (que constituyen la “carga”).

III.7- Tamaños métricos de papel según normas DIN 476 e ISO 216.

En surgimiento de los tamaños de papel o tamaños “métricos” de papel, según normas DIN o ISO, se dio en Alemania en el año 1922.

Las siglas DIN corresponden al Instituto de Normalización Alemán (Deutsches Institut für Normung). Posteriormente, esa estandarización pasó a estar tutelada por la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization) en su Norma 216 (de 1975).

Estos tamaños “métricos” (metric sizes) estandarizados están divididos en series, cada una de las cuales está pensada para un uso concreto que determina sus proporciones.

En la actualidad hay varias series ISO:

– Series A y B. Son el núcleo del sistema ISO y de ellas, la serie A es la principal. Su uso es como papel de escritorio genérico (fotocopias, escritura, dibujo). Aunque el formato más usado de esta serie es el A4, la serie se basa en el formato A0, que equivale a un metro cuadrado de papel. La idea básica y característica de esta serie es que todos sus tamaños siguen una proporción muy característica: su lado más largo es el lado más corto multiplicado por la raíz cuadrada de 2. Cada formato equivale a la mitad del tamaño superior o al doble del tamaño inferior (si doblamos por la mitad más larga un A4, obtenemos un A5, por ejemplo)

El formato de papel B (DIN B o ISO B) se definió para obtener tamaños intermedios entre los definidos en la serie A, cuyos tamaños son a veces demasiado grandes o pequeños para algunos usos.

– Series RA y SRA. Son papeles en hoja de tamaño levemente mayor a la serie más común (la A). Su uso principal es como papel para máquinas de imprenta (el exceso de tamaño proporciona un leve margen para las sangres y las pinzas).

– Diversos formatos para sobres ISO (serie C y otros). Son formatos de sobres ideados para usar con las series A y B, y con otros sobres.

CAPÍTULO IV

ÚTILES DE ESCRITURA MANUAL

IV.1- Definición

Los útiles de escritura manual, según Ezcurra Gondra y Grávalos (2010: p. 31) se pueden definir como: “los elementos que crean el mensaje sobre la superficie”. En las escrituras manuales con tinta, el útil tendrá forma de caña, pincel, pluma de ave, pluma de metal, estilográfica o bolígrafo. Para la escritura sin tinta, va a tratarse de martillo y cincel, pero sobre todo del stylus, estilo o punzón, tanto sobre metal y madera, tanto como en arcilla.

IV.2- Tipos de Útiles de Escritura Manual

Ezcurra Gondra y Grávalos (2010: p. 72) hacen principal hincapié en aquellos útiles de escritura manual de uso más común, toda vez que el mayor porcentaje de casos que se presentan a expertos forenses, tratan de escritos de épocas cercanas al tiempo de producido el escrito.

En el caso del presente trabajo, haremos una descripción general de los útiles mencionados por Ezcurra Gondra y Grávalos (2010) sin incluir bolígrafos y sus tintas, ya que luego, en capítulo VI se ahondará en detalles acerca de estos útiles, características y sus tintas.

Clasificación:

Lápices de grafito. Son instrumentos de escritura manual que depositan sobre el soporte una mezcla de grafito y arcilla encerrada en forma de mina o varilla dentro de un cilindro o prisma, generalmente de madera o cualquier otro material.

En 1564 se descubre el primer yacimiento de grafito en Inglaterra que se usa primeramente para marcar ovejas, posteriormente se recubre el grafito para evitar su fragmentación. Había nacido así el lapicero.

En 1665 se tuvo a idea de ahuecar un palillo de madera de enebro e insertar el grafito dentro. Con posterioridad se optó por crear un soporte en dos cuerpos separados, luego coloca el grafito en medio y finalmente unir ambas mitades.

En 1795 se descubrió el método para combinar grafito y arcilla para formar una mezcla que luego sería horneada, y dependiendo de la reacción de estos materiales, el lápiz sería más blando o duro, y también habría variaciones en la oscuridad del trazo.

Las características de sus trazos se dan al deslizar un lápiz de grafito sobre una superficie cualquiera, la punta del lápiz se va erosionando por rozamiento y por tanto el grafito se va transfiriendo al soporte, que si se trata de papel queda entre sus fibras, ya que el grafito no puede penetrar en ella como lo hace la tinta.

Observando el trazo a microscopio, se observa que no existe una línea sólida, sino que varía en intensidad y color.

Otra característica es que el trazo presenta estrías que permiten estudiar el sentido del trazo.

Plumas fuente, estilográficas. La parte más importante es el plumín o plumilla, ya que es la que confiere a la escritura sus características idiosincrásicas. Estas formadas por gavilanes, que en función de su grosor pueden ser extrafinos, finos, medios, gruesos, oblicuos, etc.

La primera pluma de acero patentada se construyó en 1803.

En 1883 se patentó un sistema estable y fiable, consistente en la primera pluma estilográfica con depósito de tinta (pluma fuente).

En 1954 se crearon las primeras plumas que usaban cartuchos de tinta fabricados en plástico.

Las características de la escritura con pluma se dan ya que el trazo producido por una pluma se condiciona por dos factores principales, que serían la tinta utilizada y el punto metálico que la deposita sobre el papel.

Por tratarse de una tinta acuosa, la cobertura de las fibras del papel será insuficiente y estas absorberán con facilidad la tinta; y debido a que no se trata de tinta de secado rápido el trazo puede “correrse” y la escritura emborronarse al pasar la mano sobre lo ya escrito.

Rotuladores o marcadores. Los rotuladores de punta de fieltro están constituidos por fibras naturales o artificiales impregnadas de una tinta que puede tener muy diferentes formas y cuya anchura puede alcanzar hasta 2,5 cm.

El acceso de la tinta desde el reservorio hacia la punta se produce por la propia gravedad y la capilaridad del material que lo constituye.

La versión más generalizada es que el rotulador fue comercializado en 1963 y consistía en un cilindro colocado dentro de un tubo que sobresalía una punta.

El cilindro estaba compuesto por fibras plásticas muy finas pegadas entre si, al parecer sus inventores buscaban un útil de uso sencillo que produjese escritura similar a un pincel.

Las primeras versiones de este tipo de instrumento se servían del bambú, poroso para su punta, las posteriores, de fieltro, y más tarde, de fibra de nylon o plástico.

Los primeros rotuladores podían ser desechables o recargables. A estos últimos se les cambiaba el depósito de tinta cuando estaba agotada, pero la vida de la punta se limitaba a un periodo de entre tres y seis recargas debido al desgaste que sufría con el uso que le hacía ir perdiendo rigidez.

Por tratarse de un útil de punta generalmente ancha y homogénea el trazo suele ser amplio y uniforme, con una cobertura de las fibras de papel plana, sin claros-oscuros. Ahora bien, cuando la punta no es perfectamente homogénea sus irregularidades se transmiten al trazo.

Debido a que la tinta tiene una base acuosa se encontrara “sangrado” en los perímetros del trazo.

Roller ball. Estos útiles tienen una bola en la punta igual que los bolígrafos (Ballpoint Pen), aunque mucho más pequeñas que la de estos, pero utilizan una tinta acuosa de similar composición a la de las plumas fuentes o la de los rotuladores, que se almacena en un depósito poroso. Genéricamente se define el roller ball como un instrumento escritural con punta de bola y tinta acuosa.

Aparecieron al principio del año 1966, combinando las características de los bolígrafos y las de los útiles de punta de fibra.

Como característica de su trazo puede decirse que, el trazo generado es homogéneo sin estrías ni acumulaciones, semejantes al de los instrumentos de punta porosa ya que su punta es una bola giratoria pero su tinta es fluida. Solo cuando haya desgaste del mecanismo de la punta, se presentarán defectos.

Instrumentos con tinta gel. Estos útiles son una variante de los roller ball. Su tinta también es de base acuosa pero sus particulares características hacen que merezcan un estudio aparte.

Presentan las mismas partes que tiene un bolígrafo, es decir, consiste en una punta formada por una bola con su contenedor o alojamiento, un tubo que hace las veces de reservorio con un tapón de aceite en el extremo opuesto al de la punta del instrumento y un tubo externo con capuchón, a veces llevan una pequeña goma para agarrar mejor el útil.

La medida de la bola y la fecha de producción están impresos en el depósito de la tinta y pueden verse sin dificultad.

Fueron patentados por la firma Sakura Color Product Corp. (Osaka, Japan) compañía que informa que tras años de investigación, llegaron a la traducción en 1982 de Pigma, la primera tinta con pigmentos de base acuosa. Estas revolucionarias tintas Pigma dieron lugar al primer “gelly roll pen” (nombre con el que fue comercializado) en 1984. En USA no se introdujo hasta 1998.

Una característica de su trazo es que como la tinta de estos útiles se seca en su mayor parte al tomar contacto con la superficie de papel, las fibras adyacentes no llegan a impregnarse.

En los que son de mala calidad, debido a que precisaran un mayor tiempo de secado, puede aparecer un embadurnamiento, que nos dará la dirección del movimiento de la mano. La densidad, el brillo y los papeles de alta calidad con menos rugosidad retrasan el secado de la tinta y, por lo tanto, aumentan la posibilidad de embadurnamiento.

Es frecuente encontrar fragmentos faltos de entintamientos, porque el ángulo de agarre es extremo y otras porque la tinta queda acumulada en la bolita.

IV.3- Tintas

Capello y otros (1983: p.100) indican que: “el otro gran componente de un documento es aquel que constituye realmente la escritura: el pigmento. Este conforma los rasgos convencionales (letras, números y signos) que el hombre aplica sobre el papel mediante artificios tan simples como un lápiz, y otros tan complejos como las modernas máquinas de escribir, pasando por bolígrafos, lapiceras de fibra, etc.”.

A su vez, en forma muy general, hacen una breve división de estos “pigmentos escriturales” en dos grandes grupos: los lápices y las tintas. Mientras que los primeros son de escaso interés para la investigación, ya que no suelen estar involucrados en la confección de documentos, las tintas adquieren importancia. Es por ello que el estudio de su conformación y la forma en que los distintos constituyentes reaccionan con el soporte de escritura ha sido relevante desde sus comienzos.

Las primeras tintas estaban constituidas por negro de humo disuelto en goma arábiga; es la fórmula que hoy sirve para fabricar la tinta china. Hasta la Segunda Guerra Mundial, la mayoría de las tintas contenían extractos naturales de origen vegetal o animal; desde esa época ya no se hallan más que tintas a base de componentes sintéticos, ya que con el descubrimiento de la anilina en 1856, se ha podido sintetizar una infinidad de colorantes que no existen, en su mayoría, en estado natural.

IV.4- Diferentes Definiciones

Las tintas también tienen diferentes definiciones según lo que considera cada autor, en este caso se enumeran las siguientes:

Según Bonilla (2000: p.67) tinta se define como: “líquido o color que sirve para escribir; o bien también, color que tiñe”.

Velázquez Posadas (2004: p.338): citando a Serrano García la describe como: “líquido coloreado, y en un sentido amplio incluso incoloro, con el cual, al escribir, se producen trazos visibles o que puede serlo mediante procedimientos físicos o químicos”.

Capello y otros (1983: p.100): “las tintas son líquidos coloreados, que al ser dispuestos sobre el papel deja por evaporación del solvente y/o por reacciones químicas de sus componentes, residuos de color, intensidad y perennidad tales que las hacen aptas para la ejecución de escrituras. Estas incluyen productos que van desde líquidos muy líquidos hasta otras casi pastosas como la de impresión”.

Guzmán (2003: p. 177) define a las tintas como “una materia compleja, más o menos consistente y diversamente coloreada, utilizada para escribir o imprimir”.

IV.5- Clases de Tintas

Ezcurra Gondra y Grávalos (2010: p. 101) realizan una distinción y/o clasificación entre las tintas de los diferentes útiles de escritura manual:

Tintas de Pluma. Las primeras utilizadas por las plumas fuentes se dividían en 2 grandes grupos.

1. Ferrogalotánicas. Son soluciones acuosas de sales de hierro con ácido galotánico. El color de los trazos realizados con estas tintas se debe a la oxidación del hierro en contacto con el aire. El hecho de que esté presente ese ácido hace que su pH sea inferior a 7, lo cual acaba erosionando el papel con el paso del tiempo.

Además de la ferrogalotánicas, existen otros tipos de tintas:

.Campeche: tienen un colorante llamado hematoxilina, extraído del árbol Campeche. En 1847 se mezclaba con cromato potásico. En 1857 llevaban alumbre, sulfato de cobre y Campeche. Hay también tintas con dicromato potásico y Campeche con ácido clorhídrico para evitar precipitaciones y fenol como conservador. Estas tintas pertenecen al tiempo pasado.

.Nigrosina: aparecieron en 1867, constituidas por una solución acuosa de un compuesto sintético que se prepara oxidando la anilina con nitrobenzénico en presencia de cloruro férrico, 180°C. La nigrosina también es llamada insulina o anilina negra.

.Anilina: son soluciones acuosas de colorantes orgánicos sintéticos, adicionada de productos conservadores y fluidificantes. Son fluidas y de un pH neutro, pero los escritos empalidecen con el tiempo. Los colorantes utilizados pueden ser: básicos (colores brillantes pero pocos estables a la luz que se usan salificados como clorhidratos para permitir su solubilización), ácidos (suelen ser azoderivados, nitroderivados, nitrosoderivados que poseen un grupo sulfónico en su molécula, la cual permite solubilizarlos como sales sódicas) y directos (son colorantes de elevado peso molecular que les permiten dar soluciones coloidales).

Estos colorantes se suelen usar combinados entre ellos, pero no es posible mezclar ácidos y básicos porque precipitarían.

Resulta de importancia reseñar la fecha de 1954 que es en la que se introdujeron los colorantes derivados de la ftalocianina. Esta frontera ayuda a resolver problemas en el marco de la antigüedad de las tintas

.Alcalina con pH de 9 a 11: penetran más rápidamente en el papel y producen un secado satisfactorio. Cuando son de color azul-negro contienen vanadio; las azules y las negras, cobre. Los colorantes que se utilizan deben ser estables en medio alcalino, usándose generalmente colorantes ácidos. Se trata de tintas causticas, por lo que atacan los puntos y los depósitos de las plumas.

2. Formadas por una solución acuosa de colorante sintético. Este tipo de tintas, más modernas, contienen un colorante auxiliar, generalmente azul, que proporciona inmediatamente color a la mezcla. Puesto que no tienen tanto carácter ácido al depositarlas en el papel aparecen como azules, pero con el tiempo y la oxidación del hierro se van tornando negras. Es relativamente frecuente ver al microscopio dos tonalidades: una más negra y otra en una capa más interna azulada.

Tintas de Plumaz Fuente en la actualidad. Estas tintas hoy en día están constituidas por una compleja mezcla de compuestos que incluyen colorantes (como tintes ácidos, básicos o directos, orgánicos o inorgánicos, pigmentos, sulfato de hierro II), y varios aditivos (surfactantes, antioxidantes, ajustadores de viscosidad, resinas, glicol y glicerol). Los tintes contienen grupos sulfónicos, carboxílicos, fenólicos y menos frecuentemente grupos funcionales amino.

Tintas de Rotuladores. Acostumbran a ser de base acuosa y tienen una composición muy parecida a la de las plumas fuente. Algunos autores las presentan como tintas con base acuosa o xilenos, que en algunas formulaciones modernas contienen formamida y/o glicol como aditivos que ajustan la tensión superficial de la tinta y que ayudan a la punta a permanecer húmeda inclusive cuando este destapada.

Tintas de Roller Ball. Tienen una composición idéntica a la del apartado anterior.

Tintas Gel. Primeramente, cabe aclarar lo que es un gel. Un gel es un polímero entrecruzado que ha absorbido una gran cantidad de disolvente. El entrecruzamiento se produce cuando cadenas poliméricas individuales se unen entre sí por enlaces covalentes, para formar una única

molécula gigante. Por lo general este tipo de polímeros se hinchan apreciablemente cuando absorben los disolventes.

La tinta gel es una tinta acuosa de alta viscosidad, capaz de mantener un estado de dispersión y disolución estable del material colorante, inclusive después de un periodo prolongado, y capaz también de mostrar en todo caso una alta fluidez. Estas tintas son insolubles tanto en agua como en disolventes orgánicos fuertes.

Las tintas gel contienen:

-Materia Colorante: en un principio se utilizaban únicamente pigmentos insolubles que quedaban suspendidos en el medio, hoy en día a estos a veces se les unen tintes solubles.

-Un heteropolisacárido y medio acuoso (agua y disolventes orgánicos solubles en agua).

1. Colorantes. Con respecto a los pigmentos de las tintas gel, ya en 2005 establecieron que dentro de las basadas en pigmentos se detectaban mayoritariamente los dos siguientes: blue 15 ftalocianina de cobre, y violet 23 violeta de carbazol.

Con respecto al otro grupo de tinta gel, las basadas en tintes, normalmente son ácidos o directos, que son compuestos iónicos y que se extraen del papel más fácilmente que los pigmentos. Las tintas gel negras pueden contener grafito.

2. Gel. El gel está hecho con agua y biopolímeros como la goma xanthan (polisacárido modificador reológico que en este caso se emplea para aumentar la viscosidad del líquido), y la goma tragacanto (mezcla de polisacárido soluble en agua), así como algunos tipos de poliacrilatos. Los acrilatos son una familia de polímeros que pertenece a un grupo de polímeros vinílicos, los poliacrilatos derivan del monómero acrilato que son ésteres que contienen grupos vinílicos, es decir, dos átomos de carbono del grupo carbonilo.

Se trata de tintas similares a la de impresión y llevan un sellado al final del depósito con el objeto de que no se seque la tinta en el cartucho.

Como otros útiles de tinta acuosa, si no están herméticamente aislados del aire, se secan en cuestión de horas.

3. Componentes Volátiles. Las tintas gel incluyen disolventes orgánicos volátiles tales como el etilenglicol, la glicerina, el propilenglicol, trietilenglicol.

Tintas Borrables. El primer bolígrafo borrable de Paper Mate contenía una tinta que recién escrita se podía eliminar con relativa facilidad. El útil se vendía con una goma adicional similar a la goma de los lápices de grafito. Algún tiempo después apareció en el mercado el bolígrafo de tinta borrable de Scripto, y a estos años más tarde les siguió Bic.

El de Paper Mate original era de tinta azul, aunque hoy en día se fabrican de tinta roja y negra. Scripto produce útiles con tintas azules y rojas pero no negras, y solo se han encontrado Bic borrables azules.

La tinta que se puede borrar tiene una composición completamente diferente a las otras propias de bolígrafos. Es un millón de veces más espesa que el agua y muy elástica. Cuando la tinta está fresca se une pobremente al papel, y esta es la característica que permite eliminarla fácilmente. Los primeros estudios parecen indicar que se produce muy poca absorción de la tinta por parte de las fibras del papel; la absorción varía dependiendo del tipo de papel, que influirá por tanto en el nivel de borrado de la tinta.

La tinta fresca no solo puede ser removida con una goma de borrar sino que puede ser retirada con cualquier cinta de presión. Si pasan algunas horas después de escribir no quedan residuos excepto por las indentaciones o surcos en el papel, donde ha estado la escritura. Con el tiempo se une de forma más fuerte al papel, pero las pruebas de borrado realizadas varias semanas después de que la tinta haya sido depositada muestran que todavía puede ser removida con relativa facilidad aunque los residuos que quedan son tan difíciles de remover como cualquier tinta de bolígrafo.

La primera razón de la naturaleza borrable de la tinta se relaciona primeramente con su viscosidad, ya que no se impregna en las fibras sino que se encuentra en la superficie.

Pilot Frixion. La empresa Pilot lanzó al mercado en 2006 el útil “Pilot Frixion” que esta englobado entre los roller ball, pero tiene la particularidad de que sus trazos pueden borrarse.

El mecanismo porque este trazo puede borrarse radica en que la tinta reacciona al calor intenso, a unos 65°C, desaparece el pigmento que da color a la tinta, y se vuelve transparente. Se

recupera el pigmento de color original sometiéndolo a temperaturas inferiores a -15°C , aunque el trazo reaparece menos entintado que antes de ser borrado.

IV.6- Análisis de Tintas en el Documento

En su manual, Ferrari y Giannuzzi (2006: p. 203-207), capítulo correspondiente al Estudio de Documentos, realizan una clasificación de Análisis, tanto físicos como químicos, y dentro de ellos subclasifican las categorías, todo ello de la siguiente manera:

IV.6.a- Físico. Los métodos físicos tienen la ventaja de dejar intacto el documento, no deterioran ni modifican el documento, pero tienen el inconveniente que su resultado es subjetivo, y si bien, existen detalles notorios para cualquier observador, hay otros no tan claros, como por ejemplo, detalles de tonalidades, matices, etc.

-Examen directo de documento: se debe realizar una observación a simple vista, mediante la luz del día (luz del sol) que es muy rica espectralmente. Luego se debe utilizar también luz artificial; dicha luz puede incidir en tres posiciones fundamentales: luz que incide normalmente (perpendicular) sobre el escrito reflejándose al máximo (luz reflejada), luz que incide paralelamente a la superficie del papel (luz rasante) y luz que incide normalmente, pero a través del papel (luz transmitida). Siempre debe tenerse en cuenta el color del papel.

-Observación con lupa simple: se emplea para la observación detallada. Es de utilidad en el examen de retoques, enmiendas, raspados y borrados por medios mecánicos, búsqueda de partículas remanentes de tintas, grafito o carbón propios del calco, entre otras observaciones de importancia. La misma debe llevarse a cabo con la misma iluminación que la anterior. Existen lupas simples, dotadas de retículas micrométricas, con precisión hasta las décimas de milímetros, con las que se pueden realizar mensuras de porciones muy pequeñas de escritos. Son cómodas de cargar y útiles en el examen de papel moneda, documentos de identidad, color del papel y trazos.

-Observación microscópica: existen diversas versiones de microscopio adaptados a diversos fines: microscopio monocular, microscopio binocular (tiene la ventaja de reducir la fatiga visual y logra imágenes más perfectas), microscopio de polarización, microscopio de contraste de fase, etc.

-Filtros: el examen a visión directa, a lupa simple y microscopio pueden complementarse y perfeccionarse mediante filtros. Para ello se coloca el filtro ante el ojo del observador, ante la lupa o ante el objetivo del microscopio.

-Radiación ultravioleta: el ultravioleta "A" es el utilizado en la mayoría de los instrumentos ópticos y cámaras fotográficas. En documentología, las radiaciones ultravioletas constituyen una ayuda importante en el estudio de papeles y tintas, y en la verificación de la integridad material de los escritos; en la identificación de papel moneda, cheques, pasaportes, en la lectura de escrituras secretas, en sellos de correos, etc.

-Radiación Infrarroja: a la zona del espectro electromagnético comprendido entre los 700 a 15.000 nm de longitud de onda corresponde la denominada radiación infrarroja. Una de las propiedades de estas radiaciones es su poder de penetración, cualidad que suele aprovecharse para la fotografía bajo la niebla y para las exposiciones nocturnas.

IV.6.b- Químico. Una vez agotadas las pericias físicas no destructivas, comienza el análisis químico, tendiente a poner de manifiesto la existencia de más de un tipo de tinta en la escritura de un documento, o el tipo o tipos de tinta utilizadas.

Se dice que se trata de un estudio destructivo ya que, por ejemplo, en el análisis conocido como "ensayo a la gota", los reactivos utilizados y colocados sobre los trazos de escritura (ácidos fuertes, álcalis y distintos solventes), pueden afectar el soporte. Una alternativa para evitar la destrucción total del documento y que es el procedimiento habitual usado en la extracción de muestras previa a una cromatografía en capa delgada (TLC), es extraer una pequeña porción del trazo objeto de estudio, pero de todos modos, el documento es destruido parcialmente.

-Ensayos químicos a la gota: el fundamento de este análisis se basa en la existencia de diferentes tipos de tintas, las cuales presentan un determinado comportamiento frente a distintos reactivos químicos. Así, el objetivo del mismo es comparar dichos comportamientos con el presentado por las tintas cuestionadas.

-Cromatografía en capa delgada: método físico que permite separar los diferentes componentes una mezcla, simple o compleja en función de la distribución diferencial que exhibe cada uno de ellos entre dos fases bien definidas, la fase estacionaria y la fase móvil.

CAPÍTULO V

BOLÍGRAFOS Y SUS TINTAS

Bolígrafos

Este elemento escritor aglomera un grupo de diferentes nombres, con los cuales se hace conocido en todo el mundo, por ejemplo birome, esfero, plumero, esferógrafo, pluma, puntabola, entre otros tantos. Aquí se optó por la denominación Bolígrafo, ya que es la denominación que la Real Academia de la Lengua Española admite como nombre genérico para designar a un útil de escritura cuya punta es una bola giratoria.

Ezcurra Gondra y Grávalos (2010: p. 81) definen bolígrafo como: “instrumento de escritura que tiene en su interior un depósito tubular y en la punta una esfera metálica que al desplazarse con rozamiento gira y facilita la salida de la tinta de forma regulada”. Pero para que un instrumento de escritura tenga lugar en esta categoría, debe estar compuesto por los mecanismos antes mencionados y además de ello, su tinta no debe ser fluida.

La historia indica que en el año 1895 A. Werner y A. W. Asked patentaron y comercializaron un modelo que usaba como tinta una suspensión de negro humo y aceite de castor. En 1933 Ladislao Biro presentó su primer invento consistente en una lapicera fuente, que debía llenarse con agua para cubrir una composición sólida de anilinas, que se iban disolviendo poco a poco. Posteriormente surgió la idea del bolígrafo, y en 1938 patentó un prototipo que nunca llegó a comercializar, para el que su hermano había desarrollado una tinta que no se secaba en el tanque pero sí en el papel. Biro patentó su invento mejorado en el año 1943, en Argentina, donde se le llamó *birome* al aunar los apellidos Biro y Meyne, su socio. Más tarde el término se convirtió en sustantivo. El industrial catalán Arboles registró en 1946 la marca **Bolígrafo**, compuesto por “boli” de bolilla y “grafo” de escritura.

Los elementos comunes en todos los bolígrafos son: la caña, que es el cuerpo del bolígrafo; el depósito, que pasa a ser el contenedor de la tinta, y la bolilla o esfera rotatoria, que generalmente es de acero o tungsteno, su diámetro puede variar entre 0,6 y 1 mm, y se deja un espacio entre ella y la estructura del bolígrafo de aproximadamente 0,01 mm. Su mecanismo de acción se basa

en que la esfera está en permanente contacto con la tinta del contenedor y al girar la deposita sobre el soporte formando un trazo.

El instrumento como tal, puede tener otros elementos accesorios que no afectan a la función escritora, como un mecanismo de apertura, de sujeción al bolsillo, presentar algún antideslizante externo, etc.

Un punto importante para destacar acerca de las características físicas de la escritura de bolígrafo son los surcos. Los surcos son las hendiduras dejadas por la presión que ejerce el escribiente. Dependiendo la fuerza de esa presión se aplastan las fibras del papel dejando un rastro, aunque ello no supone rotura de su capa superficial y por tanto no libera las fibrillas que componen al papel.

Estos surcos pueden evidenciarse pasando ligeramente la yema de los dedos por sobre el reverso (en el cual notará que se halla en alto relieve), así como también puede aplicarse una luz rasante al documento o bien mediante la toma de Fotografía infrarroja que arrojará a la vista por medio de sombras, los surcos como respuesta a la radiación infrarroja.

Tintas de Bolígrafo

Generalmente se da como fecha de aparición de estos elementos escritores el año 1945. En realidad es admisible que en dicha época comienza su extraordinaria popularidad, pero debe anotarse que las primeras patentes son anteriores. En los años 1895 y 1898 se registran en Estados Unidos las patentes U.S. 600 y U.S. 533, respectivamente, que protegían el uso de una suspensión de negro de humo en aceite castor.

Según Ezcurra Gondra (2012: p. 19) “las tintas de estos instrumentos son viscosas e insolubles, o ligeramente solubles en agua” [...] “están compuestas por tintes disueltos en uno o varios disolventes y una o varias resinas. Además, pueden contener otros compuestos que pueden ser añadidos como aditivos con el fin de modificar las propiedades reológicas de las tintas, como modificadores de viscosidad y elasticidad, inhibidores de corrosión o lubricantes de la esfera de la punta.”. Tienen por lo general más contenido en colorantes que las tintas fluidas con un 50% de disolventes y el resto resinas.

A estos componentes que son fundamentales se le suman otros añadidos por las industrias manufactureras que tienen como finalidad modificar sus propiedades. Por lo general estas compañías no suelen brindar datos sobre los ingredientes, que pueden ser ácidos grasos, que actúan como lubricantes o ayudan a solubilizar colorantes, resinas naturales o polímeros sintéticos, utilizados principalmente para ajustar la viscosidad de las tintas, proporcionándoles una mayor adhesión a la superficie, para conseguir más elasticidad, o como lubricantes para la bola en la órbita del bolígrafo, así como también se encuentran otros aditivos orgánicos que sirven como inhibidores de la corrosión o que también mejoran la solubilidad de los colorantes, como ya se ha descrito anteriormente.

Por último, hay que destacar la posible aparición de quelatos de tierras raras (en niveles de ppm) y la sustancia fluorescente (niveles del 0,1%), ambas sustancias adicionadas por los fabricantes dentro del programa de etiquetado de tintas para su datación.

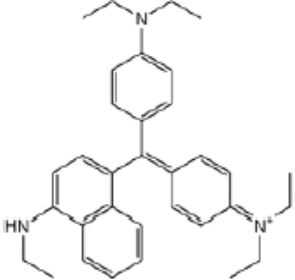
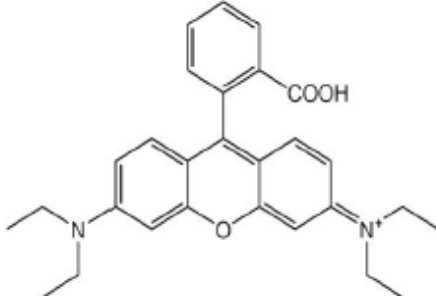
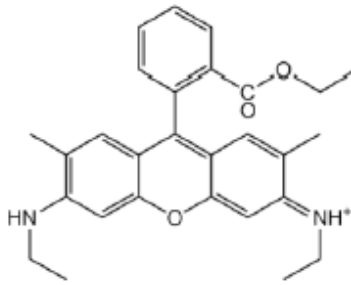
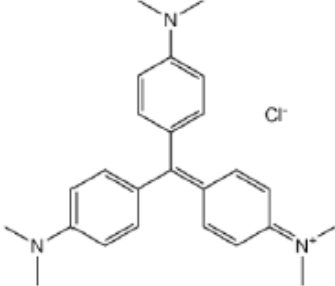
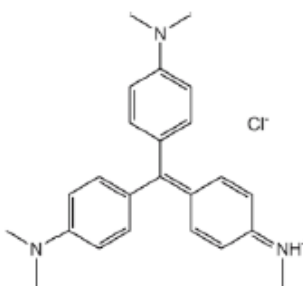
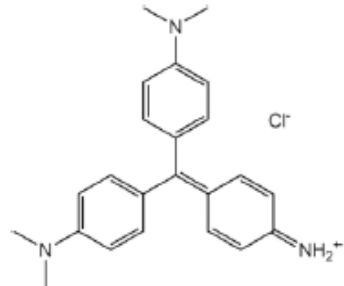
Los *colorantes* utilizados pueden ser tintes que se disuelven en el vehículo o bien pigmentos que quedarían suspendidos en el mismo, en el caso de las tintas de bolígrafo los colorantes que se usan son solubles, es decir, en las tintas de bolígrafos se emplean tintes.

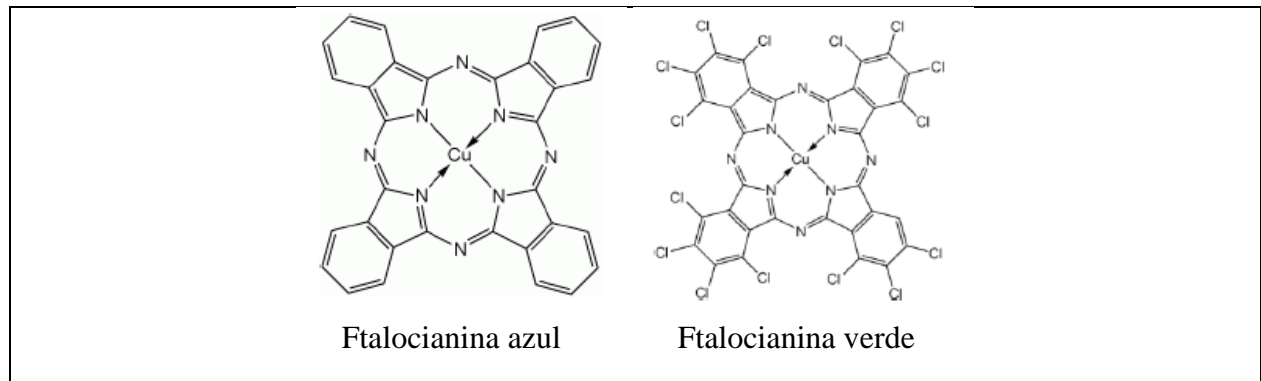
Un cambio en la formulación de la tinta de bolígrafos sucede hacia 1955, es el momento en el que introducen los tintes de quelatos metálicos. El más común de estos compuestos es la ftalocianina de cobre. Estos compuestos son estables a la luz y tienen una excelente solubilidad. Un simple test usando metanol es suficiente para poner en evidencia si una tinta azul-verde lo contiene.

Los colorantes se producen por la sustitución de hidrógenos por grupos solubilizantes como cloro o grupos sulfónicos. Ejemplo CI solvent blue 38, una sal de amina CPC usadas en tintas de bolígrafos; CI 48, una sal de amina de CPC usada en tintas flexográficas; CI direct blue 199, derivados de CPC usado en tintas con base acuosa, y CI direct blue 86, derivado de CPC, usado también en tintas con base acuosa.

Tabla 1.

Estructura de los colorantes usados más habitualmente en las tintas de bolígrafo.

Azul Victoria	
	
Rodaminas	
 <p style="text-align: center;">Rodamina B</p>	 <p style="text-align: center;">Rodamina 6G</p>
Pararosalinas	
 <p style="text-align: center;">Violeta de Metilo 10B</p>	 <p style="text-align: center;">Violeta de Metilo 6B</p>
 <p style="text-align: center;">Violeta de Metilo 2B</p>	
Ftalocianinas CPC (pigmentos)	



Nota. Recuperado de “Avances analíticos en la datación forense de tintas y documentos”, de Ezcurra Gondra M., 2012, Universidad del País Vasco, p. 49.

Los *disolventes* usados en un principio para las tintas fueron oleína, aceite de castor y aceite mineral. En los años 50, se introdujeron los glicoles como disolventes. Los disolventes más usados en la actualidad para este grupo de tintas son: polietilenglicol, 1,3-butilenglicol, octilenglicol, 1,2-propilenglicol, hexilenglicol, glicerina. El principal cambio de las tintas en los últimos 20 años ha sido la eliminación del tolueno. Stewart, en 1985 hace un listado de disolventes: 1,3-propilenglicol; dietilenglicol fenil éter, alcohol bencílico; ácido 2-etil hexoico; etilenglicol; 2,3-butilenglicol; monofenil éter; 1,2-propilenglicol; etilen éter de dietilenglicol y de monometilo, hexilenglicol, octilenglicol; 1,3-butilenglicol, di y trietilenglicol, dipropilenglicol, glicerina, fenoxietanol, fenoxietilenglicol.

Las *resinas* son sustancias naturales o sintéticas de peso moleculares alto que inicialmente son líquidas y que se van secando y endureciendo con el tiempo. No son solubles en agua pero si en disolventes orgánicos.

Entre las que se añaden a las tintas se encuentran las siguientes:

- Según Brunelle y Crawford (2003):

1978: alquitrán de carbón, alquitrán de pino, polivinilpirrolidona, cumarina.

1994: resinas cetónicas, resinas aldehídicas, resinas acetofenonas-formaldehído, resina fenólicas, resinas de poliéster.

1999: cetona, sulfonamida, maleico xileno, y resinas alquídicas, resina de colofonia, resina fenólica, comas.

- Según Kirsch (2005): cloruro y acetato de polivinilo, etoxilato de oleilamina, ester del ácido ftálico, acetofenona hidrogenada, formaldehído condensado.

También se pueden describir *otros aditivos*, además de los tres grandes grupos de compuestos presentes en las tintas anteriormente mencionadas, y estos otros compuestos son:

- Aceleradores de secado
- Fluidificantes.
- Lubricantes, añadidos para permitir rotar a la bola del bolígrafo libremente.
- Antimicrobianos.
- Inhibidores de la corrosión de la bola.

Las resinas pueden usarse en la formulación de una tinta separadamente o mezcladas entre sí.

Con respecto a los colorantes que conforman las tintas para bolígrafos se utilizan generalmente mezclas. Los hay verdes (ftalocianinas), azules (azul de victoria, azul alcalino), rojos (eosina, rodamina), violeta (violeta cristal, violeta de metilo).

CAPÍTULO VI

GRAFÍSTICA

VI.1- Definición de Grafística

Angoso García A. (11 de enero de 2010) define a la Grafística como “Conjunto de conocimientos que se refieren a la escritura y a los elementos que intervienen en ella, considerando aquella y estos desde el punto de vista de la investigación criminal o judicial”.

Es decir, que el área Grafística se dedica al estudio de las *escrituras manuscritas* y *firmas* de todo tipo de documentos en orden de establecer su autenticidad o falsedad, así como también cuando sea posible la identidad de sus autores.

VI.2- Alteraciones Fraudulentas

Silveyra (2007: p.115), analiza la diferencia entre *falsificar*, sobre la cual entiende que se trata de “realizar una copia total o reproducción de algo verdadero o auténtico”, y *adulterar* lo cual “supone *alterar*, modificar, transformar algo ya existente; dicha transformación debe ser material, ya sea suprimiendo, reemplazando, o agregando”.

La palabra *alteración*, derivada del verbo latino *alterare*, de *alter*, otro, etc., designa en su acepción primaria, la acción de *cambiar la esencia o forma de una cosa*. En nuestro caso, *alterar* un escrito equivale a *mudar su apariencia o sentido* mediante una acción.

Las alteraciones del documento pueden ser esenciales o accidentales, según afecten o no el contenido intelectual o ideal del escrito. Pueden ser también, intencionales o no intencionales. Las primeras son las realizadas de manera deliberada para corregir lapsus, cambiar el semblante o sentido originales del escrito o para destruirlo. Las segundas, las registradas en la apariencia o en la estructura de la pieza por factores casuales y externos, como la acción del tiempo y los agentes atmosféricos, el ataque de insectos o el contacto con determinadas sustancias (contaminaciones) las producidas por el uso adecuado o no del documento (doblecetes, perforaciones, roturas y desgastes, por ejemplo).

Según su mecanismo productor, es decir el tipo de manipulación que las genera, las alteraciones pueden ser de variadas formas, pero en nuestro caso sólo interesan las del tipo aditivas o por agregación de elementos.

La alteración intencional recibe el nombre específico de adulteración cuando tiene por objeto mudar la verdad documentada. Se entiende por adulteración, del latín *adulterare*, la acción y efecto de viciar o falsificar alguna cosa. No todos los agregados o supresiones hechas a un texto entrañan adulteración. Las correcciones ortográficas y el denominado retoque caligráfico (el que se realiza por razones de legibilidad o estética) distan de ser dolosos, aunque constituyen las más típicas alteraciones.

Cabe aclarar que ninguna de estas acciones supone hacer parte de un documento compuesto, porque la acción consiste en hacer aparecer como real lo adulterado en el documento original.

VI.2.a- Adulteraciones por Adición

Enmienda. Es la transformación o mutación de un signo gráfico en otro mediante la agregación de uno o más trazos a su estructura. Lo que se añade al signo inscrito en la enmienda es un trazo o grupo de trazos que por sí mismos no forman un elemento gráfico completo, pero que lo modifican sustancialmente.

La enmienda, insistimos, muda siempre el sentido primigenio del documento. Constituye, por lo tanto, un presupuesto fáctico de la denominada falsedad material por alteración. En éstas, y en general, en las alteraciones aditivas, la principal preocupación del manipulador es la de mimetizar el agregado, hacerlo imperceptible, evitando su contraste formal, postural, dimensional y cromático con las grafías del entorno.

Agregado. Como modalidad de la alteración documental, el agregado consiste en la incorporación o agregación de signos gráficos completos, ya sea letras, cifras, palabras, párrafos, etc., a un texto determinado, casi siempre para variar su sentido original.

Jean Gayet (1962: p. 417) propone el nombre genérico de *interlineación* para abarcar no solo las agregaciones entre líneas, sino también las que se hacen en las márgenes del documento y entre palabras: “En el sentido estricto de la palabra —explica, refiriéndose a esta denominación— debería tratarse únicamente de adiciones entre líneas; pero esta acepción es demasiado restringida y es preferible englobar indistintamente bajo este vocablo las adiciones en los márgenes superior o inferior de la hoja, en los grandes espacios que separan los párrafos, en

los blancos del final de línea o entre las palabras. Este sentido lato se justifica por la razón de que todos estos fraudes se comprueban por los mismos métodos de examen”.

El agregado puede ser marginal o textual, según se haga en las márgenes del documento o en el cuerpo del mismo. De la misma forma puede dividirse entre interliteral, interlineal o intervocabular, según se dé entre letras o cifras, entre líneas o renglones, o entre palabras respectivamente.

Todas las alteraciones aditivas se realizan por reinscripción, ya sea manual o impresa, o por transferencia.

Reinscripción manual. Los nuevos elementos (añadidos) se escriben a mano imitando fielmente las características del contexto, no solo en su morfología, dimensiones y demás peculiaridades grafonómicas, sino *en los materiales mismos de escritura*. El manipulador selecciona un compuesto escritor igual, o lo más semejante que pueda, al del entorno. La reinscripción manual se da casi siempre en los agregados a textos manuscritos. A menudo, sin embargo, se le descubre también en impresos. Ello ocurre cuando se imitan a mano elementos de esta índole.

CAPÍTULO VII

CONCEPTOS DE ÓPTICA FÍSICA EN RELACIÓN A LA CRIMINALÍSTICA

VII.1- Óptica en Relación a la Criminalística

Una de las Ciencias Auxiliares de la Criminalística es la Física. Para la Documentología, se requiere de la aplicación de los fundamentos técnicos de índole físico que permiten el estudio de documentos cuestionados.

VII.2- Óptica. La Óptica es la rama de la Física que analiza las características y las propiedades de la luz, estudiando cómo se comporta y se manifiesta.

VII.3- La luz. El concepto de *luz* hace referencia a la radiación electromagnética que incluye el rango completo de radiación conocido como *espectro electromagnético*. Este espectro hace alusión al agrupamiento ordenado de las ondas electromagnéticas (oscilaciones perpendiculares al campo eléctrico y magnético, capaces de transportar energía a través del espacio) en base a la longitud de las mismas, o a lo que es lo mismo, su energía.

De acuerdo a lo anterior, el espectro está ordenado de izquierda a derecha, comenzando por las ondas de menor longitud, correspondientes a los Rayos Gammas, hasta el extremo derecho donde se pueden hallar ondas de radio que pueden alcanzar varios kilómetros. Mas hacia el centro del espectro se pueden encontrar, flanqueadas a sus lados por los Rayos X y las Microondas, tres bandas -de amplia aplicación a las ciencias forenses- que son las Radiaciones Ultra Violeta, la Luz blanca y las radiaciones Infrarrojas, que a su vez pueden ser divididas en bandas más pequeñas, caracterizadas por las longitudes de sus ondas superiores e inferiores.

La Luz Ultra Violeta (UV), se divide en tres grandes bandas conocidas como UV cercano (UV-A), UV lejano (UV-B) y UV extremo (UV-C), cuyas ondas abarcan desde los 400 a 315 nm, 315 a 280 nm y 280 a 100nm, respectivamente. Cada uno de estos subgrupos tiene particularidades en cuanto a la manera en que interaccionan con la materia, ya que cuanto más pequeñas sean sus lambdas mas energéticas son, y por lo tanto más destructivas, lo que tiene como consecuencia que en algunos casos solo se puedan utilizar ciertas bandas para la tarea forense, ya que la luz UV de longitudes de onda muy cortas pueden degradar irreversiblemente el material genético contenido en una muestra.

El grupo de ondas que va desde los 400 a 700 nm de longitud, se conoce tradicionalmente como **Luz blanca**. Esta porción del espectro, puede ser subdividida en seis bandas o *colores* según sus longitudes de onda, donde el color violeta está compuesto por ondas que se encuentran entre los 380 a 450 nm, mientras que el color rojo se constituye por ondas ubicadas entre los 620 y 700 nm. Esta división permite además distinguir los colores azul (450-495nm), verde (485-570nm), amarillo (570-590nm) y naranja (590-620nm). Cuando la luz blanca incide sobre un objeto, su superficie absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras. Sólo las longitudes de onda reflejadas podrán ser vistas por el ojo y por tanto en el cerebro sólo se percibirán esos colores.

Finalmente, y en directa relación con el campo de la astronomía, las **Radiaciones Infrarrojas (IR)** dividen el espectro IR en tres bandas conocidas como IR cercano, IR medio e IR lejano, y aunque diferentes autores las señalan en diferentes posiciones del espectro, en este caso nos guiaremos según lo estipulado por la International Commission on Illumination (CIE), que establece las bandas de la siguiente forma: IR-A 700 a 1400nm; IR-B 1400 a 3000nm; IR-C 3000 a 1000000nm.

VII.4- Color. El color es una interpretación de las longitudes de onda de la luz emitida o reflejada por un cuerpo y captada por el sistema visual. Esto quiere decir que el color es una sensación que se produce en el cerebro como reacción a la incidencia de los rayos de luz en los ojos. Es un proceso neurofisiológico complejo, y aunque el color se percibe como un atributo de los objetos o la luz, en realidad ninguno de ellos está coloreado.

Un pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja debido a que selectivamente absorben ciertas ondas luminosas. Cuando la luz blanca se encuentra con un pigmento, algunas ondas son absorbidas por los enlaces químicos y sustituyentes del pigmento, mientras otras son reflejadas. Este nuevo espectro de luz reflejado crea la apariencia del color.

VII.5- Fisiología del color. Con fisiología del color se hace referencia a la parte de percepción visual que tiene el color, y se intenta estudiar cómo funciona esa percepción y que características tiene la visión humana del color.

VII.6- El sistema humano de la visión. La percepción del color por el ser humano es un mecanismo complejo en el que intervienen varios elementos como son:

- El Ojo, transductor-convertidor de la luz (radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda entre 400 y 700 nm) en señales eléctricas.
- El nervio óptico, conductor de las señales eléctricas.
- El Cerebro, intérprete de las señales que le llegan a través del nervio óptico, procesándolas y creando la imagen que nosotros vemos con los colores que percibimos.

VII.7- La recepción del color - El ojo humano. El Ojo (globo ocular) es casi esférico y tiene un diámetro ligeramente superior a los 2 cm, está lleno de fluido gelatinoso, el humor vítreo, que lo mantiene rígido. La córnea transparente forma parte de la superficie externa del ojo y es la principal responsable de la formación de la imagen. El iris, detrás de la córnea es un diafragma ajustable que controla la intensidad luminosa y el cristalino que ajusta el enfoque fino, cambiando de forma al achatarlo los ligamentos suspensores. La imagen se proyecta sobre la retina, zona sensible a la luz, que convierte las radiaciones electromagnéticas en señales eléctricas que se transmiten al cerebro a través del nervio óptico.

En la retina para conseguir esta sensibilidad a la luz se encuentran unas células especializadas en la conversión radiación electromagnética-señal eléctrica que son los bastones y los conos, estando estos últimos más concentrados en la zona central de la retina (fóvea) y su concentración disminuye hacia el exterior.

En toda la retina existen más de 100 millones de *bastones*, que tienen un pigmento llamado rodopsina, que hace que estas células sean sensibles a luz con poca intensidad pero sin diferenciar colores ni tonalidades, reciben este nombre por ser alargadas y recordar ligeramente a la forma de un bastón.

Los *conos* son otro tipo de células que hay en menor cantidad (unos 6 millones) pero que diferencian colores, ya que un tipo de conos es sensible (convierte luz en impulsos nerviosos) a las longitudes de onda de entre 400 y 500 nm (Azul violeta), otros son sensibles a las longitudes de onda de entre 500 y 600 nm (verdes), existiendo otro tipo de conos sensibles a las radiaciones de entre 600 y 700 nm (rojo), sumando las tres sensibilidades alcanzamos un máximo de sensibilidad en el entorno de los 550 nm (amarillo verdoso).

La visión humana es una visión tricromática, ya que parte de la visión separada de tres colores AZUL (Azul violeta u oscuro) VERDE y ROJO, y con estas tres percepciones se crean todos los colores. Esto que se ha comprobado en el siglo XX ya fue enunciado a principios del siglo XIX por Thomas Young como teoría clásica de la visión del color.

VII.8- La percepción del color - El cerebro. El cerebro es el gran intérprete de toda la información que le llega a través del nervio óptico, señales eléctricas que corresponden con sensaciones luminosas que se procesan en paralelo, separando: contraste de luces, formas y colores. Todo esto se compara con el entorno y con los datos que ya tenemos almacenados en la memoria para formar una imagen adaptándola a nuestras necesidades, una de ellas es la constancia del color (que el color varíe lo menos posible aunque varíe la iluminación) desarrollada por una necesidad de supervivencia (identificar a elementos peligrosos aunque hubiera distintas condiciones de iluminación). Por ello el funcionamiento del cerebro redondea el trabajo de captación del ojo, esta es la base de la teoría moderna de la visión del color propuesta por Edwing H. Lang entre otros en los años 50.

VII.8.a- La ceguera para los colores. La visión normal es a menudo llamada tricromática. Se refiere a personas que tienen la capacidad de discriminar la luz de la oscuridad, el rojo del verde y el amarillo del azul. La ceguera para los colores es cuando una persona está limitada en su capacidad para discriminar colores tales como rojo de verde o amarillo del azul u otros. Este tipo de limitación también es llamada Daltonismo y suele estar marcada por la disfunción de alguno de los tres tipos de conos de los que disponemos.

VII.8.b- Metamerismo. Es un fenómeno definido como la situación en la que dos muestras de color son iguales en determinadas circunstancias, pero presentan diferencias cuando estas varían. A las muestras que se comportan de este modo se les llama *metaméricas*.

En estos casos en los que dos originales tienen un espectro de reflectancia diferente pero presentan a la vista el mismo color, se dice que hay una correspondencia cromática. Si ambas tienen un espectro de reflectancia idéntico no pueden ser metaméricas.

El metamerismo puede ser del iluminante, del observador o geométrico.

En caso del Iluminante se trataría de cuando dos colores parecen iguales bajo una fuente lumínica pero no bajo otra. En caso del observador, cuando son percibidos como iguales por un

observador pero no por otro, y por último en caso geométrico, cuando la constancia de color es un fenómeno por el que la mayoría de las superficies parecen mantener la apariencia cromática que tendrían a la luz del día, inclusive bajo condiciones luminosas muy diferentes. Este fenómeno no se da en todos los casos, ya que las superficies no suelen conservar la apariencia de estar bajo una iluminación diurna si se iluminan con distintos tipos de luces fluorescentes o radiaciones monocromáticas.

El concepto de metamerismo se confunde a veces con el de constancia de color. Vale tener en claro que en el metamerismo se comparan dos muestras, mientras que cuando se valora la constancia de color es de una sola.

VII.8.c- La fatiga del color. Este es un efecto común que ocurre cuando observamos fijamente un color durante un periodo de tiempo. Cuando el ojo examina una fuente de luz o color por un tiempo, los conos que son activados pueden sobre estimularse y eso afectará al siguiente color o luz que se observe. Este efecto suele durar tan solo unos segundos y es como si una parte de primer color fuera restada al segundo color.

VII.8.d- La memoria del color. Cuando una persona evalúa un objeto coloreado, el color es a menudo una función de la memoria de observaciones previas de objetos similares.

VII.9- Teorías del color

La teoría del color es un grupo de reglas básicas en la mezcla de colores para conseguir el efecto deseado combinándolos.

VII.9.a- Síntesis Aditiva (Modelo RGB). Cuando nos referimos a la síntesis aditiva, hablamos del proceso de obtener un color de luz determinado por la suma de otros colores. Thomas Young, partiendo del descubrimiento de Newton (*la suma de los colores del espectro visible formaba luz blanca*), realizó un experimento con linternas con los seis colores del espectro visible; proyectando estos focos y superponiéndolos llegó a un nuevo descubrimiento: para formar los seis colores del espectro sólo hacían falta tres colores y además, sumando los tres, se formaba luz blanca.

El proceso de reproducción aditiva normalmente utiliza luz roja, verde y azul para producir el resto de colores. Combinando uno de estos colores primarios con otro en proporciones iguales

produce los colores aditivos secundarios, más claros que los anteriores: cian, magenta y amarillo. Variando la intensidad de cada luz de color se puede ver el espectro completo de estas tres luces. La ausencia de los tres da el negro y la suma de los tres da el blanco. Estos tres colores se corresponden con los tres picos de sensibilidad de los tres sensores de color en los ojos de los seres humanos.

La mezcla de colores-luz, normalmente rojo, verde y azul (RGB, iniciales en inglés de los colores primarios), se realiza utilizando el sistema de color aditivo, también referido como el modelo RGB o el espacio de color RGB. Todos los colores posibles que pueden ser creados por la mezcla de estas tres luces de color son aludidos como el espectro de color de estas luces en concreto. Cuando ningún color-luz está presente, uno percibe el negro. Los colores-luz tienen aplicación en los monitores de un ordenador, televisores, proyectores de vídeo y todos aquellos sistemas que utilizan combinaciones de materiales que fosforecen en el rojo, verde y azul.

VII.9.b- Síntesis Sustractiva. En la Síntesis Sustractiva el color de partida siempre suele ser el color acromático blanco, el que aporta la luz; es un elemento imprescindible para que las capas de color puedan poner en juego sus capacidades de absorción. En la síntesis sustractiva los colores primarios son el amarillo, el magenta y el cian. Cada uno de estos colores tiene la misión de absorber el campo de radiación de cada tipo de conos.

Para realizar una impresión digital, por ejemplo, los colores usados son cian, magenta y amarillo; este sistema es denominado modelo CMY. Una mezcla de cian, magenta y amarillo en realidad resulta en un color negro turbio por lo que normalmente se utiliza tinta negra de verdad. Cuando el negro es añadido, este modelo de color es denominado CMYK (K es de BlacK o Key). El blanco es la ausencia de cualquier color (asumiendo que el papel sea blanco). Como la mezcla de los colores es sustractiva, también es llamado modelo de color sustractivo.

Se debe tener en cuenta que sólo con unos colores primarios ficticios se puede llegar a conseguir todos los colores posibles. En otras palabras, todos los colores primarios perfectos son completamente imaginarios, lo que implica que todos los colores primarios que se utilizan en las mezclas son incompletos o imperfectos.

CAPÍTULO VIII

INSTRUMENTAL ÓPTICO

VIII.1- Filtros

Así como lo describe Velázquez Posada (2004: p. 355): “La simple observación visual es, pues, incierta e insegura. Dos colores muy similares pueden corresponder a colorantes con diferentes espectros de absorción. Las semejanzas de tonalidad a la observación desnuda no demuestran, en consecuencia, que los trazos comprometidos hayan sido escritos con una misma tinta”.

La percepción del color va a depender tanto de la luz incidente como del propio objeto, pero también puede modificarse interponiendo un filtro entre el iluminante y el objeto, o entre este y el observador. En cualquiera de los casos, el cuerpo observado no ha sido modificado, pero si ha variado su percepción. Esta percepción del color junto a otros fenómenos, serán los que nos van a permitir discriminar dos tintas.

Por este motivo es que, luego de la constatación con luz blanca, corresponde análoga tarea utilizando filtros de colores destinados a aumentar o a reducir el contraste cromático.

Narcotti (2013: p. 72) afirma que: “los filtros no aumentan la intensidad de la luz que los atraviesa, sino todo lo contrario, absorbe o refleja la luz de color distinto al del filtro y por ello solo las longitudes de onda coincidentes con el color del filtro lo atraviesan y llegan a nuestros ojos, dando la sensación de un color incrementado en ese tono, ya que los restantes colores han sido eliminados de la composición de la imagen”.

Anteponiendo estos artilugios entre el ojo del observador y el soporte examinado se filtra la luz reflejada, difundida o transmitida por el documento. Si el filtro puede absorber cierto grupo de radiaciones presentes en alguno de los componentes de una de las tintas presentes en el documento pero no de otra, permitirá diferenciarlas.

VIII.1.a- Filtros de paso largo.

En primer lugar, se realizará el trabajo con cámara adaptada *full spectrum*, que se logra **retirando el filtro que incorpora el sensor de la cámara** y que está hecho para que sólo lleguen al sensor las ondas pertenecientes al espectro visible - pero esto lo veremos de forma más

detallada en otro capítulo-. A continuación, se aplica un filtro diferente, dejando pasar tan sólo las ondas que nos interesen, ya sea por la parte UV, visible o IR.

Los filtros de paso alto o hp, transfieren los componentes relacionados con las frecuencias altas y remueven los asociados a las frecuencias que están por debajo de una cierta frecuencia de corte.

Básicamente, se trata de ir filtrando las ondas a través de un sensor desnudo por lo que hay que ir probando con los filtros para conseguir hacer pasar sólo el espectro que nos interesa.

Narcotti (2013: p.76) indica que “una opción al elegir un tipo de filtro, la provee la empresa While Lee Filters, quienes además de producir los clásicos filtros de cristal tonalizado, ofrecen filtros de poliéster, los cuales, según sus productores, ofrecen cualidades superiores respecto de los filtros de gelatina”.

En tal sentido, los filtros de poliéster al ser impermeables pueden ser limpiados de manera fácil y segura. El espesor menor al de la gelatina hace que estos filtros tengan una alta eficiencia en la transmisión de la luz IR sin degradación de la imagen. Adicionalmente, el proceso de producción, al igual que en los filtros de cristal, asegura la fusión del colorante en el interior del polímero de poliéster, por lo que se garantiza que este perdure por más tiempo.

VIII.1.b- Filtros Lee.

Todos los filtros estándar están hechos de un PET (película de poliéster) recubierto de superficie delgada. Todos los filtros de alta temperatura (HT) están hechos de una película de policarbonato con superficie recubierta. Los filtros dicroicos están recubiertos en la superficie (con metales ultra delgados) de vidrio Borofloat.

Los filtros de poliéster se fabrican en un rollo maestro, el color se reviste sobre la superficie del material de base de poliéster transparente. Debido a que los filtros son muy finos (0,1 mm), la calidad óptica es alta. El poliéster es una alternativa buena y de bajo costo a la resina, pero debido al proceso de fabricación, no se dispone de graduaciones de poliéster.

El valor de Y , da un valor de la cantidad de luz blanca que transmite el filtro. Cuanto mayor sea el valor de Y , más claro será el filtro y viceversa. (Base de conocimientos de filtros Lee, s/f).

Las curvas de distribución espectral de energía (SPD, por sus siglas en inglés) indican el porcentaje de luz en cada longitud de onda del espectro visible que se transmite cuando se refleja luz a través del filtro. Con esos datos, se puede determinar qué partes constitutivas de la fuente se transmitirán y cuáles se reducirán.



Ilustración 1. Producto por lista numérica, valor de Y% y curva de distribución espectral de energía (SPD). Extraído de Base de conocimientos de filtros Lee.

VIII.2- Ángulos de incidencia de la luz respecto al estudio de Documentos

VIII.2.a- Iluminación Reflejada o Directa. La luz incide perpendicularmente en el documento sometido a estudio y por tanto se reflejará al máximo.

Este ángulo de incidencia solo pone de relieve las características más superficiales, como puede ser el “color aparente” de la tinta.

VIII.2.b- Iluminación Oblicua o Difusa. El ángulo de incidencia ahora será de unos 45°.

La luz oblicua permite ver la calidad y nitidez de los trazos, los sellos, la zona o espacio correspondiente a la fotografía en documentos de identidad, los fondos de seguridad, etc.

VIII.2.c- Iluminación Rasante. La fuente luminosa es paralela al papel o, mejor aún, formando un ángulo de uso 10° con respecto al documento.

Como la oblicua, permite observar el brillo superficial del papel, poniendo en evidencia sus diferencia en caso de que haya alteraciones o retoques, pero también el brillo de la tinta, así como el grado de penetración de la misma en el soporte y especialmente la rasante, pone en evidencia el relieve de los sellos en seco, por ejemplo.

La luz rasante va a ser la más útil a la hora de evaluar las posibles escrituras o marcas latentes existentes en el papel que se está analizando.

VIII.2.d- Iluminación Transmitida o Diascópica. La fuente de luz se ubica bajo el documento y por tanto debe atravesarlo para llegar al observador.

Este modo de iluminación permite opciones tales como: ver el color propio de la tinta; poner en evidencia borrados, raspados y cambios en la superficie del papel; revelar aquellas maniobras que altera la superficie del papel, tales como trasplantes, microimplantes, etc.; revelar los calcos y buscar encajes o correspondencia gramáticas; evidenciar las marcas de agua; estudiar algunos tipos de entrecruzamientos.

VIII.3- Fuentes de Luz Led

Un Led (acrónimo de la frase inglesa Light Emitting Diode) es un diodo emisor de luz.

Un Led es un dispositivo que en su interior contiene un material semiconductor que al aplicarle una corriente eléctrica produce luz.

Según Narcotti (2013: p. 145): “una de las características que más ha empujado el crecimiento en la implementación de los LEDs, es el diseño de las Fuentes de Luz Forense, es que estos pequeños dispositivos semiconductores, tiene todas las cualidades de las lámparas halógenas y de arco, siendo además tan eficiente que pueden ser alimentadas por pequeños voltajes, y por lo tanto ser utilizadas en la construcción de Fuentes de Luz Forense alimentadas a baterías” [...] “otra característica sobresaliente es su diversidad espectral y su cuasi monocromaticidad que permite seleccionar una longitud de onda con solo elegir el tipo de diodo, sin la necesidad de usar filtros”.

Cuando se suministra corriente a un Led, los electrones se mueven a través del semiconductor y algunos pasan a un estado energético más bajo. Durante el proceso, se emite la energía “excedente” en forma de luz. La longitud de onda (y por lo tanto, el color) se puede ajustar utilizando diferentes materiales semiconductores y procesos de manufacturados distintos. Es más, la difusión de la longitud de onda de la luz emitida es relativamente corta, por lo que los colores son más puros. No produce calor, lo que representa una gran ventaja para el examinador de documentos.

En el año 1962 fue creado el primer dispositivo Led, su creador fue Nick Holonyak, uno de los ingenieros de General Electric. Sin embargo, este dispositivo no adquiere popularidad hasta

que el científico japonés, Chuji Nakamura, descubre, en 1993, una fórmula más económica para crear luz azul utilizando nitruro de galio y nitruro de indio.

Actualmente, la mayor parte de LEDs se fabrican con materiales semiconductores compuestos tradicionales, como nitruro de galio (GaN) y nitruro de indio (InN). Sin embargo, también están empezando a aparecer los hechos de materiales orgánicos (los Oleds, Organic Light Emitting Diode). Los fabricados a base de polímeros (normalmente llamados PLED o PolyLED) ofrecen muchas de las ventajas de los tradicionales y a su vez pueden convertirse en fuentes de luz flexibles.

El color que adquiera la luz emitida por este dispositivo dependerá de los materiales utilizados en su fabricación. En realidad, dependerá del semiconductor, que dará una luz que puede ir entre el UV y el IR, incluyendo en el medio toda la gama de colores visibles al ojo humano. Los diodos emisores de luz que emiten luz UV también reciben el nombre de UV LED (Ultra Violet Light-Emitting Diode) y aquellos que emiten luz IR, son denominados IRED (Infra Red Emitting Diode).

Para la fabricación de luz blanca es necesario mezclar partes iguales de luz roja, verde y azul.

Tabla 2.

Compuestos empleados en la construcción de los LEDs desde el UV al IR pasando por el visible.

COMPUESTO	COLOR	λ (nm)
Arseniuro de galio (GaAs)	IR	940
Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs)	Rojo e IR	890
Arseniuro fosfuro de galio (GaAsP)	Rojo, naranja y amarillo	630
Fosfuro de galio (GaP)	Verde,	555
Nitruro de galio (GaN)	Verde,	525
Seleniuro de zinc (ZnSe)	Azul	

Nitruro de galio e indio (InGaN)	Azul	
Carburo de silicio (SiC)	Azul	450
Diamante (C)	UV	480

Nota. Recuperado de “Instrumentos de escritura manual y sus tintas”, Ezcurra Gondra M. y Grávalos G., 2010, La Rocca, p. 174.

VIII.4- Luminiscencia

Capello y otros (1983: p. 140) indican que “Por un fenómeno llamado *luminiscencia*, ciertos cuerpos, iluminados con una luz de determinada longitud de onda, emiten radiaciones luminosas de longitud de onda superior a la de la luz que reciben. Si dicha emisión perdura luego de la extinción de la fuente luminosa que la provoca, el fenómeno recibe el nombre de *fosforescencia*. En cambio, si la emisión cesa cuando se apaga la fuente luminosa, recibe el nombre de *fluorescencia*”.

Casi todos los procedimientos relacionados con la Documentología y procedimientos de imagen forense están relacionados con la fluorescencia UV, ya que tanto los agentes blanqueadores de papel (FWA, OBA), como los marcadores fluorescentes de documentos legales (DNI, Pasaportes, billetes) reaccionan ante esta iluminación.

CAPÍTULO IX

FOTOGRAFÍA DIGITAL Y ANÁLISIS ESPECTRAL

IX.1- Cámara Digital

“Una cámara digital es una cámara fotográfica que en vez de capturar y almacenar fotografías en películas fotográficas como las convencionales, captura la imagen mediante un sensor electrónico (Análisis sistémico de la cámara digital, 2010)”.

Este sensor genera una corriente eléctrica de acuerdo con la cantidad de luz que recibe en cada uno de sus miles de puntos fotosensibles y distingue las variaciones de luz, pero no de colores. Para poder captar todas las tonalidades de color se ubican sobre el sensor un pequeño filtro con los colores rojo, verde y azul. Esta información es enviada luego a un procesador de imagen denominado DAC (Convertor Analógico Digital), que analiza los datos referidos al brillo y colores enviados por el sensor, reconstruye la imagen y la almacena en la memoria de la cámara.

Las cámaras digitales pueden poseer dos tipos de tecnologías diferentes de acuerdo al tipo de sensor empleado: CCD que tiene una gran sensibilidad a la luz y un mayor costo, utilizado en cámaras compactas y semiprofesionales, y CMOS, que es menos sensible a la luz y menos costoso, y es empleado en cámaras de baja resolución y webcams.

IX.2- Definición de Fotografía Digital

La palabra fotografía digital deriva del griego “phos”- luz y “ypahis”-diseñar, escribir.

“La fotografía digital es el arte de producir imágenes mediante un sensor electrónico, que es capaz de convertir la señal luminosa en digital para almacenarla luego en una memoria (Conceptos de fotografía digital, 2019).”.

Una de las mayores diferencias entre la fotografía digital y la analógica, radica en la manera en que se graba la imagen. En la película tradicional, la luz impresionaba en una película (negativo) que debía revelarse en un laboratorio para obtener la fotografía sobre un formato de papel fotográfico. En la fotografía digital, la luz impresiona en un sensor electrónico (CCD o CMOS) que convierte la señal lumínica en una señal digital, es decir, una señal binaria, compuesta por unos (luz) y ceros (sombra). Las combinaciones de ceros y unos, posteriormente se interpretan como una imagen.

IX.3- Fotografía Digital “Full Spectrum”

Las cámaras están diseñadas para bloquear ciertas partes del espectro de la luz, como los rayos UV y los rayos infrarrojos, cuando se está tomando fotos. Sin embargo, teniendo en cuenta todo el espectro para ser utilizado en la fotografía puede ser útil para las investigaciones forenses. Si se requiere tomar fotos a todo el espectro, habrá que modificar la cámara.

Para nuestro particular interés, la construcción de las cámaras digitales se realiza en torno de un sensor (CCD) capaz de capturar la luz que incide sobre él, quien por defecto tiene la capacidad de “ver” más allá del color rojo, en la región conocida como IR Cercano (700-1000 nm). Esta característica, muy molesta para los fabricantes de cámaras fotográficas debido a los defectos en las imágenes ordinarias que produce la incidencia simultánea de la luz blanca e IR sobre el sensor, es prevenida mediante la protección del CCD con un filtro (Hot Mirror) que sólo deja pasar la luz blanca. En la práctica, las cámaras digitales son capaces de capturar imágenes IR, debido a la ineficiencia de estos filtros. Sin embargo, esta porción del espectro IR que llega hasta el sensor es insuficiente para la extracción de información que permita distinguir entre tintas, por la cual si se quiere explotar la sensibilidad del sensor, es necesario la remoción de este filtro IR. De esta forma, una vez que la cámara fotográfica ha sido desprovista de su Hot Mirror, la misma se encuentra en condiciones de captar parte de luz UV, luz blanca y radiaciones del “IR cercano”. Una cámara en estas condiciones se denomina “full spectrum”, dado que puede detectar radiaciones que van desde los 350 a los 1000 nm.

Tal como lo afirmó Narcotti (2013: p.68): “la posibilidad de retirar el filtro Hot Mirror, el que como hemos visto es el responsable de reducir drásticamente la llegada de la luz IR al sensor. Con esta modificación una cámara queda convertida en un dispositivo conocido como full spectrum, o espectro total, ya que las radiaciones UV, visible e IR, llegan sin mayor atenuación al sensor”.

Modos de Captura. Si bien un dispositivo “full spectrum” puede captar imágenes en un amplio rango del espectro, es sólo bajo un ámbito de iluminación controlado y con la aplicación de filtros adecuados que puede brindar información vital sobre el documento. Dependiendo de las condiciones lumínicas en las que se realice la fotografía, los modos de captura de las imágenes se pueden clasificar en *Fotografía por Reflexión* y *Fotografía por Luminiscencia*.

Mientras en el primer método las imágenes se obtienen a partir de la capacidad que tienen o no, las distintas tintas de reflejar la luz incidente; el segundo se vale de la cualidad que presentan ciertas tintas de fluorescer cuando son iluminadas con longitudes de onda corta.

IX.4- Datos “EXIF” o Metadatos Fotográficos

Los datos EXIF se refieren a la sigla Exchangeable Image File (archivo de imagen intercambiable) y son los datos estandarizados que acompañan a la fotografía cuando tomamos una foto. Es un conjunto de metadatos que forma parte de la fotografía.

Reis (2007: p. 77) efectúa la definición de metadatos de la siguiente manera: “en un archivo de imagen, los metadatos son los datos que no describen el contenido pixel por pixel de la imagen, sino que incluyen la información generada por las cámaras digitales, tales como la marca y el modelo de la cámara, la resolución la velocidad de obturación, la apertura, ISO, la fecha y hora cuando la imagen fue digitalizada, el espacio de color y la resolución del pixel. También incluye información que puede ser generada por el sistema operativo o el software que se utiliza para abrir o guardar la imagen, tales como el nombre y versión del software que se utiliza para procesar la imagen, la fecha y hora del archivo que se ha descargado y modificado y la información sobre cualquier procedimiento que se aplica a la imagen. Todos estos metadatos son generados automáticamente por las cámaras digitales, sistemas operativos y software de imagen”.

Los metadatos también pueden incluir la información ingresada por un individuo.

Nuestro principal interés se centra en los metadatos asociados con la captura de imágenes para que en el caso que otro operador trate de reproducir las condiciones de la captura, pueda lograrlo.

En una imagen los metadatos se pueden introducir como Keywords o palabras clave y datos IPTC. Las palabras clave son útiles para ayudar a localizar imágenes específicas (por ejemplo fotografía tomada por operario “López” en el año “2015”), se dividen en categorías que pueden establecer criterios como ser, el nombre del operario e información de jurisdicción, así a futuro se pueden localizar las imágenes que contienen palabras claves específicas dentro de las categorías.

IPTC, estándar controlado y definido por el International Press Telecommunications Council (Consejo Internacional de Prensa y Telecomunicaciones), del cual toma su nombre, nació en 1979 como sistema para documentar y codificar las noticias en formato texto enviadas por medios electrónicos a las agencias de prensa.

Este grupo de metadatos está constituido por información que debe ser introducida manualmente y de forma masiva en las fotografías con la ayuda de software una vez que se han descargado en el ordenador. Estos metadatos nos permiten documentar las imágenes con información sobre qué contienen, donde se ha realizado la fotografía o los datos del autor. Toda esa información se introduce en los campos estructurados del IPTC. Estos datos van a ser de gran utilidad para el técnico y para los potenciales destinatarios de las imágenes, o simplemente para poder buscar y almacenar organizadamente mediante el uso de un software de archivo y catalogación. Las fotografías contendrán dentro de todos los detalles que se deseen, facilitando su identificación desde todos los puntos de vista.

Si bien la mayoría de los campos están pensados para catalogar fotografías desde el punto de vista de las agencias de prensa, hay muchos que pueden ser útiles para las ciencias forenses, reutilizando estos campos para nuestro propio interés.

IX.5- Análisis Espectral

En esta técnica el objeto es iluminado por una serie de bandas estrechas de longitudes de onda de luz desde el ultravioleta (UV) a través del espectro visible y el infrarrojo (IR). Se toma una imagen del objetivo cuando se expone a cada longitud de onda y se apila la serie resultante de imágenes. Así se forma un mapa espectral del objeto.

Para Ezcurra Gondra y Grávalos (2010: p. 180-181): “Su ventaja principal se basa en la información incorporada en la imagen porque son una serie de imágenes recogidas en función de la longitud de onda” [...] “las imágenes hiperespectrales amplían o mejoran la capacidad de detección de diferencias y su distribución espacial debido a la combinación entre imagen digital y espectroscopia. Puesto que las diversas tintas tienen diferentes formulaciones, cualidades como la absorción, reflexión o las propiedades de luminiscencia, se percibirán desiguales.”

MARCO
METODOLÓGICO

Marco Metodológico

Diseño de Investigación

El presente trabajo se realizó en base a una modalidad de **campo**, debido a que la información y los datos se extrajeron/recolectaron directamente de la unidad de observación. El alcance se estableció como **descriptivo** debido a que se buscó especificar en forma detallada las características del fenómeno sometido a estudio. El tiempo fue de estilo **transversal** debiéndose a que el estudio observacional de las variables de interés se realizó en un solo punto de tiempo. Finalmente el diseño tipo **experimental** se estableció ya que las variables fueron deliberadamente controladas para delimitar la relación entre ellas.

El Universo de la investigación resultaba amplio debido a la existencia de bolígrafos de infinitas marcas, formas, tamaños y colores; pero la presente muestra fue conformada por bolígrafos negros y azules, de diez marcas diferentes; como técnica de recolección de datos se optó por muestreo intencional, ya que se definieron las características que presentarían cada una de las muestras a analizar, siguiendo criterios a los fines pertinentes, estableciéndose etapas para la obtención de la misma, y las unidades de observación fueron las reacciones físicas de los bolígrafos ante diferentes iluminaciones y filtros.

La operacionalización de objetivos se llevó adelante primeramente diseñando y confeccionando un instrumento -“*Ilumi-Naty*”-, con el cual se pudo controlar el uso de luces RGB, UV e IR, así como también filtros de color azul, verde, rojo, anaranjado, amarillo e infrarrojo. Seguidamente se tomaron muestras con los bolígrafos, confeccionando escritos en dos tiempos de ejecución, para posteriormente fotografiar con la cámara full espectro.

Una vez obtenidas las fotografías, se procedió a analizar los datos recolectados de las mismas para lograr determinar la eficacia del instrumento en la discriminación de tintas, ello se realizó por medio del cálculo de resultados positivos (resultados que logren arrojar diferencias entre las tintas, cuando estas lo sean) x 100, y luego se divide ese producto entre el total de los resultados obtenidos.

Materiales utilizados

A continuación se presentan los materiales empleados para la realización del trabajo experimental y el desarrollo del proyecto.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

- Cámara fotográfica digital marca “General Electric” (convencional)



Ilustración 2. Cámara fotográfica digital marca “General Electric” empleada en el proyecto.

- Cámara fotográfica digital marca “Canon” (modificada/sin filtro Hot Mirror)



Ilustración 3. Cámara fotográfica digital marca “Canon” empleada en el Ilumi-Naty.

- Dos Memorias Micro SD con sus adaptadores



Ilustración 4. Memoria SD de 1GB marca “SAMSUNG” con adaptador (izquierda) – Memoria SD de 4GB marca “Kingston” con adaptador (derecha).

- Un pendrive de 16GB marca “Kingston”



Ilustración 5. Pendrive de 16GB marca “Kingston” empleado en el proyecto.

- Un cargador compacto marca “Energizer” con pilas recargables +AA



Ilustración 6. Cargador compacto marca “Energizer” con pilas recargables +AA.

- Un cable alargador marca “SICILIA”



Ilustración 7. Cable alargador marca “SICILIA” empleado en el proyecto.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

- Un taco o block de notas marca “Congreso”. Las dimensiones de las hojas son 90 x 90mm., papel obra de gramaje 70 g/m².



Ilustración 8. Taco de papel utilizado en el proyecto.

- Diez bolígrafos de cromaticidad negra, cuyas marcas comerciales son:

1. “Bic Cristal” Fina



Ilustración 9. Bolígrafo negro "Bic Cristal" Fina.

2. “Faber-Castell”



Ilustración 10. Bolígrafo negro “Faber-Castell”.

3. “Luxor”



Ilustración 11. Bolígrafo negro “Luxor”.

4. “SABONIS”



Ilustración 12. Bolígrafo negro “SABONIS”.

5. “Filgo”



Ilustración 13. Bolígrafo negro “Filgo”.

6. “Util UNO”



Ilustración 14. Bolígrafo negro “Util UNO”.

7. “PARKER”



Ilustración 15. Bolígrafo negro “PARKER”.

8. “UNI SA-S”



Ilustración 16. Bolígrafo negro “UNI SA-S”.

9. “Pelikan” Tango



Ilustración 17. Bolígrafo negro “Pelikan” Tango.

10. “MICRO”



Ilustración 18. Bolígrafo negro “MICRO”.

- Diez bolígrafos de cromaticidad azul, cuyas marcas comerciales son:

1. “Filgo”



Ilustración 19. Bolígrafo azul “Filgo”.

2. “Util UNO”



Ilustración 20. Bolígrafo azul “Util UNO”.

3. “Faber-Castell”



Ilustración 21. Bolígrafo azul “Faber-Castell”.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

4. “Bic” Opaco



Ilustración 22. Bolígrafo azul “Bic” Opaco.

5. “Bic Cristal” Fina



Ilustración 23. Bolígrafo azul “Bic Cristal” Fina.

6. “Paper Mate”



Ilustración 24. Bolígrafo azul “Paper Mate”.

7. “Genko”



Ilustración 25. Bolígrafo azul “Genko”.

8. “BOCAI”



Ilustración 26. Bolígrafo azul “BOCAI”.

9. “BEIFA”



Ilustración 27. Bolígrafo azul “BEIFA”.

10. “consul TRIO”



Ilustración 28. Bolígrafo azul “consul TRIO”.

I- **Diseño y Armado del instrumento “Ilumi-Naty”**

I.a- Modelado virtual del “Ilumi-Naty”. En principio, se inició con el diseño del instrumento “Ilumi-Naty” mediante el programa informático Autocad, y AutoCAD 3Dmax, donde en primer lugar se trató de realizar un esqueleto quedando de la siguiente manera:

- Estructura de caño de 20x20cm. que funcionaría como “esqueleto” o soporte del aparato y sus diferentes componentes.



Ilustración 29. Esqueleto o soporte de “Ilumi-Naty”.

- Luego al esqueleto se lo dividió en diferentes niveles, iniciando con un nivel inferior el cual sería la base donde se coloca el documento.

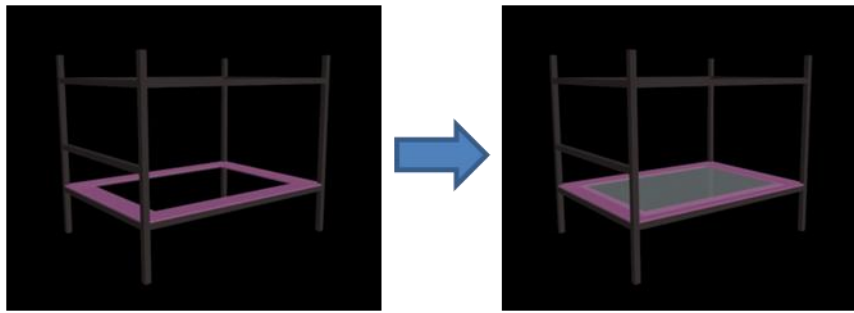


Ilustración 30. División de niveles: inferior.

- Seguidamente se agregó un segundo nivel, en este caso superior, que sería el que soporte la estructura selectora de filtros y poseería un orificio por donde se visualizaría el documento. Asimismo se le colocó una tapa superior y una base, y una compuerta por donde se ingresarían los documentos.

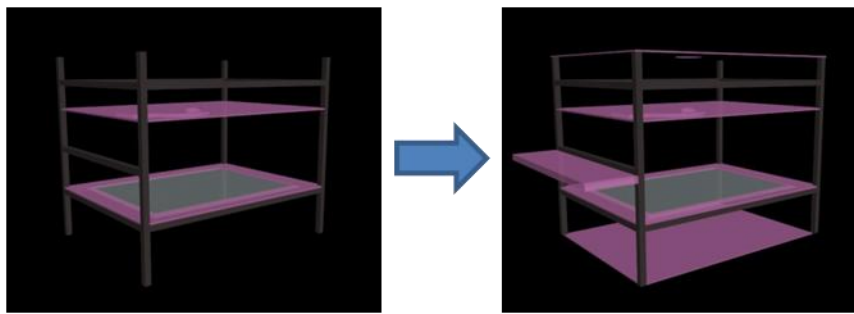


Ilustración 31. División de niveles: superior, tapas superior e inferior.

- A continuación se colocaron a la estructura virtual, las luces superiores e inferior, también se posicionó el tablero comando controlador y el selector de filtro.

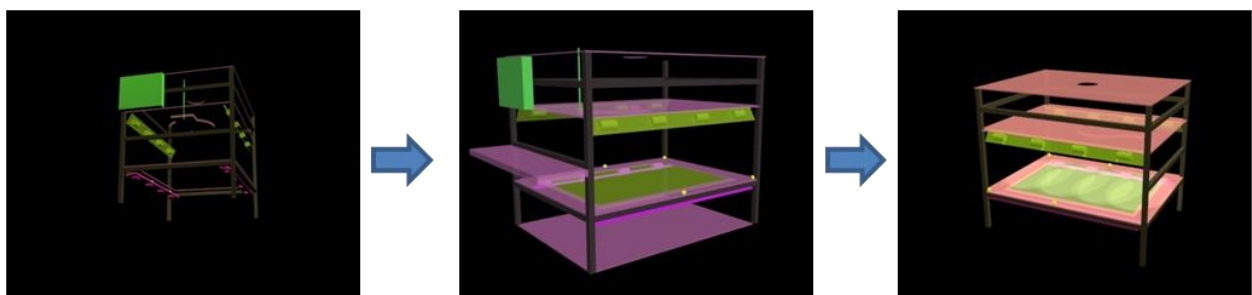


Ilustración 32. Colocación de luces superiores e inferior, tablero de control y selector de filtros.

- Una vez posicionados todos los elementos en la maqueta virtual se prosiguió con el cerrado de la estructura.

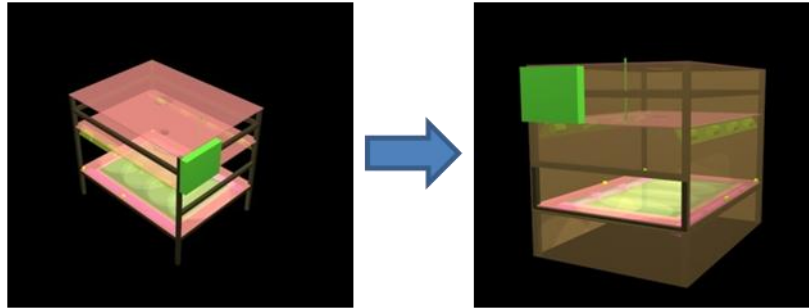


Ilustración 33. Cerrado de la estructura.

- Maqueta finalizada. Esta tiene por objetivo visualizar el posible desarrollo de la estructura necesaria para mejorar su fabricación, facilitando así la técnica de construcción y corrección de errores en caso de haberlos.

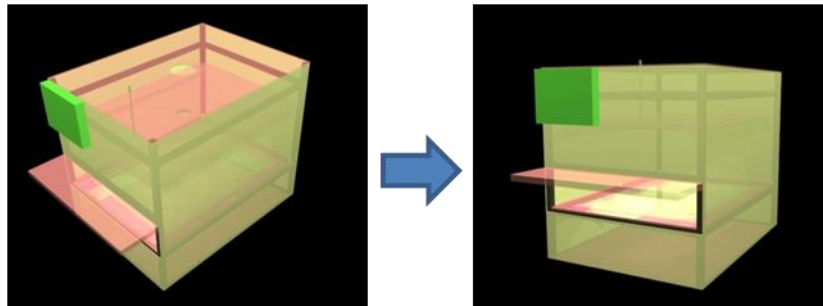


Ilustración 34. Diseño final de la maqueta "Ilumi-Naty".

I.b- Fabricación y armado de las piezas del "Ilumi-Naty". Una vez culminado el modelo en tres dimensiones y en forma virtual, se dio inicio a la fabricación de las piezas que en su conjunto forman parte del equipo:

Se comenzó con el torneado de un cilindro de aluminio que en un extremo se ajusta perfectamente a la cámara a utilizar, sin afectar su correcto funcionamiento, y que a su vez por el extremo contrario, cumple con la función de unirse al orificio que posee el selector de filtros, que es el lugar por donde se visualizan los diferentes filtros.



Ilustración 35. Torneado de un cilindro de aluminio que se ajusta a la cámara por un extremo, y por el otro extremo se ajusta al selector de filtros.

Esta pieza cobra suma importancia porque es la que posibilita obtener visualización de la cámara y poder medir la distancia concreta que existe entre el objeto, los filtros y la cámara, es por ello que en primer lugar se procede a la fabricación de este elemento.

Seguidamente, se colocó la cámara en la posición correspondiente y el selector de filtro, luego se dibujó un cuadrado de 10x10cm en un papel, se puso en funcionamiento la cámara y se visualizó en pantalla el momento en el que se hizo foco completamente, y una vez visualizado el documento en forma completa y correcta, se midió la distancia existente entre el documento y la cámara (distancia focal) siendo aproximadamente unos 15 cm. Esta distancia resultó de suma importancia al momento de dimensionar el aparato.

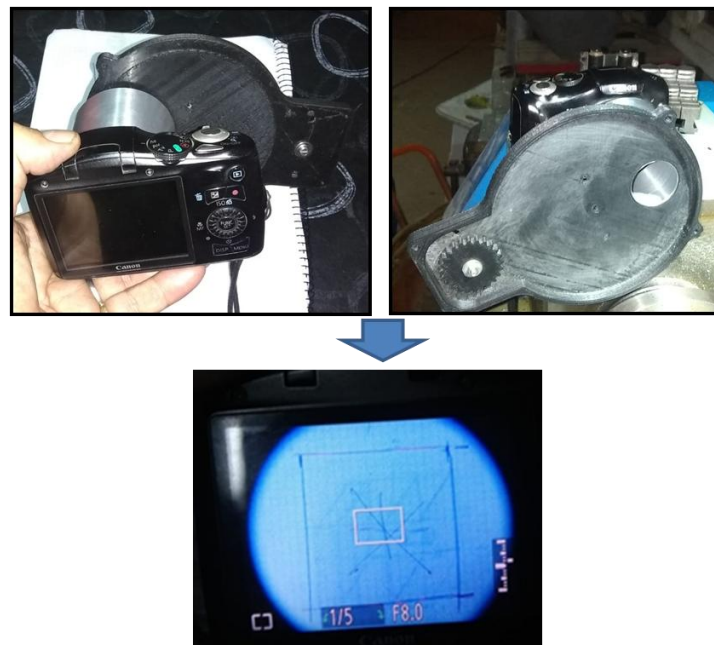


Ilustración 36. Prueba de distancia focal entre el objeto, los filtros y la cámara.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Una vez obtenida la medida anterior, se consiguió un panel plafón led cuadrado de 18W, de luz blanca fría, de dimensiones 30x30cm x 4cm., que funciona como base donde se colocan los documentos y que puede iluminar el documento desde abajo, es decir, luz transmitida.



Ilustración 37. Panel plafón led cuadrado que funciona como base para los documentos y que puede iluminar con luz transmitida.

Ya contando con las dimensiones de distancia focal y de la base, se comenzó a realizar la estructura o esqueleto. Para ello se utilizó ángulo de 1/2 x 3/8 para lo cual se recortan 4 de 40cm para los costados, y 8 de 30cm para las bases, se perfilan y se sueldan. Se elabora la base, y se coloca el plafón para verificar que él mismo entre correctamente.

Luego, sobre la misma base se realiza la base superior, obteniendo de esta forma dos cuadrados de 30cm x 30cm aproximadamente, los cuales se sueldan y se pulen para después soldarle los cuatro hierros en sus esquinas correctamente escuadradas, obteniendo una especie de cubo.



Ilustración 38. Realización de estructura inicial o esqueleto.

Una vez culminada la estructura, se procedió a cerrar la misma colocando para ello chapa galvanizada, que se recortó y se soldó a la estructura, también se recortó y plegó los recortes de chapa que son removibles en la estructura, que fueron colocados con tornillos.



Ilustración 39. Cerrado de estructura y colocación de tornillos en tapas removibles.

Posteriormente, se realizaron las perforaciones necesarias para la apertura por donde se coloca la cámara y el filtro, la puerta por donde se ingresan y extraen los documentos, las perforaciones que sujetan a las partes removibles, y también los encastrados donde se fijó el panel controlador de luces.



Ilustración 40. Perforaciones necesarias en la chapa.

A continuación y terminando con la estructura y el cerrado, se colocó la base que sujeta al cilindro de aluminio necesario para ligar la cámara modificada con el selector de filtro.

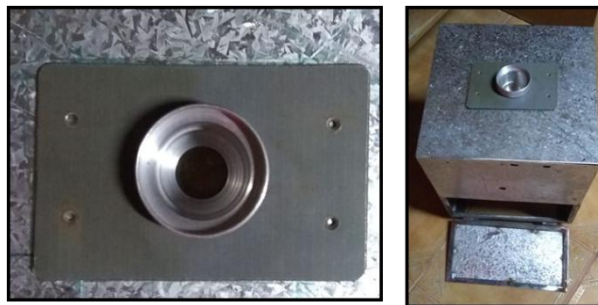


Ilustración 41. Base que sujeta al cilindro de aluminio que conecta la cámara modificada con el selector de filtro.

I.c- Ensamblado y conexiones del sistema eléctrico del “Ilumi-Naty”. Culminada la estructura y las piezas necesarias se procede a colocar el sistema eléctrico.

El ensamblado y conexión del sistema eléctrico inició con un *cooler*, que es un ventilador de enfriamiento de CPU de escritorio unido a un disipador, al cual se le añadió tres leds tipo estrella de 3W de potencia y de diferente luminosidad, es decir, uno IR de 850 nm, otro luz blanca fría y por último uno de luz UV de 420nm.



Ilustración 42. Cooler de CPU.



Ilustración 43. Led tipo estrella de 3W.

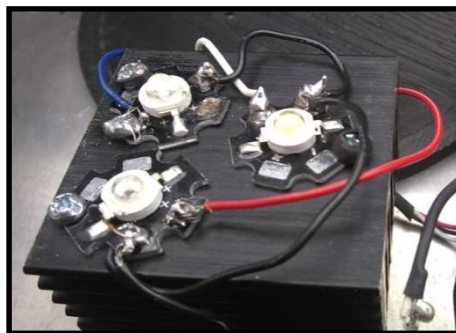


Ilustración 44. Cooler más leds tipo estrella de 3W: IR de 850 nm, luz blanca fría y UV de 420nm

En la parte superior, al lado del cooler, se colocaron las tiras led RGB por debajo de la base que sostiene la selectora de filtros tal como se observa en la siguiente ilustración.

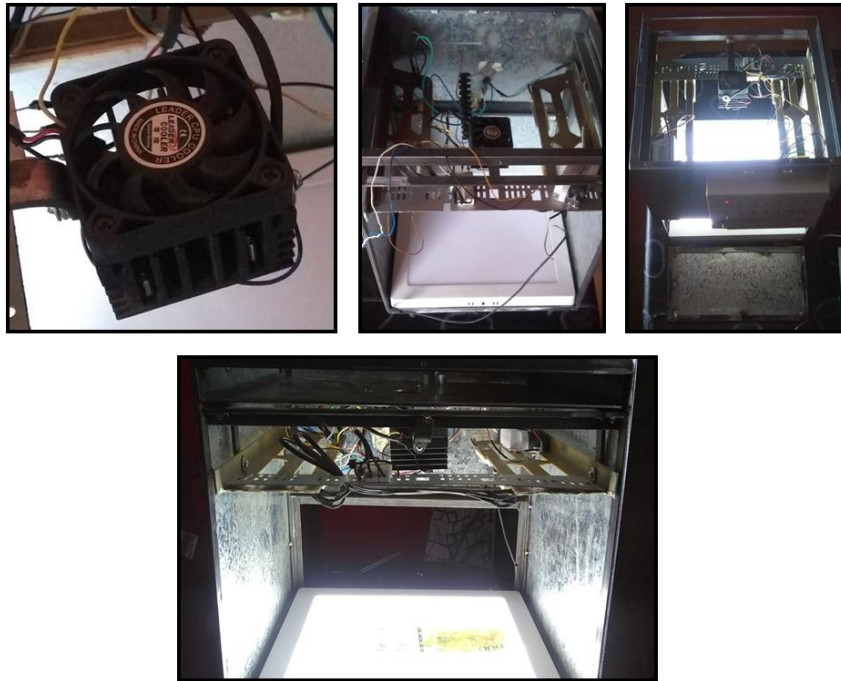


Ilustración 45. Cooler más tiras led RGB en diferentes vistas.

Posteriormente se conectan los cables a un conector, y conjuntamente a un tablero de control, que conecta con ocho llaves de dos puntos necesarias para encender-apagar.

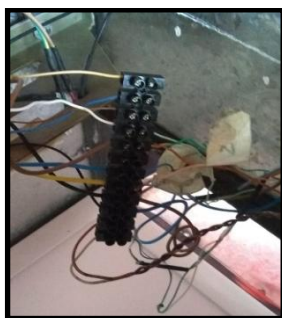


Ilustración 46. Conector.



Ilustración 47. Tablero de control ocho llaves de dos puntos.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Por último, solo restó por comprobar el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica sobre la base estructural y se procedió a la colocación y asignación de los filtros a implementar.



Ilustración 48. Comprobación de funcionamiento de la instalación eléctrica.



Ilustración 49. Asignación de los filtros a implementar.

El selector de filtro posee 6 orificios y en cada uno de ellos se colocó un filtro del Muestrario de la marca “LEE Filters”.



Ilustración 50. Selector de filtro de 6 orificios.



Ilustración 51. Muestrario de “LEE Filters”.

Los filtros elegidos fueron colocados en el seleccionador de filtros en el siguiente orden –giro hacia la derecha-: *Deep Blue* (listado numérico: 120), *Aurora Borealis Green* (listado numérico: 740), *Blood red* (listado numérico: 789), *Chrome Orange* (listado numérico: 179), *Light Red* (listado numérico: 182), y por último *Yellow* (listado numérico: 101).

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

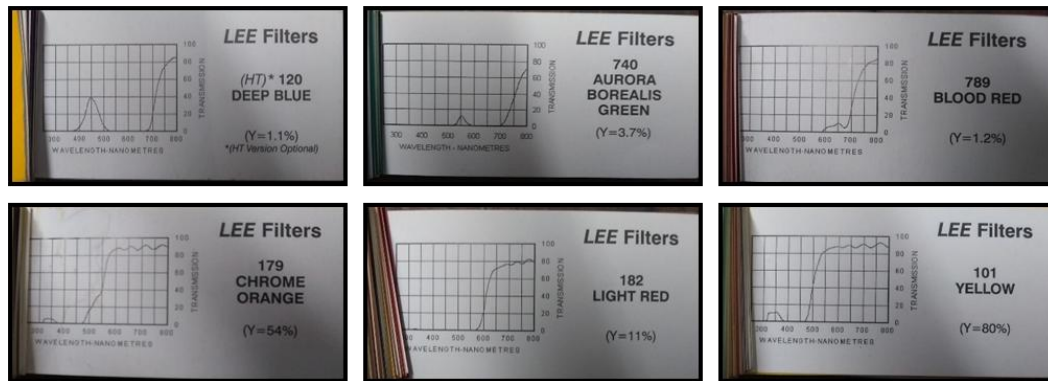


Ilustración 52. Filtros seleccionados con sus correspondientes valores de Y%, y las curvas de distribución espectral de energía (SPD).

Finalmente se procedió a realizar pruebas con el equipo para verificar que todo y cada uno de los elementos funcionen correctamente para poder darle los ajustes finales, quedando establecido un equipo capaz de iluminar con:

1. Luz blanca fría en forma transmitida (inferior).
2. Luz led blanca fría en forma directa (superior).
3. Luz led verde en forma directa (superior RGB).
4. Luz led roja en forma directa (superior RGB).
5. Luz led azul en forma directa (superior RGB).
6. Luz led infrarroja en forma directa (superior).
7. Luz led ultravioleta en forma directa (superior).

II- Parte experimental:

II.a- Procedimiento para la obtención de muestras en papel. Para llevar a cabo el estudio se utilizaron 90 papeles, los cuales fueron escritos con los bolígrafos de cromaticidad negra y azul, y posteriormente adulterados.

En principio, se rotuló cada uno de los bolígrafos de cada color con una denominación determinada e irrepetible, siendo las mismas:

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo



Ilustración 53. Denominación única e irrepetible de bolígrafos negros.



Ilustración 54. Denominación única e irrepetible de bolígrafos azules.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Seguidamente se establecen las combinaciones de bolígrafos a utilizar para realizar tanto el escrito original como las adulteraciones aditivas de cada uno de ellos. Las combinaciones se establecen de la siguiente manera:

BOLÍGRAFOS NEGROS			BOLÍGRAFOS AZULES						
Bolígrafo	Combinación con	Total de combinaciones	Bolígrafo	Combinación con	Total de combinaciones				
N1	N2	9	A1	A2	9				
	N3			A3					
	N4			A4					
	N5			A5					
	N6			A6					
	N7			A7					
	N8			A8					
	N9			A9					
	N10			A10					
N2	N3	8	A2	A3	8				
	N4			A4					
	N5			A5					
	N6			A6					
	N7			A7					
	N8			A8					
	N9			A9					
	N10			A10					
	N3			N4		7	A3	A4	7
N5		A5							
N6		A6							
N7		A7							
N8		A8							
N9		A9							
N10		A10							
N4		N5	6	A4	A5			6	
		N6			A6				
	N7	A7							
	N8	A8							
	N9	A9							
	N10	A10							
N5	N6		A5	A6					

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

	N7	5		A7	5
	N8			A8	
	N9			A9	
	N10			A10	
N6	N7	4	A6	A7	4
	N8			A8	
	N9			A9	
	N10			A10	
N7	N8	3	A7	A8	3
	N9			A9	
	N10			A10	
N8	N9	2	A8	A9	2
	N10			A10	
N9	N10	1	A9	A10	1

Tabla 2. Tabla de combinaciones de bolígrafos, donde la letra “N” corresponde a “Negro” y “A” a “Azul”, y los números de 1 al 10 corresponden a la cantidad de 10 bolígrafos por color.

A continuación se procedió a realizar los escritos sobre los papeles: se comenzó por escribir en la cara anterior de cada papel, más específicamente en el sector superior izquierdo, la denominación del bolígrafo con el cual se escribió seguidamente la cifra numérica original, pero en el sector central de la hoja. En un paso posterior, se realizó la captura fotográfica del documento con sus escritos originales.

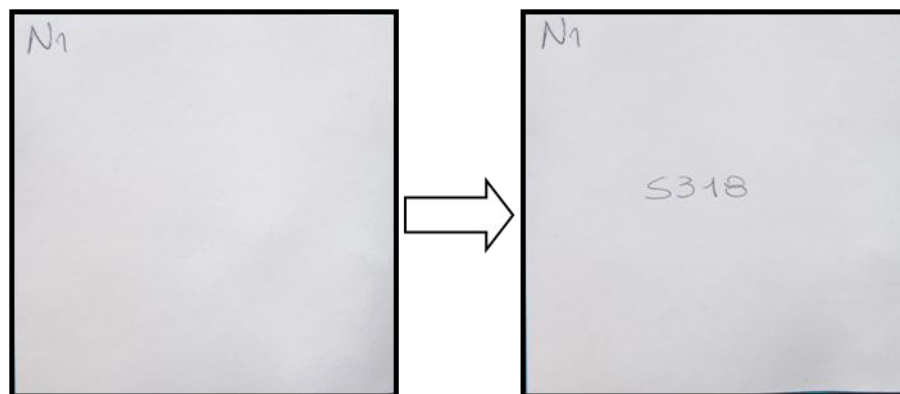


Ilustración 55. Bolígrafo negro: denominación del primer bolígrafo (izquierda) - cifra original (derecha).

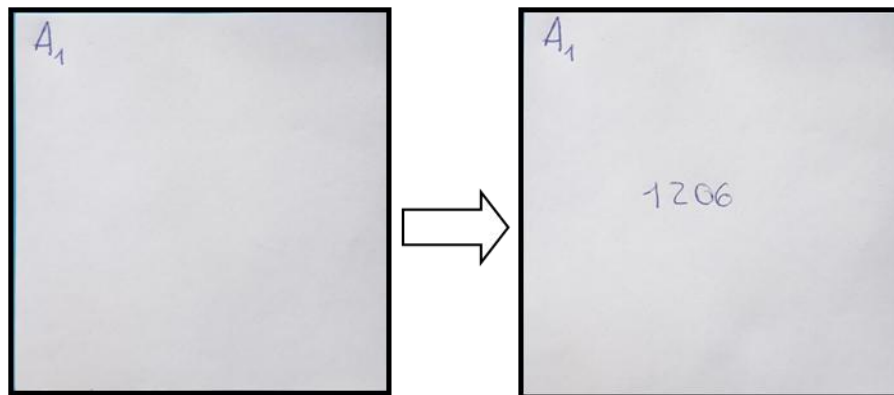


Ilustración 56. Bolígrafo azul: denominación del primer bolígrafo (izquierda) - cifra original (derecha).

Luego, en el sector inferior izquierdo, se procedió a escribir la denominación del bolígrafo con el cual luego se procedió a realizar la adulteración mediante las maniobras aditivas de enmienda y agregado, realizadas en forma aleatoria por medio de las combinaciones antes detalladas, resultando en cifras numéricas de cuatro o cinco cifras. Finalmente se tomaron las capturas fotográficas del documento ya adulterado con cámara convencional.

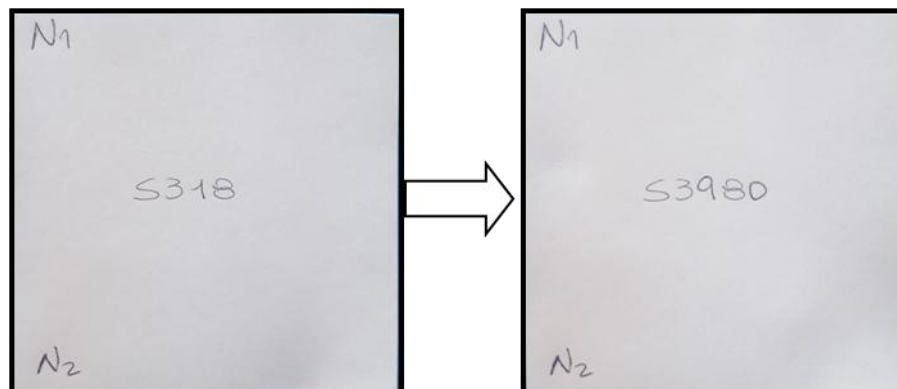


Ilustración 57. Bolígrafo negro: denominación del segundo bolígrafo (izquierda) - cifra adulterada (derecha).

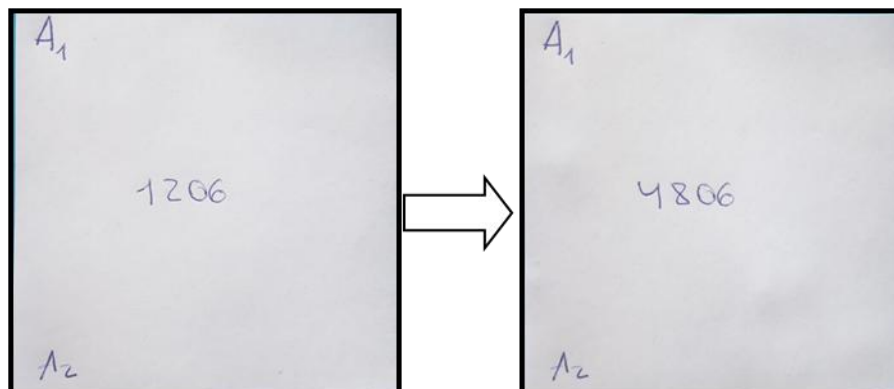


Ilustración 58. Bolígrafo azul: denominación del segundo bolígrafo (izquierda) - cifra adulterada (derecha).

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Cabe destacar que cada uno de los papeles recibió un número con el fin de llevar un conteo preciso de los papeles que conformaban la muestra.

Es por el procedimiento llevado a cabo anteriormente, que se llegó a confeccionar 45 papeles con los bolígrafos negros, es decir, el bolígrafo N1 se modificó con N2, N3, N4... hasta llegar a N10, y luego se siguió en otro papel con el bolígrafo N2, que se modificó con N3, N4, N5 y así sucesivamente hasta llegar al N9, finalmente modificado con N10. Luego se repitió el procedimiento con los bolígrafos de cromaticidad azul, también conformando la cantidad de 45 papeles con este color, obteniendo de esta manera un total de **90 muestras**.

II.b- Procedimiento para la obtención de fotografías de las muestras. Para las fotografías con luces y filtros, y tal como ya se describió, primero se tomaron capturas en modo convencional para dejar por sentado como quedaron las muestras obtenidas, así como también para alcanzar a documentar en detalle las adulteraciones y así lograr finalmente, las comparaciones de ellas frente a las fotografías tomadas mediante el uso de luces y filtros.

Seguidamente se establece la combinación de luces y filtros para realizar posteriormente las capturas fotográficas por métodos de Reflexión y Luminiscencia, mediante el uso del instrumento “*Ilumi-Naty*”:

Captura por Reflexión	Luz	Filtro	Grupos	Cantidad de combinaciones por grupo	TOTAL de combinaciones
	(1) UV	-	-	-	4
	(2) Azul	(a)Azul	2.a	1	
	(3) Verde	(b)Verde	3.b	1	
	(4) Rojo	(e)Rojo	4.e	1	
	(5) IR	(f)IR	5.f	1	
Captura por Luminiscencia	Luz	Filtro	Grupos	Cantidad de combinaciones por grupo	TOTAL de combinaciones
	(1) UV	(a) Azul	1.a	6	
		(b) Verde	1.b		
		(c) Amarillo	1.c		
		(d) Naranja	1.d		
		(e) Rojo	1.e		

		(f) IR	1.f		15
	(2) Azul	(b) Verde	2.b	5	
		(c) Amarillo	2.c		
		(d) Naranja	2.d		
		(e) Rojo	2.e		
		(f) IR	2.f		
	(3) Verde	(c) Amarillo	3.c	4	
		(d) Naranja	3.d		
		(e) Rojo	3.e		
		(f) IR	3.f		
	(4) Rojo	-	-	-	
	(5) IR	-	-	-	

Tabla 3. Tabla de combinaciones de luces y filtros para captura por Reflexión y Luminiscencia.

El paso siguiente, consistió en comenzar a probar con el **Modo Manual** de la cámara modificada, variando tres de los parámetros fundamentales de toda captura fotográfica, que son tiempo de exposición, número f , e ISO, también llamado *Triángulo de exposición*. Con ellos, se maneja el movimiento, la profundidad de campo y la sensibilidad a la luz.

Cabe aclarar, que previo a realizar las pruebas antes nombradas, se ajustaron algunas configuraciones de cámara para obtener las capturas en las mejores condiciones que se logren alcanzar. Para ello, se programó la cámara digital modificada:

- Cámara en **modo manual "M"**.
- El **sistema de enfoque** fue seleccionado en modo **macro normal**.
- La **cámara** fue programada para que saque la fotografía a 10 segundos desde el momento en que se presiona el disparador, para evitar capturas fotográficas borrosas.
- El **acercamiento** o zoom se seleccionó a 15cm con el fin de recortarlas posteriormente sin perder calidad de imagen, es decir, que la misma no se pixele.

Seguidamente, se presentan una serie de aclaraciones respecto al trabajo realizado con la cámara digital modificada, a fin de mejorar el entendimiento:

CÁMARA DIGITAL CANON PowerShot SX150 IS



Ilustración 59. Ilustración de cómo seleccionar las configuraciones manuales de cámara. Imágenes propiedad del Manual de Usuario de la cámara.

Referencias numéricas:

1. Botón ON/OFF, encendido o apagado.
2. Dial seleccionador de *modo*.
3. Palanca de zoom.
4. Botón de disparo, que al presionar hasta la mitad realiza también la acción de enfocar.
5. Pantalla de cámara.
6. Selección de modo *macro*.
7. Temporizador.
8. Dial para manejar los parámetros de tiempo de exposición y número *f*.
9. Selección de parámetro ISO.
10. Botón de reproducción.
11. Ajustes en parámetros de tiempo de exposición y número *f*, y eliminar fotografía.

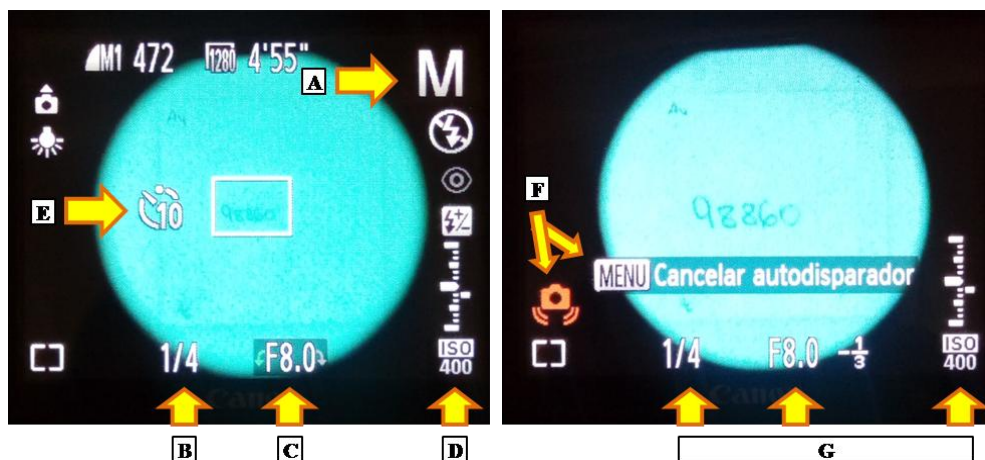


Ilustración 60. Ilustración acerca de lo que se observa en la pantalla de la cámara al trabajar modo manual.

Referencias alfabéticas:

- A. Modo Manual “M”.
- B. Tiempo de exposición.
- C. Número *f*.
- D. ISO.
- E. Temporizador (10 segundos) antes de presionar el botón de disparo.
- F. Luego de presionar el botón de disparo se activa el autodisparador.
- G. Las configuraciones de tiempo de exposición, número *f* y el ISO mantienen los valores luego de presionar el botón de disparo.

Las pruebas realizadas previamente sirvieron para establecer los parámetros fijos a utilizar en las fotos, y de ellas surgió la siguiente tabla, que detalla las configuraciones de cámara utilizados en los casos para los 90 papeles.

El resultado total de fotografías tomadas según los modos de captura por Reflexión y Luminiscencia son de **1710**, es decir, **855** en cada color de bolígrafo. Esto se debe a que los 90 papeles fueron sometidos a las 4 combinaciones de luces y filtros del modo de captura por Reflexión, así como también a las 15 combinaciones de luces y filtros del modo de captura por Luminiscencia.

	Luz	Filtro	Grupos	Modo Manual por grupo	
				BOLÍGRAFOS NEGROS	BOLÍGRAFOS AZULES
Captura por Reflexión	(1) UV	-	-	-	-
	(2) Azul	(a)Azul	2.a	Tiempo de exposición: 1/5 Número <i>f</i> : 4.5 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1/5 Número <i>f</i> : 4.5 ISO: 400
	(3) Verde	(b)Verde	3.b	Tiempo de exposición: 1 Número <i>f</i> : 5 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1 Número <i>f</i> : 5 ISO: 400
	(4) Rojo	(e)Rojo	4.e	Tiempo de exposición: 0.8 Número <i>f</i> : 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 0.8 Número <i>f</i> : 8 ISO: 400
	(5) IR	(f)IR	5.f	Tiempo de exposición: 1/4 Número <i>f</i> : 5.6 ISO: 80	Tiempo de exposición: 1/8 Número <i>f</i> : 8 ISO: 400

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Luz	Filtro	Grupos	Modo Manual por grupo	
			BOLÍGRAFOS NEGROS	BOLÍGRAFOS AZULES
(1) UV	(a) Azul	1.a	Tiempo de exposición: 1/8 Número f: 8 ISO: 80	Tiempo de exposición: 1/30 Número f: 7.1 ISO: 400
	(b) Verde	1.b	Tiempo de exposición: 2.5 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 2.5 Número f: 8 ISO: 400
	(c) Amarillo	1.c	Tiempo de exposición: 1/4 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1/4 Número f: 8 ISO: 400
	(d) Naranja	1.d	Tiempo de exposición: 0.6 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 0.6 Número f: 8 ISO: 400
	(e) Rojo	1.e	Tiempo de exposición: 1 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1 Número f: 8 ISO: 400
	(f) IR	1.f	Tiempo de exposición: 15 Número f: 4 ISO: 80	Tiempo de exposición: 15 Número f: 5.6 ISO: 400
(2) Azul	(b) Verde	2.b	Tiempo de exposición: 4 Número f: 4 ISO: 400	Tiempo de exposición: 4 Número f: 4 ISO: 400
	(c) Amarillo	2.c	Tiempo de exposición: 1 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1 Número f: 8 ISO: 400
	(d) Naranja	2.d	Tiempo de exposición: 2 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 2 Número f: 8 ISO: 400
	(e) Rojo	2.e	Tiempo de exposición: 1 Número f: 4 ISO: 800	Tiempo de exposición: 1 Número f: 4 ISO: 800
	(f) IR	2.f	Tiempo de exposición: 15 Número f: 4.5 ISO: 400	Tiempo de exposición: 15 Número f: 4 ISO: 1600
	(c) Amarillo	3.c	Tiempo de exposición: 1/6 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1/6 Número f: 8 ISO: 400
	(d) Naranja	3.d	Tiempo de exposición: 1/4 Número f: 8 ISO: 400	Tiempo de exposición: 1/4 Número f: 8 ISO: 400

Captura por Luminiscencia

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

	(3) Verde	(e) Rojo	3.e	Tiempo de exposición: 15 Número <i>f</i> : 8 ISO: 800	Tiempo de exposición: 15 Número <i>f</i> : 8 ISO: 800
		(f) IR	3.f	Tiempo de exposición: 15 Número <i>f</i> : 4.5 ISO: 400	Tiempo de exposición: 15 Número <i>f</i> : 4.5 ISO: 800
	(4) Rojo	-	-	-	-
	(5) IR	-	-	-	-

Tabla 4. Tabla resumen del triángulo de exposición utilizado para bolígrafos negros y azules.

Resultados

I- Resultado de “Ilumi-Naty”

El equipo “Ilumi-Naty” se culminó con el pintado del mismo, la colocación de las demás partes que conforman el conjunto “Ilumi-Naty” como ser la cámara, el dial de filtros y cable de corriente, y finalmente con la confección e impresión de calcomanías en diferentes sectores, a modo de agilizar el entendimiento del mismo al momento de las pruebas.



Ilustración 61. Ilumi-Naty en tres ángulos de visión: izquierda, frontal y derecha.



Ilustración 62. Ilumi-Naty en tres ángulos de visión: superior/frontal, frontal de apertura y superior.



Ilustración 63. Dial selectorador de filtros.



Ilustración 64. Filtros en secuencia de giro derecho del dial: azul, verde, IR, naranja, rojo, y amarillo.



Ilustración 65. Tablero de control de luces led.



Ilustración 66. Luces Led color de izquierda a derecha: UV (UV), IR (IR), verde (V), rojo (R) y azul (A).



Ilustración 67. Luces led blanca directa (B.D) a la izquierda y transmitida (B.T) a la derecha.

II- Parte experimental: resultados de las muestras fotográficas

De las **855** fotografías por color de bolígrafo negro y azul seleccionadas en base a los modos de captura por Reflexión y Luminiscencia, se extrajeron aquellas tomadas con combinaciones de luces y filtros que en ciertas situaciones, resultaron capaces de captar *alguna característica* que posibilitara la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

El análisis de los resultados se llevó a cabo primero con las fotografías por Reflexión, y luego por Luminiscencia, todo ello mediante la enumeración de *casos*. Se detalla caso por caso, los bolígrafos utilizados para confeccionar los escritos, las fotografías convencionales como las tomadas mediante cámara modificada, las respectivas luces y filtros, y finalmente el tiempo de exposición (T_{exp}), número f ($N^{\circ}f$) y valor de ISO (ISO).

En las fotografías, los resultados positivos fueron fáciles de identificar, mientras que a los negativos se les debió aclarar el tipo de adulteración: dependiendo el agregado y/o enmienda, describir la transformación de los números para pasar de la cifra original a la cifra adulterada. Además, se ubicó a las mismas tomando a los dígitos que conformen la adulteración de acuerdo al lugar que ocupa en el *numeral* (cifra adulterada final), mediante el uso de unidad (U), decena (D), centena (C), unidad de mil (U.M) y decena de mil (D.M).

a.- Fotografías tomadas en modo Reflexión

Para las capturas fotográficas por Reflexión, se utilizó una fuente de luz incidente y un filtro barrera que sólo permite el pasaje de la luz reflejada, es decir, que el filtro es de un color coincidente con la luz.

Respecto a este modo de captura en particular, *resulta importante destacar que no se arrojaron resultados positivos en ninguno de los casos*, es decir, *no se presentaron características que permitieran evidenciar diferenciación en las tintas de los bolígrafos*, ni en los bolígrafos negros ni en los azules. A continuación, y solamente a modo ilustrativo se demuestra cómo es que se presentaron dichos resultados para los Casos N°1 de cada color de bolígrafo:

Bolígrafos Negros:

-Caso N°1-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “Faber-Castell” -N2-.

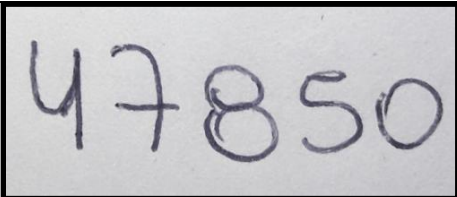
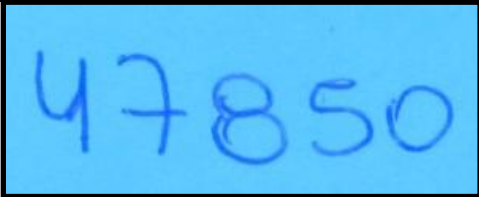
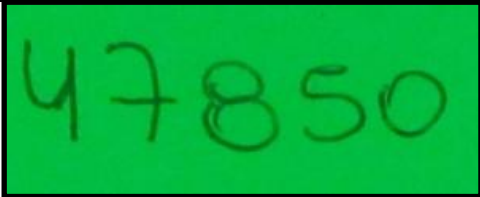
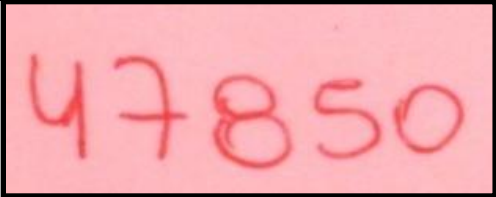

	
<p>Ilustración 68. Fotografía convencional con luz blanca.</p>	
	
<p>Ilustración 69. Fotografía tomada con luz y filtro azul [Texp=1/5/-N°f=4.5/ISO=400].</p>	<p>Ilustración 70. Fotografía tomada con luz y filtro verde [Texp=1”/N°f=5/ISO=400].</p>
	
<p>Ilustración 71. Fotografía tomada con luz y filtro rojo [Texp=0.8/N°f=8/ISO=400].</p>	<p>Ilustración 72. Fotografía tomada con luz y filtro IR [Texp=1/4/-N°f=5.6/ISO=80].</p>

Tabla 5. Resultados de fotografías convencional (superior), 2.a (segunda fila-izquierda), 3.b (segunda fila-derecha), 4.e (tercera fila-izquierda) y 5.f (tercera fila-derecha).

Bolígrafos Azules

-Caso N°1-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Util UNO” -A2-.

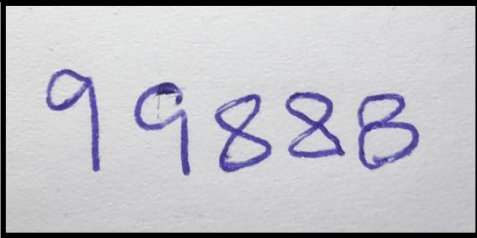
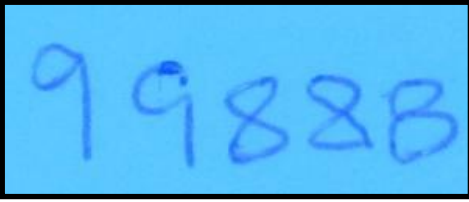
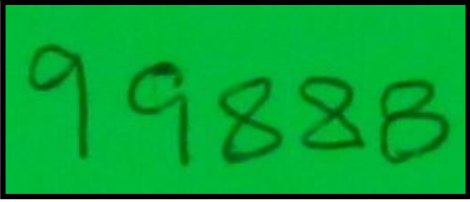
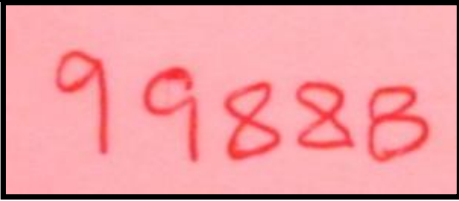

	
Ilustración 73. Fotografía convencional con luz blanca.	
	
Ilustración 74. Fotografía tomada con luz y filtro azul [Texp=1/5/N°f=4.5/ISO=400].	Ilustración 75. Fotografía tomada con luz y filtro verde [Texp=1"/N°f=5/ISO=400].
	
Ilustración 76. Fotografía tomada con luz y filtro rojo [Texp=0.8/N°f=8/ISO=400].	Ilustración 77. Fotografía tomada con luz y filtro IR [Texp=1/8-/N°f=8/ISO=400].

Tabla 6. Resultados de fotografías convencional (superior), 2.a (segunda fila-izquierda), 3.b (segunda fila-derecha), 4.e (tercera fila-izquierda) y 5.f (tercera fila-derecha).

b.- Fotografías tomadas en modo Luminiscencia

En las capturas fotográficas por Luminiscencia, la fluorescencia es un fenómeno de baja intensidad fácilmente solapado por la luz ambiente, por lo que el equipo “Ilumi-Naty” cuenta con ventaja por ser un equipo cerrado. En este modo de captura, se presentaron los siguientes resultados para cada color de bolígrafo:

Bolígrafos Negros

-Caso N°1-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “Faber-Castell” -N2-.

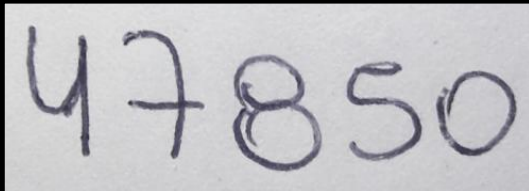
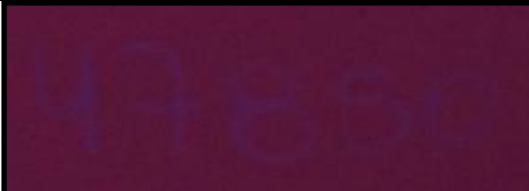

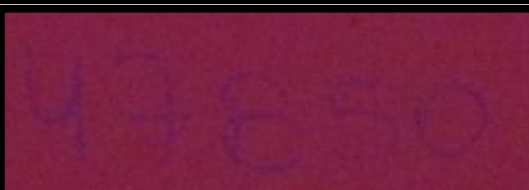
		<p>Ilustración 78. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 79. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 80. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 81. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 7. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°1 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* de cero-0- (U) y *enmienda* transformando el uno-1- en cuatro-4- (D.M). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, y así mismo dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N2 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°2-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “Luxor” -N3-.

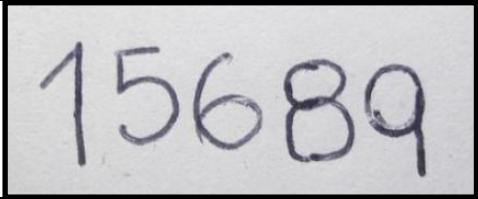



		<p>Ilustración 82. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 83. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 84. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 85. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 8. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°2 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de nueve-9- (U) y enmienda transformando el tres-3- en ocho-8- (D). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N3 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°3-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “SABONIS” -N4-.

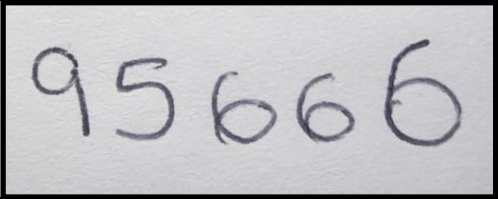



		<p>Ilustración 86. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 87. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 88. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 89. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 9. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°3 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* de nueve-9- (D.M) y *enmienda* transformando el cero-0- en seis-6- (U). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N4 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°4-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “Filgo” -N5-.

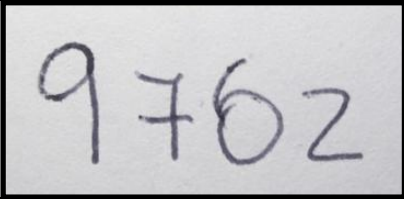



			<p>Ilustración 90. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
			<p>Ilustración 91. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
			<p>Ilustración 92. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
			<p>Ilustración 93. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 10. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°4 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el cero-0- en seis-6- (D) y el uno-1- en nueve-9- (U.M). En la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, y así mismo dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N5 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°5-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “Util UNO” –N6-.

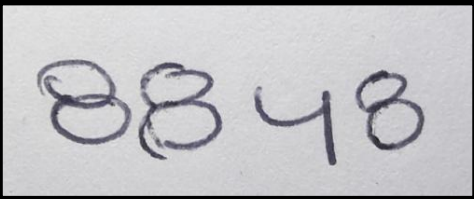

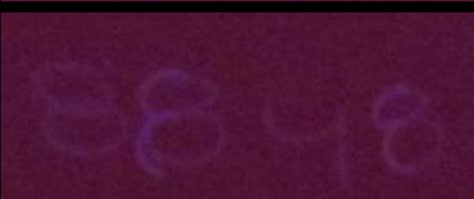

		<p>Ilustración 94. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 95. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 96. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 97. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 11. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°5 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR, y con luz azul- filtro IR, N1 y N6 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N6 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°6-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “PARKER” -N7-.

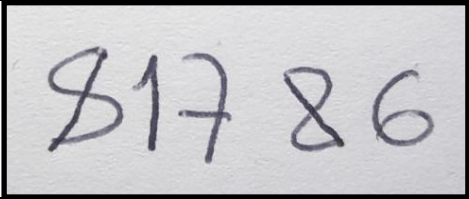
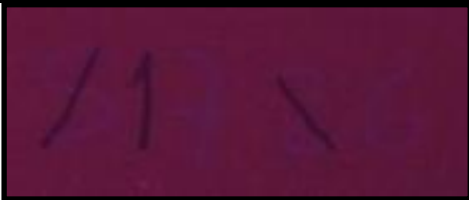
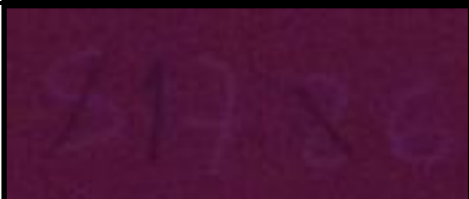

		<p>Ilustración 98. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 99. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 100. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 101. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 12. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°6 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobras de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde-filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N1 fluoresce mientras que N7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°7-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “UNI SA-S” –N8-.

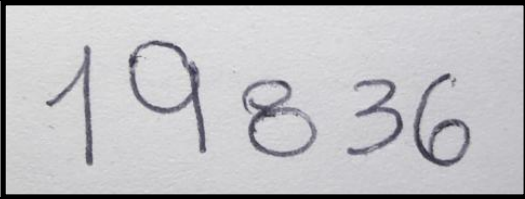



		<p>Ilustración 102. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 103. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 104. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 105. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 13. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°7 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobras de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N1 fluoresce mientras que N8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°8-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “Pelikan” -N9-.

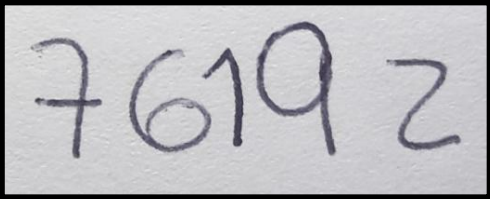



		<p>Ilustración 106. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 107. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 108. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 109. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 14. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°8 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobras de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca se evidencia *diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR y luz verde-filtro IR, N1 y N9 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°9-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina -N1- y adulterado con “MICRO”-N10-.

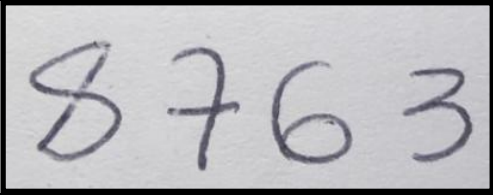


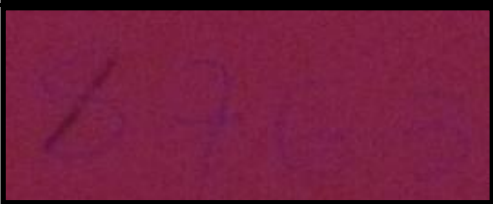
			<p>Ilustración 110. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
			<p>Ilustración 111. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
			<p>Ilustración 112. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
			<p>Ilustración 113. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 15. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°9 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N1 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N1 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°10-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “Luxor”-N3-.

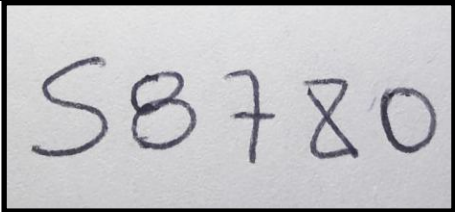



		<p>Ilustración 114. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 115. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 116. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 117. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 16. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°10 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR, y con luz azul- filtro IR, N2 y N3 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N3 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°11-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “SABONIS”-N4-.

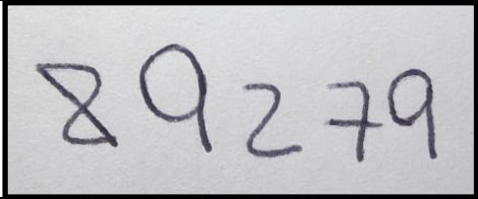


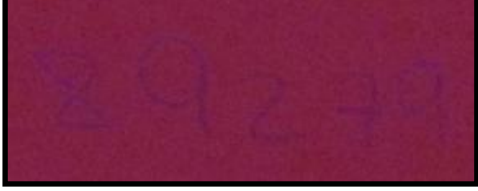
		<p>Ilustración 118. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 119. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 120. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 121. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 17. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°11 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: luz UV- filtro IR, donde N2 y N4 fluorescen con leve diferencia de rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N4 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°12-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “Filgo”-N5-.





		<p>Ilustración 122. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 123. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 124. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 125. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 18. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°12 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde-filtro IR y con luz azul- filtro IR los bolígrafos N2 y N5 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N5 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°13-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “Util UNO”-N6-.

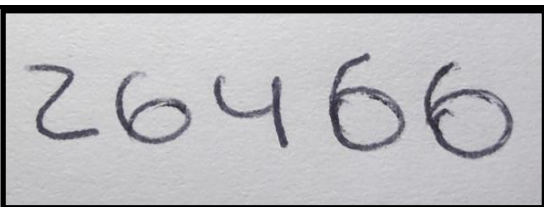



		<p>Ilustración 126. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 127. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 128. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 129. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 19. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°13 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR, y con luz azul- filtro IR N2 y N6 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N6 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°14-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “PARKER”-N7-.

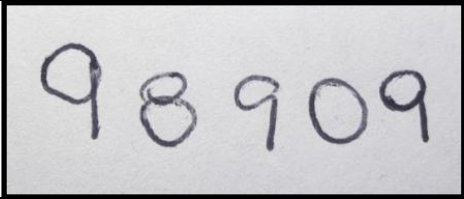



		<p>Ilustración 130. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 131. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 132. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 133. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 20. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°14 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N2 fluoresce mientras que N7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°15-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “UNI SA-S”-N8-.

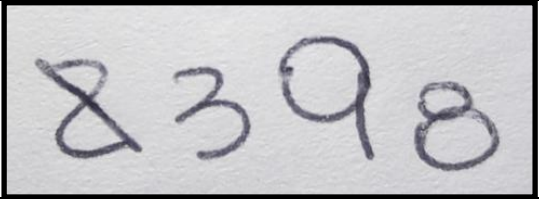
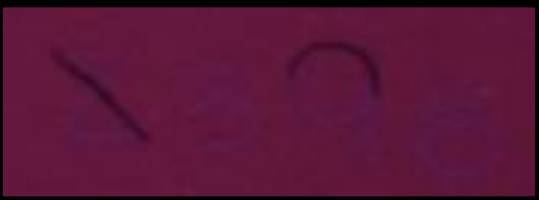

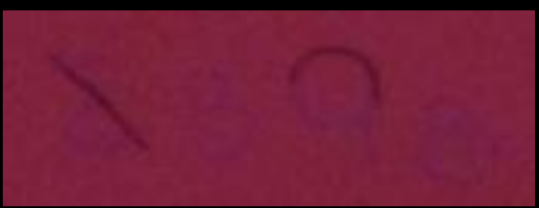
		<p>Ilustración 134. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 135. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 136. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 137. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 21. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°15 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N2 fluoresce mientras que N8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°16-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

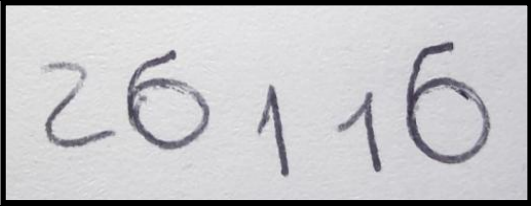



		<p>Ilustración 138. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 139. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 140. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 141. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 22. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°16 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando los ceros-0- en seis-6- (U y U.M, respectivamente). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N9 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°17-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –N2- y adulterado con “MICRO”-N10-.

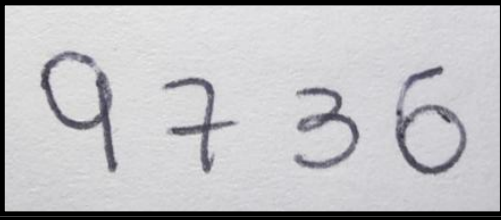



		<p>Ilustración 142. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 143. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 144. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 145. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 23. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°9 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N2 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N2 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°18-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “SABONIS”-N4-.

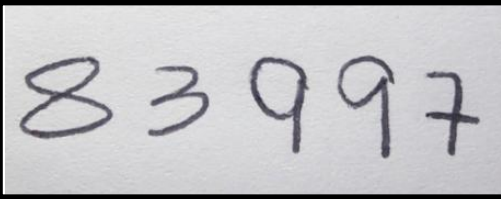
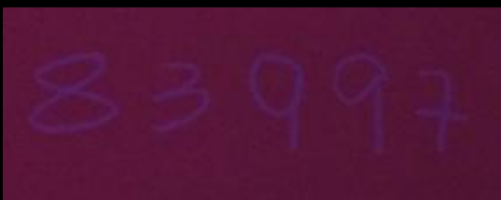


		<p>Ilustración 146. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 147. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 148. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 149. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 24. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°18 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda transformando el uno-1- (D) y el cuatro-4-(C) en nueve-9-, y el cinco-5- en ocho-8- (D.M). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N4 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°19-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “Filgo”-N5-.





		<p>Ilustración 150. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 151. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 152. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 153. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 25. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°19 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de cero-0- (U). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N5 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°20-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “Util UNO”-N6-.

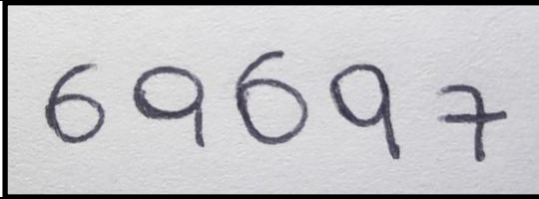
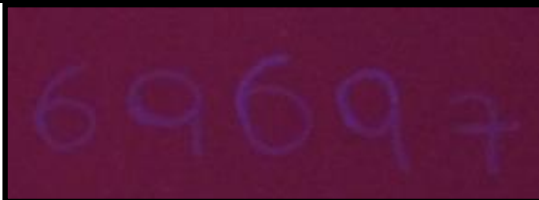


	Ilustración 154. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 155. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].
	Ilustración 156. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].
	Ilustración 157. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].

Tabla 26. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°20 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR los bolígrafos N3 y N6 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N6 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°21-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “PARKER”-N7-.

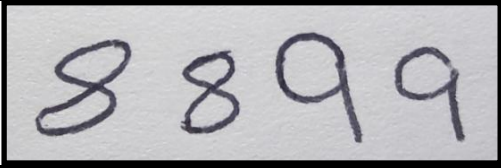


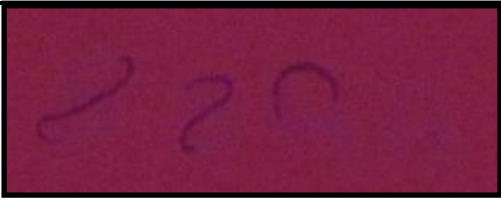
		<p>Ilustración 158. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 159. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 160. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 161. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 27. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°21 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N3 fluoresce mientras que N7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°22-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “UNI SA-S”-N8-.

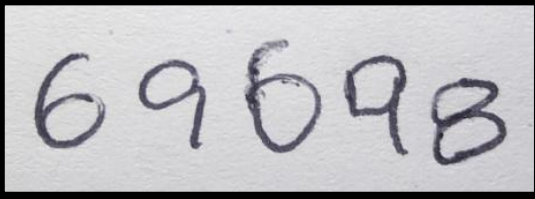


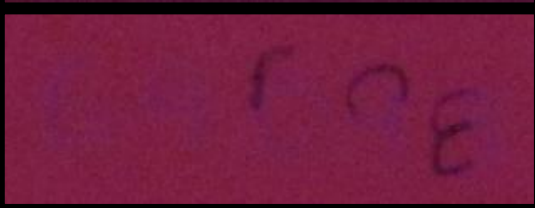
		<p>Ilustración 162. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 163. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 164. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 165. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 28. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°22 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N3 fluoresce mientras que N8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°23-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

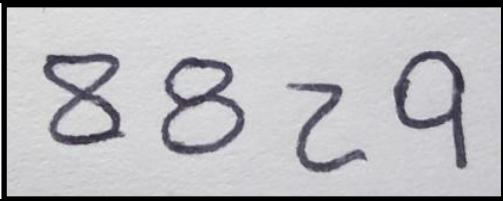



		<p>Ilustración 166. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 167. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 168. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 169. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 29. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°23 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformado el cuatro-4- en nueve-9- (U), y el tres-3-(C) y el dos-2-(U.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N9 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°24-

Papel escrito con bolígrafo “Luxor” –N3- y adulterado con “MICRO”-N10-.

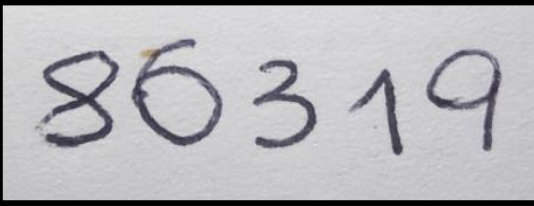



		<p>Ilustración 170. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 171. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 172. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 173. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 30. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°24 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N3 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°25-

Papel escrito con bolígrafo “SABONIS” –N4- y adulterado con “Filgo”-N5-.

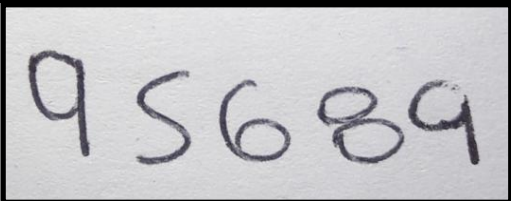



		<p>Ilustración 174. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 175. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 176. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 177. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 31. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°25 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de nueve-9- (U) y enmienda transformando el cuatro-4- en nueve-9- (D.M). Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N4 como el bolígrafo N5 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°26-

Papel escrito con bolígrafo “SABONIS” –N4- y adulterado con “Util UNO”-N6-.

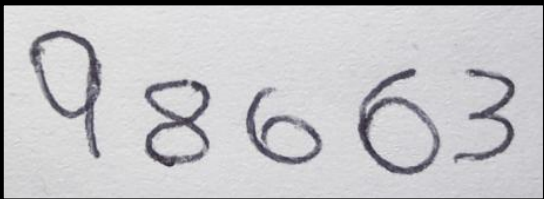



		<p>Ilustración 178. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 179. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 180. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 181. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 32. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°26 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR los bolígrafos N4 y N6 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N4 como el bolígrafo N6 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°27-

Papel escrito con bolígrafo “SABONIS” –N4- y adulterado con “PARKER”-N7-.

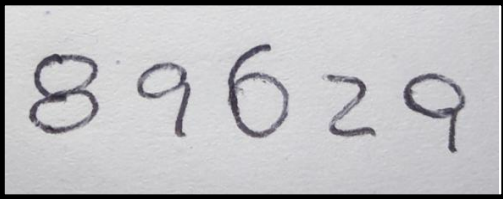



			<p>Ilustración 182. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
			<p>Ilustración 183. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
			<p>Ilustración 184. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
			<p>Ilustración 185. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 33. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°27 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N4 fluoresce mientras que N7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N4 como el bolígrafo N7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°28-

Papel escrito con bolígrafo “SABONIS” –N4- y adulterado con “UNI SA-S”-N8-.

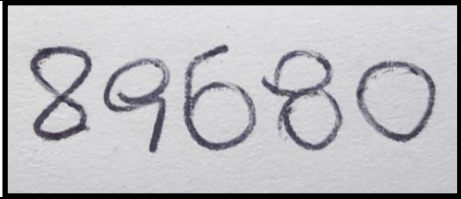



		<p>Ilustración 186. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 187. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 188. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 189. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 34. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°28 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N4 fluoresce mientras que N8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N4 como el bolígrafo N8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°29-

Papel escrito con bolígrafo “SABONIS” –N4- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

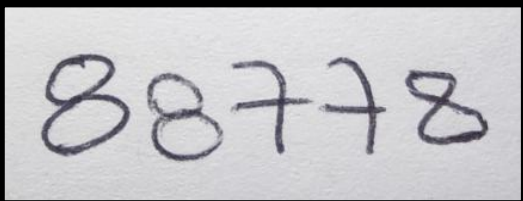


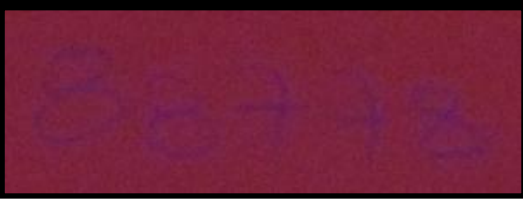
		<p>Ilustración 190. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 191. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 192. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 193. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 35. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°29 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el dos-2- (U) y el tres-3- (D.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N4 como el bolígrafo N9 emiten fluorescencia en rangos similares*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°30-

Papel escrito con bolígrafo “SABONIS” –N4- y adulterado con “MICRO”-N10-.

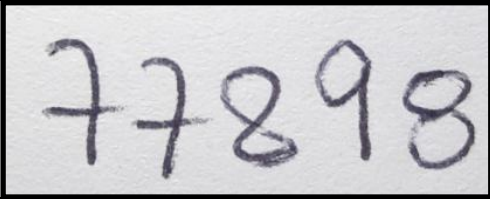



		<p>Ilustración 194. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 195. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 196. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 197. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 36. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°30 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N4 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N4 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°31-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” –N5- y adulterado con “Util UNO”-N6-.

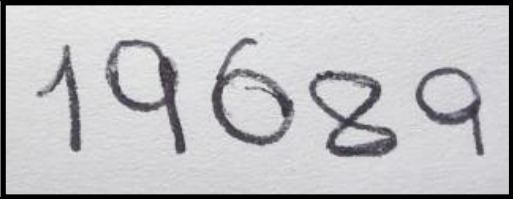

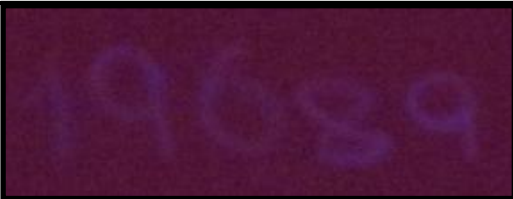

		<p>Ilustración 198. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 199. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 200. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 201. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 37. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°31 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz verde- filtro IR, N5 y N6 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N5 como el bolígrafo N6 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°32-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” –N5- y adulterado con “PARKER”-N7-.

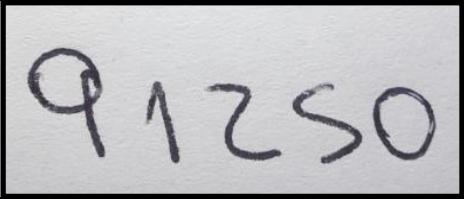
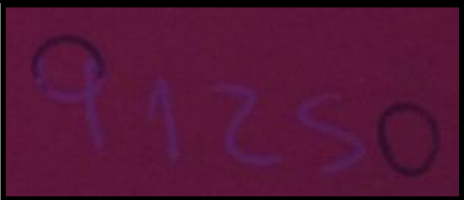


			Ilustración 202. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 203. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=80].
			Ilustración 204. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].
			Ilustración 205. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].

Tabla 38. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°32 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N5 fluoresce mientras que N7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N5 como el bolígrafo N7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°33-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” –N5- y adulterado con “UNI SA-S”-N8-.

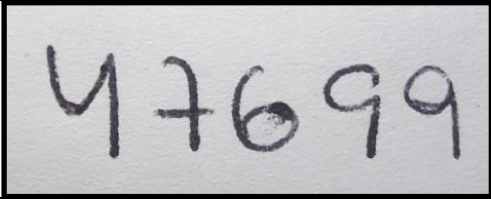


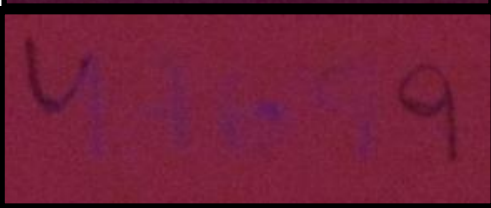
		<p>Ilustración 206. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 207. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 208. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 209. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 39. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°33 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N5 fluoresce mientras que N8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N5 como el bolígrafo N8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°34-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” –N5- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

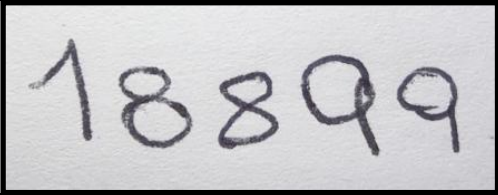



		<p>Ilustración 210. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 211. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 212. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 213. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 40. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°34 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz verde- filtro IR se evidencia fluorescencia en diferentes rangos del espectro y en grosor de trazo entre N5 y N9.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N5 como el bolígrafo N9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°35-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” –N5- y adulterado con “MICRO”-N10-.

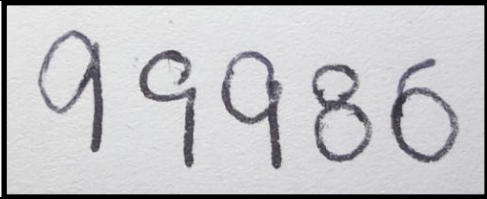
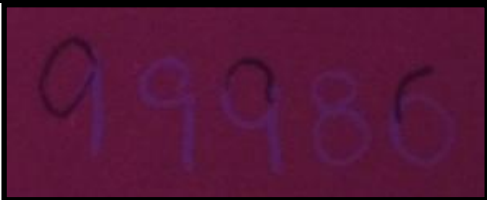


			Ilustración 214. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 215. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].
			Ilustración 216. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].
			Ilustración 217. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].

Tabla 41. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°35 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N5 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N5 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°36-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –N6- y adulterado con “PARKER”-N7-.

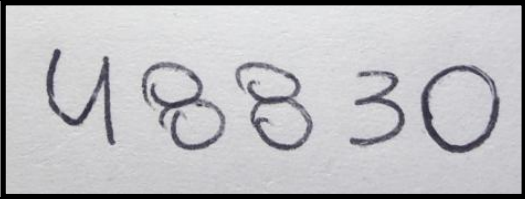



		<p>Ilustración 218. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 219. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 220. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 221. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 42. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°36 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N6 fluoresce mientras que N7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N6 como el bolígrafo N7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°37-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –N6- y adulterado con “UNI SA-S”-N8-.

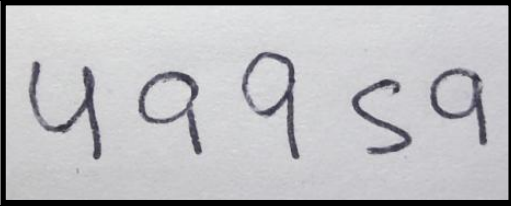
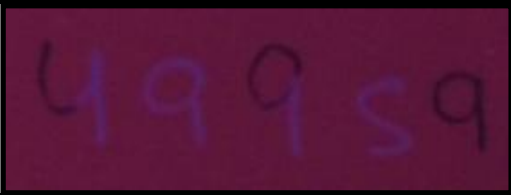


		<p>Ilustración 222. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 223. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 224. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 225. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 43. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°37 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N6 fluoresce mientras que N8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N6 como el bolígrafo N8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°38-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –N6- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

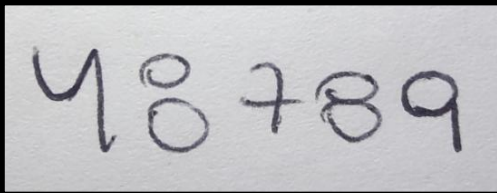



		<p>Ilustración 226. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 227. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 228. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 229. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 44. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°38 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR, N6 y N9 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N6 como el bolígrafo N9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°39-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –N6- y adulterado con “MICRO”-N10-.

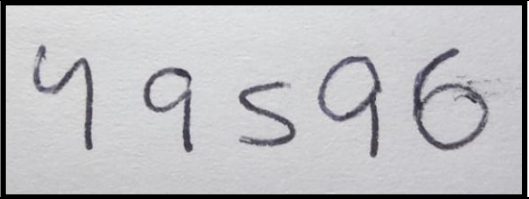
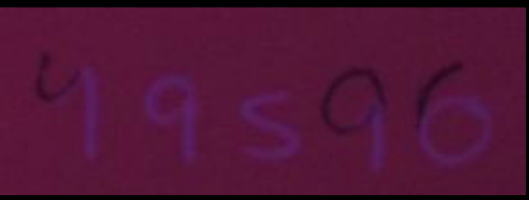


		<p>Ilustración 230. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 231. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 232. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 233. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 45. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°39 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N6 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N6 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°40-

Papel escrito con bolígrafo “PARKER” -N7- y adulterado con “UNI SA-S”-N8-.

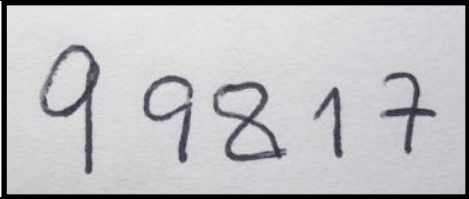
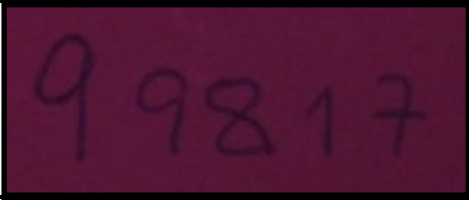
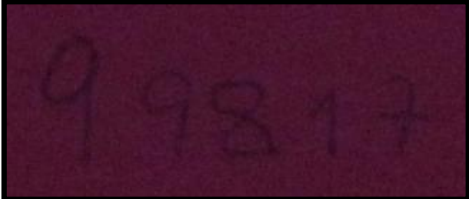
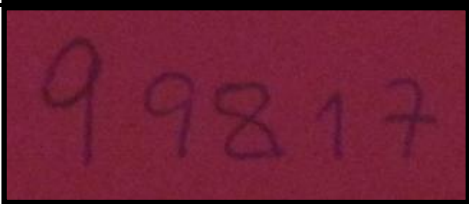
			Ilustración 234. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 235. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].
			Ilustración 236. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].
			Ilustración 237. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].

Tabla 46. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°40 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda el dos-2- (C) en ocho-8- y el uno-1- (D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N7 como el bolígrafo N8 no emiten fluorescencia*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°41-

Papel escrito con bolígrafo “PARKER” -N7- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

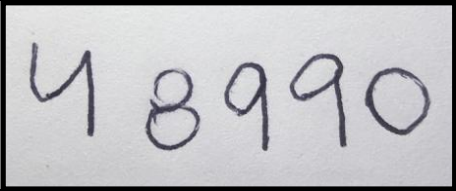
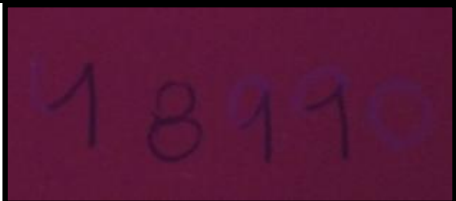

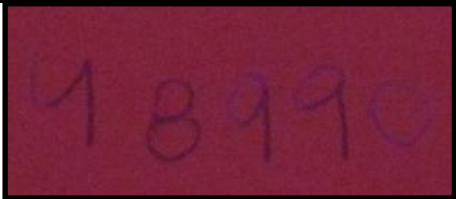
			Ilustración 238. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 239. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].
			Ilustración 240. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].
			Ilustración 241. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].

Tabla 47. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°41 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N7 no fluoresce mientras que N9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N7 como el bolígrafo N9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°42-

Papel escrito con bolígrafo “PARKER” -N7- y adulterado con “MICRO”-N10-.

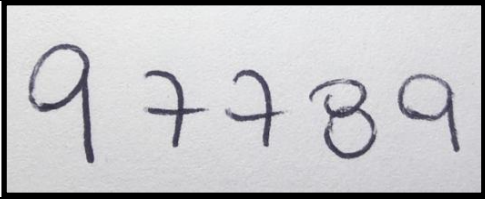
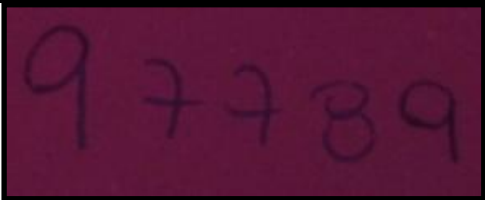
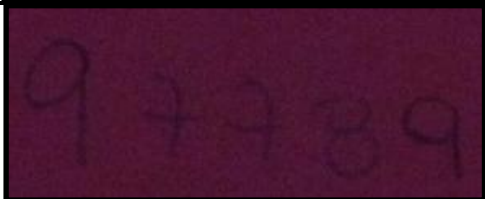
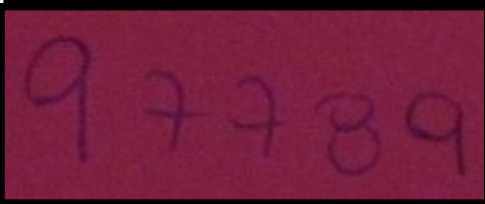
		<p>Ilustración 242. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 243. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 244. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 245. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 48. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°42 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado en nueve-9-(U) y enmienda transformando el uno-1-(DM) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N7 como el bolígrafo N10 no emiten fluorescencia*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración*.

-Caso N°43-

Papel escrito con bolígrafo “UNI SA-S” –N8- y adulterado con “Pelikan”-N9-.

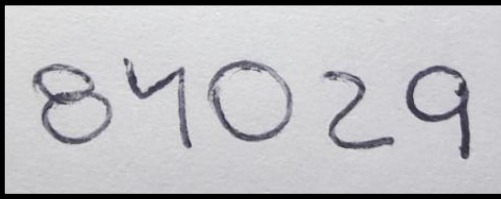
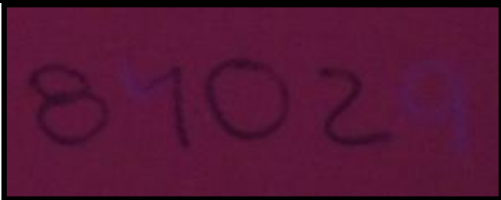
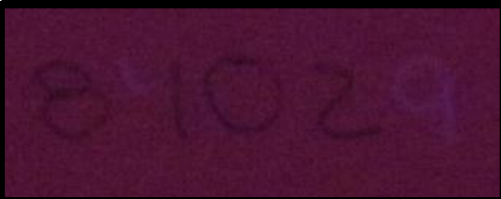
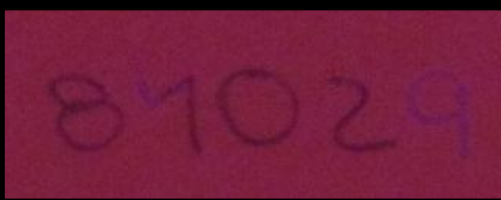
		<p>Ilustración 246. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 247. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 248. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 249. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 49. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°43 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N8 no fluoresce mientras que N9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N8 como el bolígrafo N9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°44-

Papel escrito con bolígrafo “UNI SA-S” –N8- y adulterado con “MICRO”-N10-.

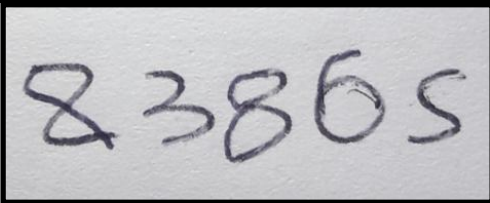
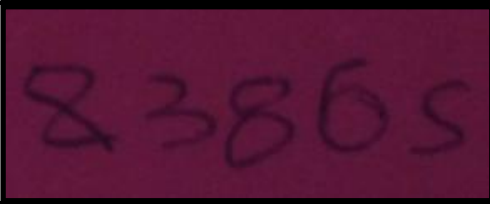

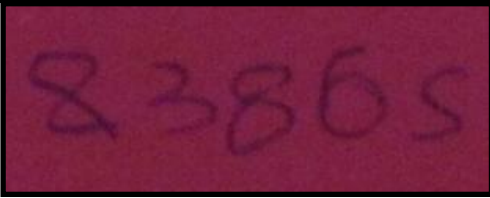
		<p>Ilustración 250. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 251. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
		<p>Ilustración 252. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 253. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 50. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°44 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda transformando el cero-0- (D) en seis-6-, el tres-3- (C) en ocho-8-, y el dos-2- (D.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra también resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N8 como el bolígrafo N10 no emiten fluorescencia*, por lo que *no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°45-

Papel escrito con bolígrafo “Pelikan” –N9- y adulterado con “MICRO”-N10-.

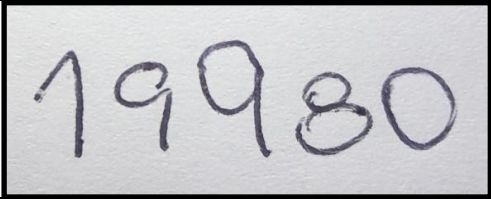
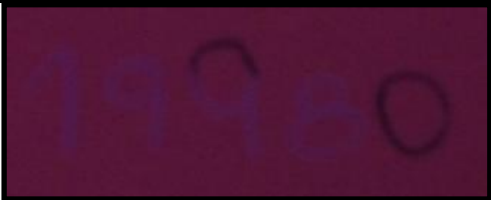

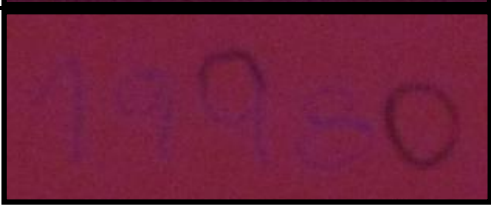
			<p>Ilustración 254. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
			<p>Ilustración 255. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=80].</p>
			<p>Ilustración 256. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>
			<p>Ilustración 257. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=400].</p>

Tabla 51. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°45 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo N9 fluoresce mientras que N10 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo N9 como el bolígrafo N10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

Bolígrafos Azules

-Caso N°1-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Util UNO” -A2-.

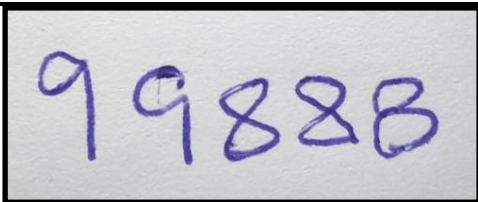
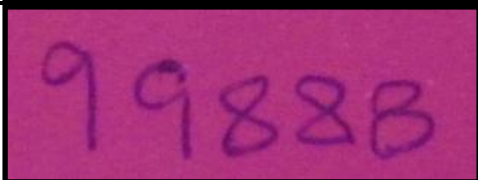
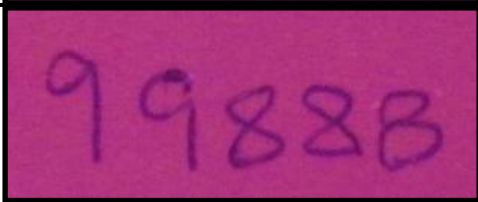
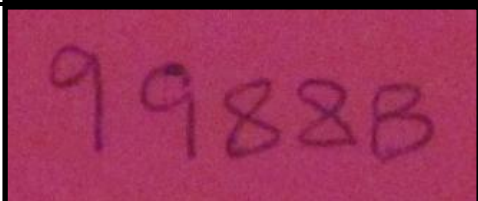
	Ilustración 258. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 259. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
	Ilustración 260. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
	Ilustración 261. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 52. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°1 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el tres-3-(U), el dos-2-(D), y el cinco-5-(C) en ocho-8-, y el uno-1-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazo* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A1 y el bolígrafo A2 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°2-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Faber-Castell” –A3-.

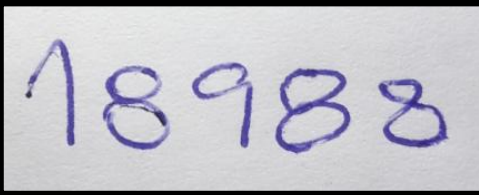
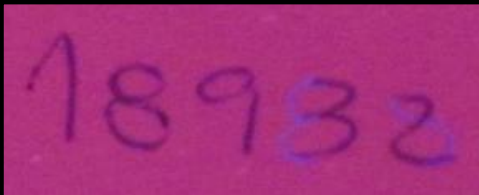
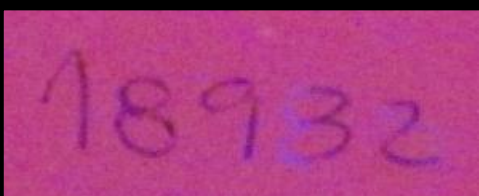
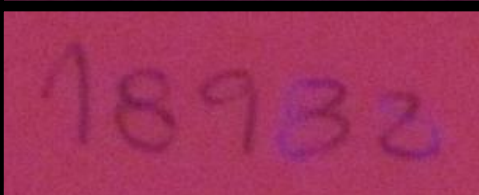
	Ilustración 262. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 263. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
	Ilustración 264. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
	Ilustración 265. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 53. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°2 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A1 no fluoresce mientras que A3 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A1 como el bolígrafo A3 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°3-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Bic” Opaco –A4-.

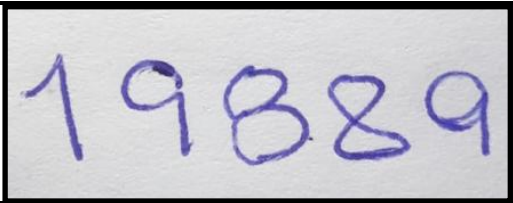
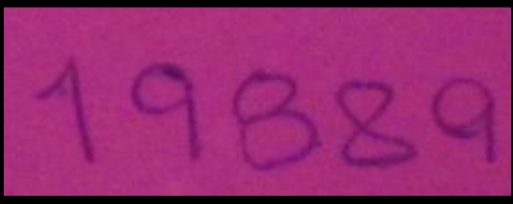
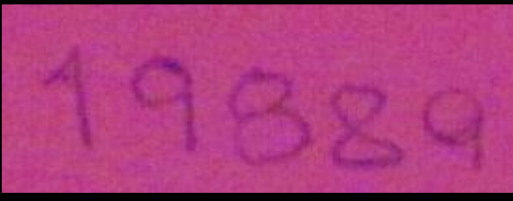
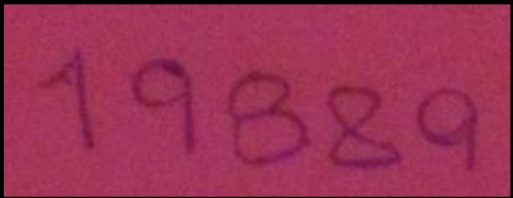
		<p>Ilustración 266. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 267. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 268. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 269. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 54. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°3 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* en nueve-9-(U) y *enmienda* transformando el dos-2-(D) y el tres-3-(C) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A1 y el bolígrafo A4 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°4-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Bic Cristal” Fina -A5-.

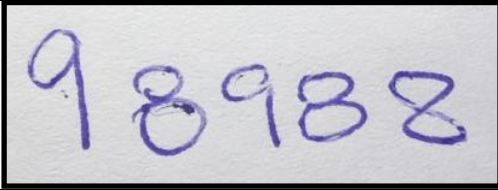
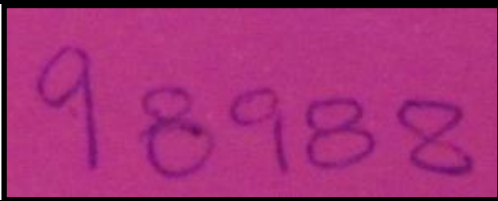
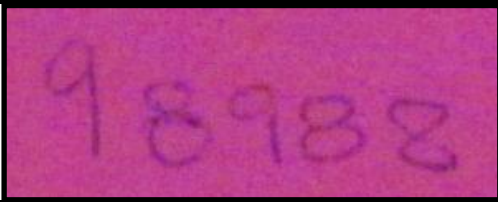
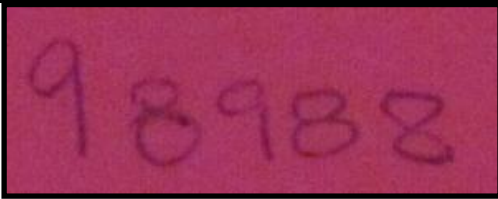
	Ilustración 270. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 271. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
	Ilustración 272. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
	Ilustración 273. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 55. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°4 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el dos-2-(U) y el tres-3-(D) en ocho-8-, y el uno-1-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A1 y el bolígrafo A5 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°5-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Paper Mate” –A6-.

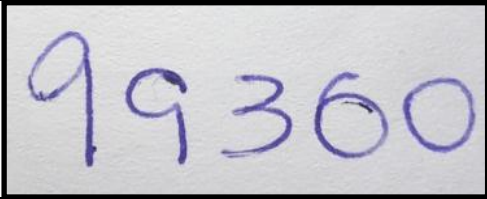
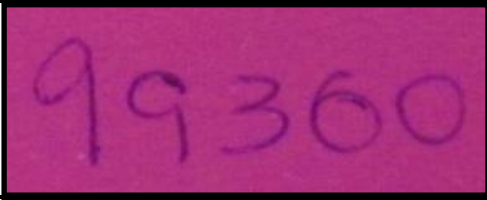
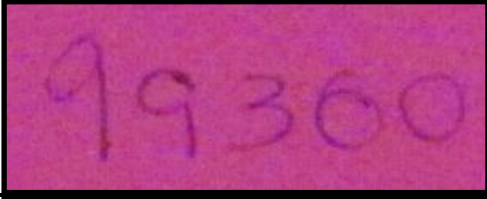
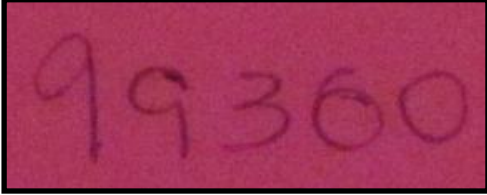
		<p>Ilustración 274. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 275. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 276. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 277. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 56. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°5 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* de cero-0-(U) y *enmienda* transformando el cro-0-(D) en seis-6-, y el uno-1-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A1 y el bolígrafo A6 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°6-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “Genko” -A7-.

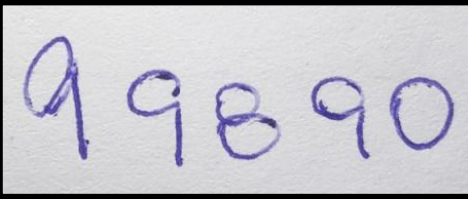
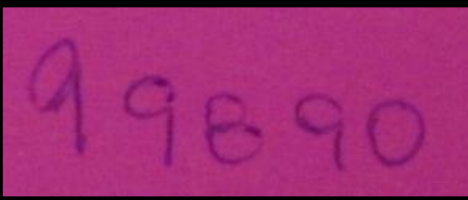
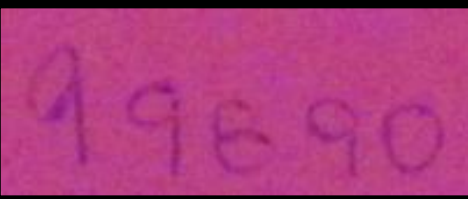
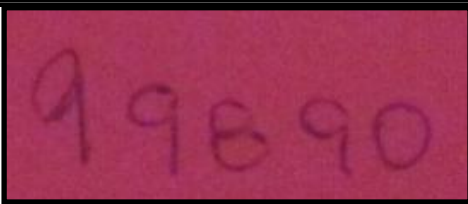
		<p>Ilustración 278. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 279. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 280. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 281. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 57. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°6 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* de cero-0-(U) y *enmienda* transformando el uno-1-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A1 y el bolígrafo A7 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°7-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “BOCAI” -A8-.

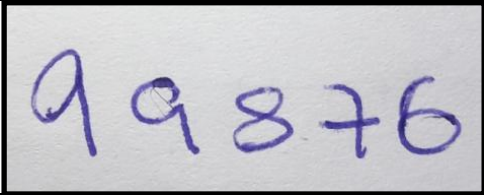
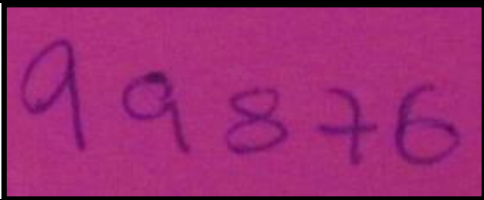
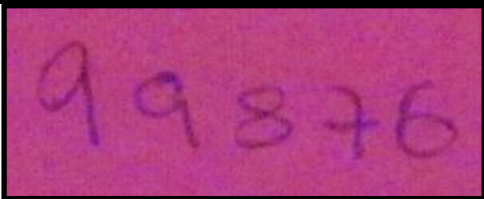
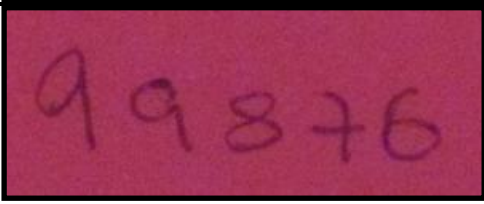
		<p>Ilustración 282. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 283. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 284. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 285. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 58. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°7 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el cero-0-(U) en seis-6-, el cinco-5-(C) en ocho-8-, y el uno-1-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A1 y el bolígrafo A8 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°8-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “BEIFA” -A9-.

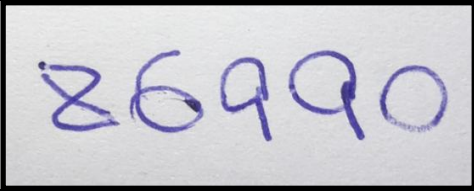
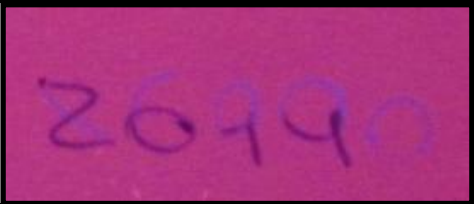
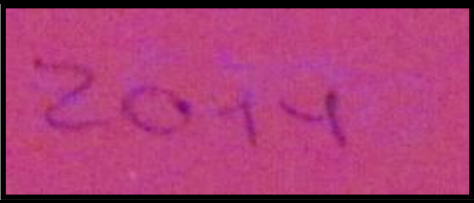
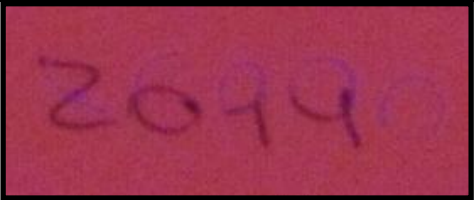
			<p>Ilustración 286. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
			<p>Ilustración 287. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
			<p>Ilustración 288. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
			<p>Ilustración 289. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 59. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°8 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante agregado y enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A1 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A1 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°9-

Papel escrito con bolígrafo “Filgo” -A1- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

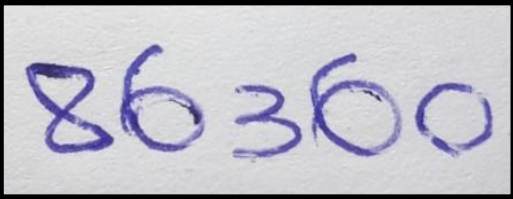
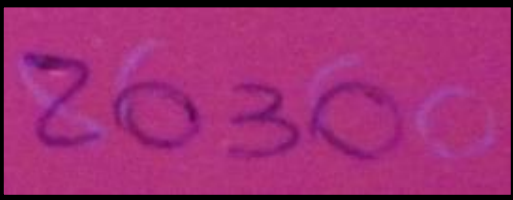

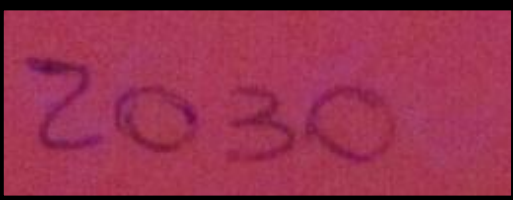
	Ilustración 290. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 291. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
	Ilustración 292. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
	Ilustración 293. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 60. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°9 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A1 no fluoresce mientras que A10 sí; y con luz verde- filtro IR sucede que A10 fluoresce en forma muy tenue respecto al resto.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A1 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°10-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “Faber-Castell”-A3-.

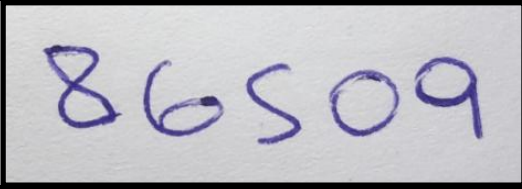
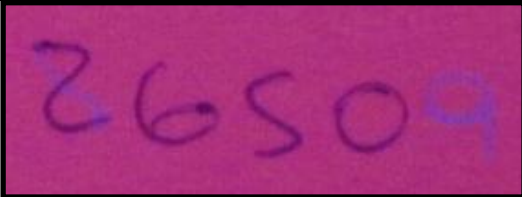
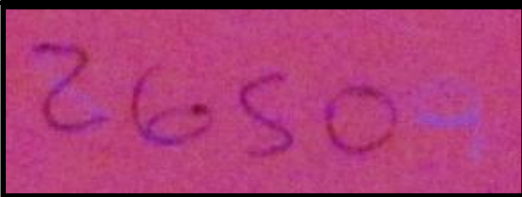
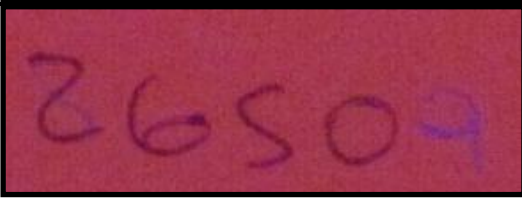
		<p>Ilustración 294. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 295. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 296. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 297. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 61. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°10 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A2 no fluoresce mientras que A3 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A2 como el bolígrafo A3 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°11-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “Bic” Opaco -A4-.

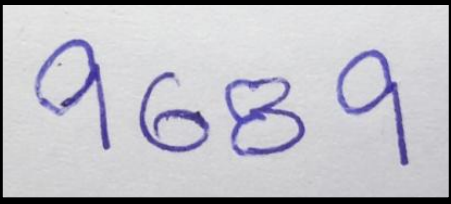
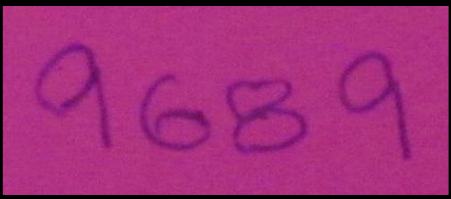
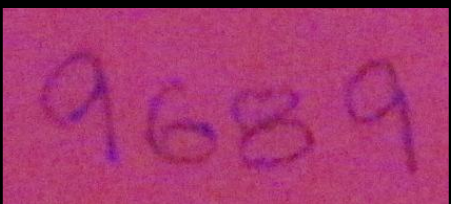
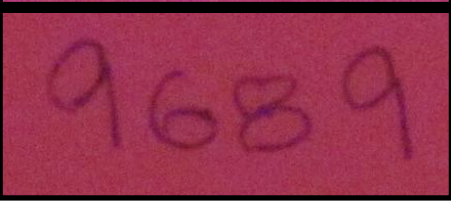
		<p>Ilustración 298. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 299. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 300. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 301. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 62. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°11 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el uno-1-(U y U.M) en nueve-9-, y el tres-3-(D) en ocho-8. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A2 y el bolígrafo A4 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°12-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “Bic Cristal” Fina-A5-.

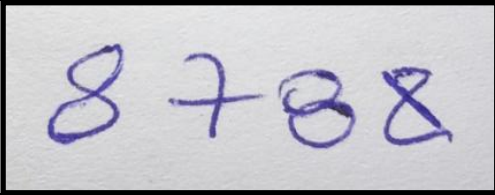
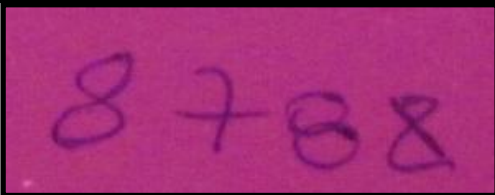
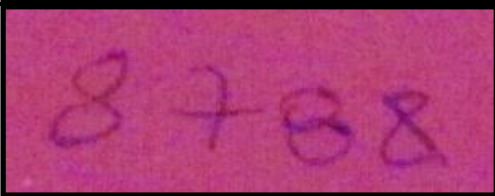
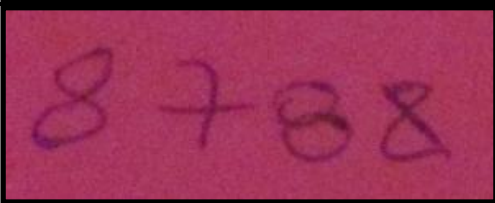
		<p>Ilustración 302. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 303. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 304. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 305. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 63. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°12 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda transformando el dos-2-(U) y el cinco-5-(U.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A2 y el bolígrafo A5 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°13-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “Paper Mate” -A6-.

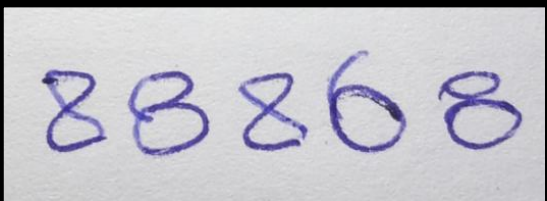
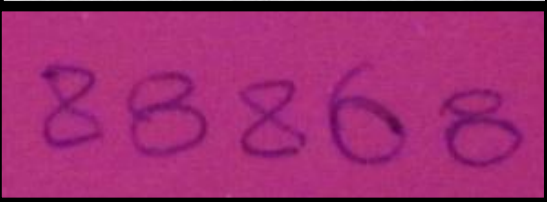
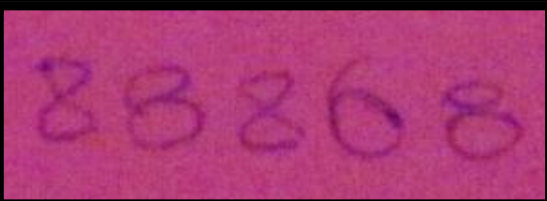
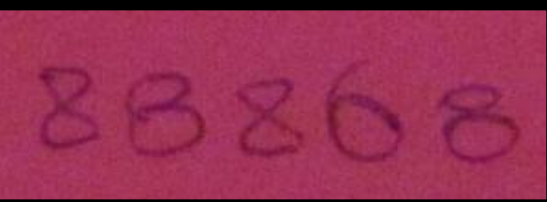
		<p>Ilustración 306. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 307. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 308. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 309. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 64. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°13 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el cero-0-(D) en seis-6-, y los dos-2-(C), tres-3-(U.M) y dos-2-(D.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A2 y el bolígrafo A6 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°14-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “Genko”-A7-.

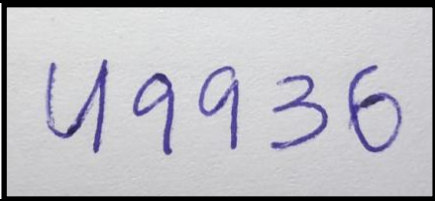
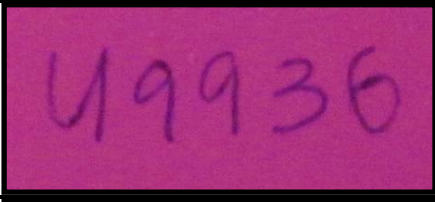
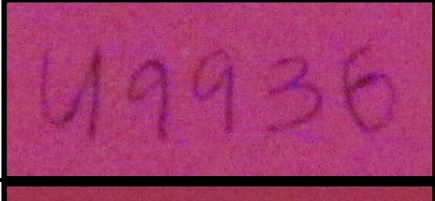
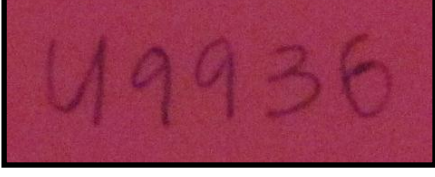
	Ilustración 310. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 311. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
	Ilustración 312. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
	Ilustración 313. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 65. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°14 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda transformando el cero-0-(U) en seis-6-, el uno-1-(C) en nueve-9-, y el uno-1-(D.M) en cuatro-4-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A2 y el bolígrafo A7 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°15-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “BOCAI”-A8-.

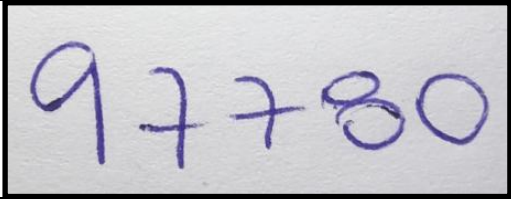
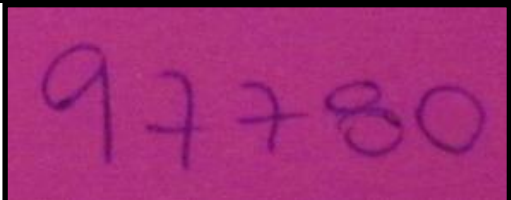
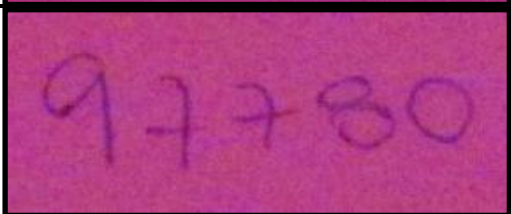
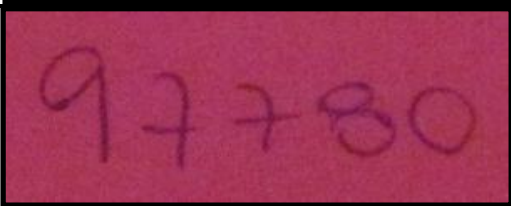
		<p>Ilustración 314. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 315. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 316. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 317. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 66. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°15 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de cero-0-(U) y enmienda transformando el uno-1-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan también *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A2 y el bolígrafo A8 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°16-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “BEIFA”-A9-.

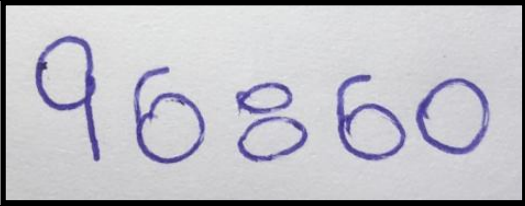
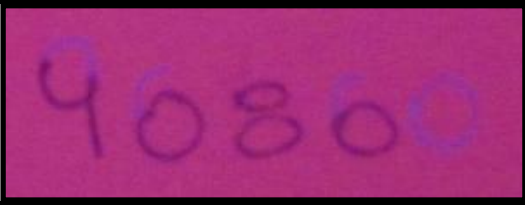


		<p>Ilustración 318. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 319. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 320. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 321. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 67. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°16 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A2 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A2 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°17-

Papel escrito con bolígrafo “Util UNO” –A2- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

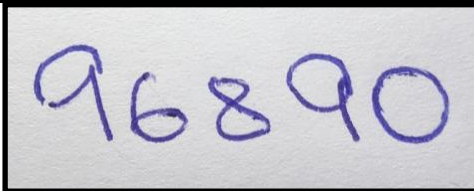
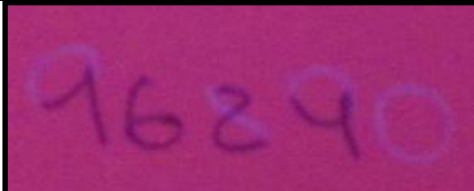

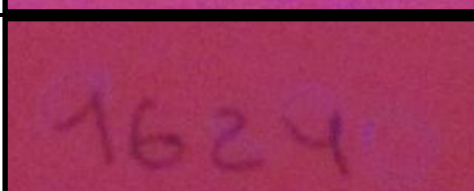
	Ilustración 322. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 323. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
	Ilustración 324. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
	Ilustración 325. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 68. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°17 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante agregado y enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A2 no fluoresce mientras que A10 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A2 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°18-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “Bic” Opaco -A4-.

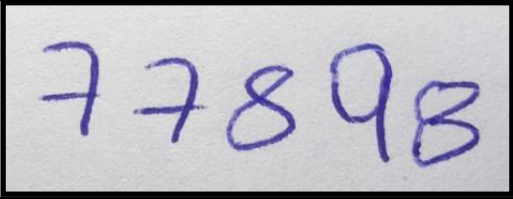
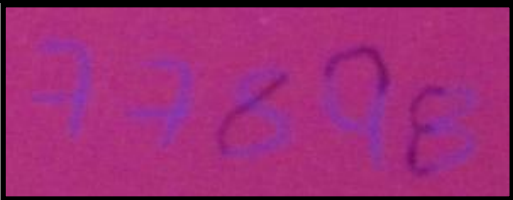
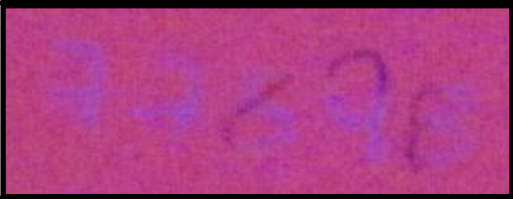
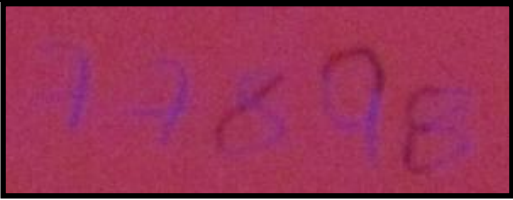
		<p>Ilustración 326. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 327. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 328. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 329. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 69. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°18 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A3 fluoresce mientras que A4 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A3 como el bolígrafo A4 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°19-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “Bic Cristal” Fina -A5-.

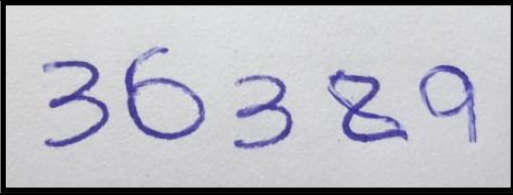



		<p>Ilustración 330. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 331. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 332. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 333. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 70. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°19 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A3 fluoresce mientras que A5 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A3 como el bolígrafo A5 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°20-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “Paper Mate” -A6-.

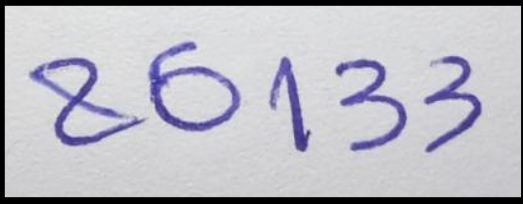

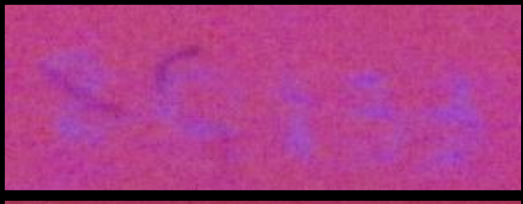

		<p>Ilustración 334. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 335. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 336. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 337. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 71. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°20 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A3 fluoresce mientras que A6 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A3 como el bolígrafo A6 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°21-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “Genko”-A7-.

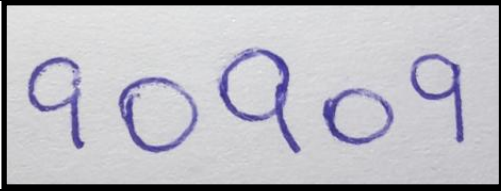


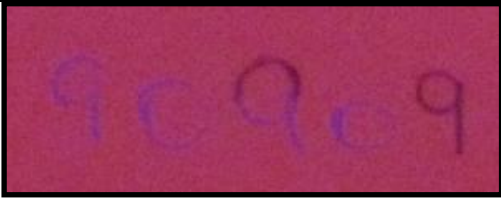
		<p>Ilustración 338. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 339. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 340. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 341. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 72. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°21 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante agregado y enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A3 fluoresce mientras que A7 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A3 como el bolígrafo A7 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°22-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “BOCAI”-A8-.

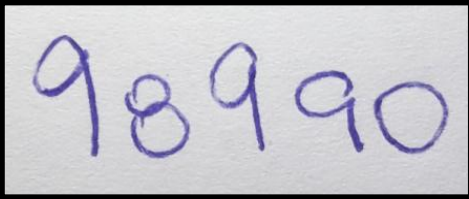
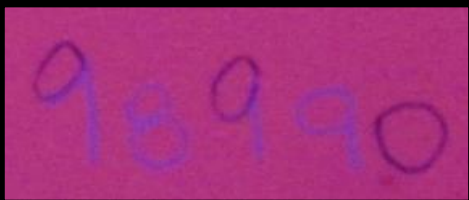

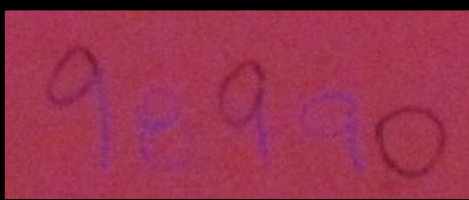
	Ilustración 342. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 343. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
	Ilustración 344. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
	Ilustración 345. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 73. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°22 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *reconocibles* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A3 fluoresce mientras que A8 no.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A3 como el bolígrafo A8 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°23-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “BEIFA”-A9-.

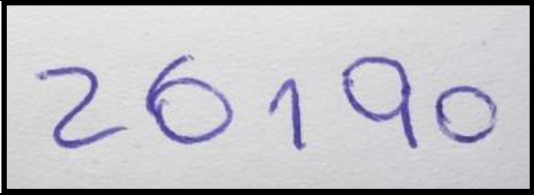



		<p>Ilustración 346. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 347. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 348. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 349. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 74. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°23 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de cero-0-(U) y enmienda transformando el cuatro-4-(D) en nueve-9-, y el cero-0-(U.M) en seis-6-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan también *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N3 como el bolígrafo N9 emiten fluorescencia en rangos similares*, impidiendo la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°24-

Papel escrito con bolígrafo “Faber-Castell” –A3- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

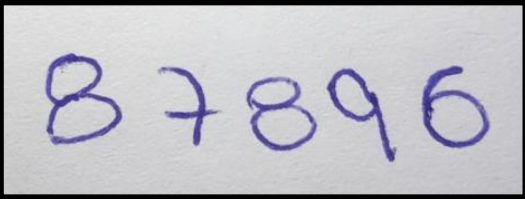



		<p>Ilustración 350. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 351. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 352. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 353. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 75. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°24 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR los bolígrafos A3 y A10 fluorescen en diferentes rangos del espectro lumínico.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A3 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°25-

Papel escrito con bolígrafo “Bic” Opaco–A4- y adulterado con “Bic Cristal” Fina-A5-.

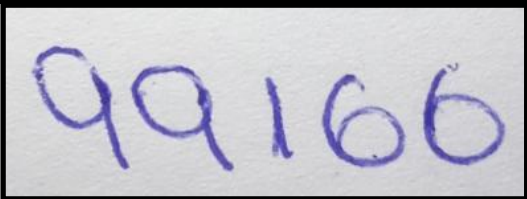
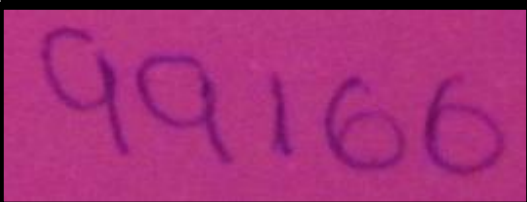
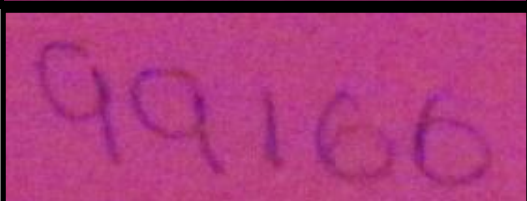
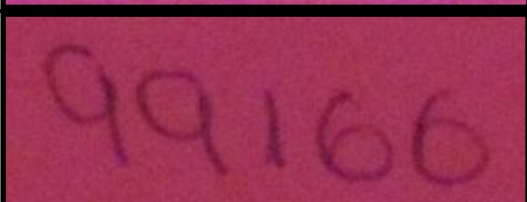
		<p>Ilustración 354. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 355. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 356. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 357. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 76. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°25 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de enmienda transformando el cero-0-(U) en seis-6-, y los cuatro-4-(U.M y D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A4 y el bolígrafo A5 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°26-

Papel escrito con bolígrafo “Bic” Opaco –A4- y adulterado con “Paper Mate” -A6-.

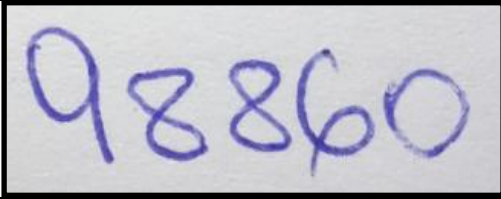
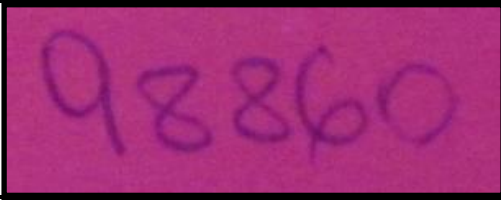
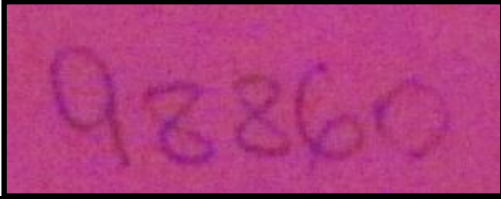
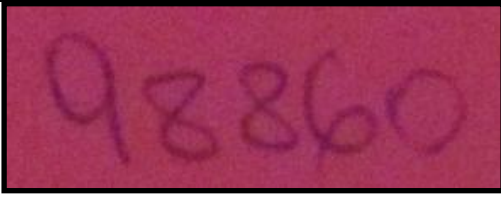
		<p>Ilustración 358. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 359. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 360. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 361. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 77. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°26 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* de cero-0-(U) y *enmienda* transformando los dos-2-(C y U.M) en ocho-8-, y el cuatro-4-(D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan también *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A4 y el bolígrafo A6 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°27-

Papel escrito con bolígrafo “Bic” Opaco –A4- y adulterado con “Genko”-A7-.

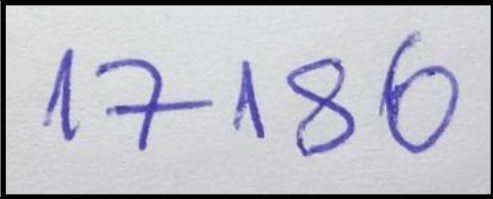
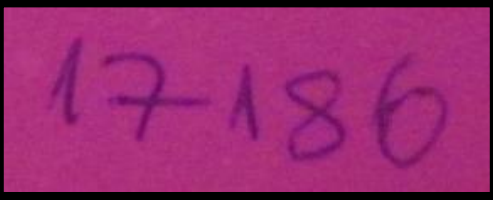
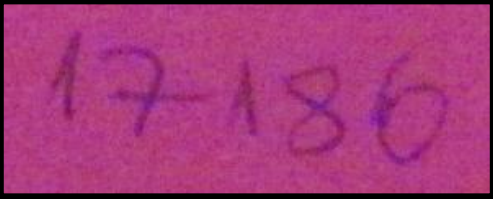
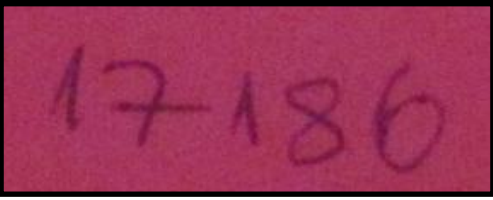
		<p>Ilustración 362. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 363. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 364. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 365. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR.</p> <p>[Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 78. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°27 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* cero-0-(U) en seis-6-, y cinco-5-(D) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A4 y el bolígrafo A7 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°28-

Papel escrito con bolígrafo “Bic” Opaco –A4- y adulterado con “BOCAI”-A8-.

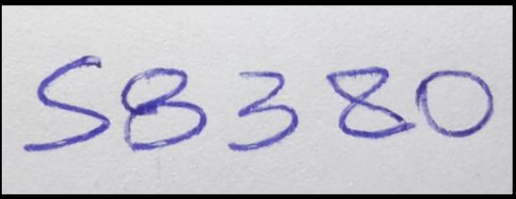
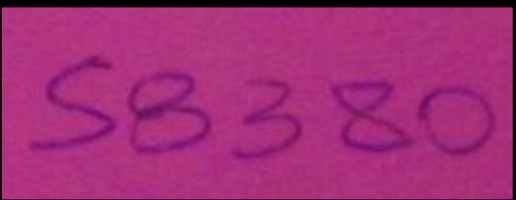

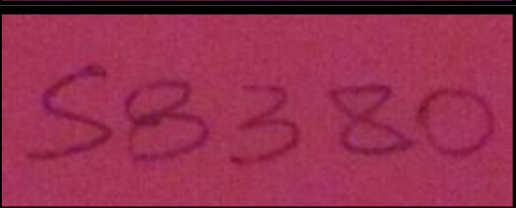
		<p>Ilustración 366. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 367. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 368. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 369. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 79. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°28 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de cero-0-(U) y enmienda transformando el dos-2-(D) y el tres-3-(U.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A4 y el bolígrafo A8 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°29-

Papel escrito con bolígrafo “Bic” Opaco –A4- y adulterado con “BEIFA”-A9-

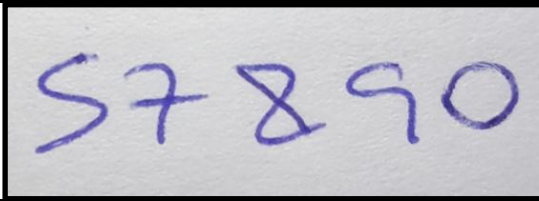
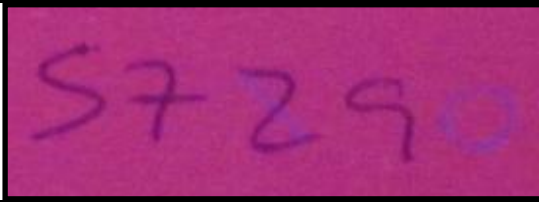
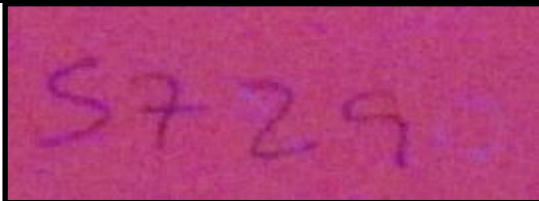
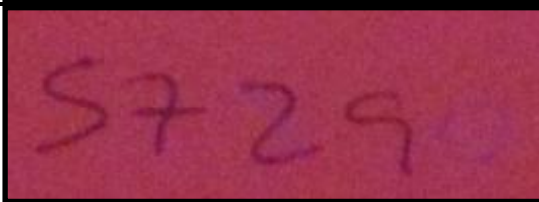
	Ilustración 370. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 371. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
	Ilustración 372. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
	Ilustración 373. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 80. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°29 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A4 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A4 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

-Caso N°30-

Papel escrito con bolígrafo “Bic” Opaco –A4- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

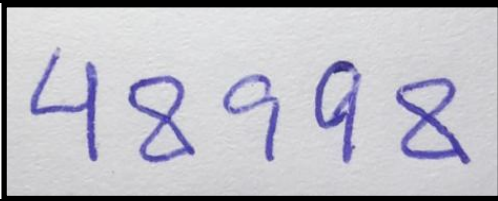
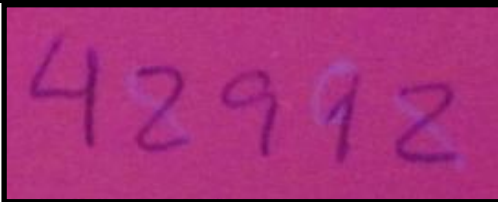
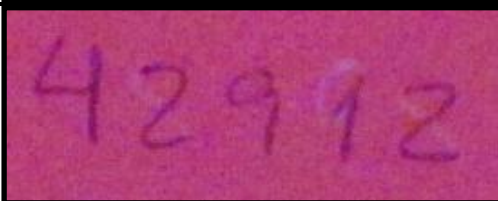
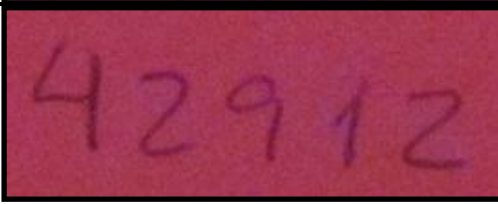
	Ilustración 374. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 375. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
	Ilustración 376. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
	Ilustración 377. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 81. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°30 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR, y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A4 no fluoresce mientras que A10.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A4 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°31-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina–A5- y adulterado con “Paper Mate” -A6-.

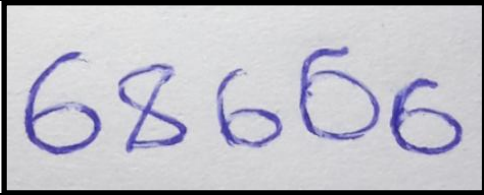
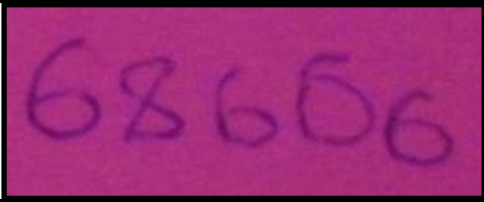
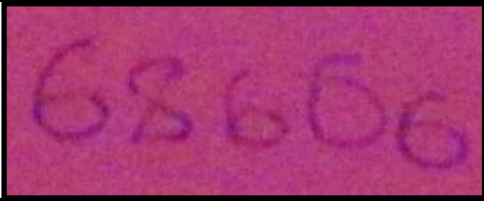
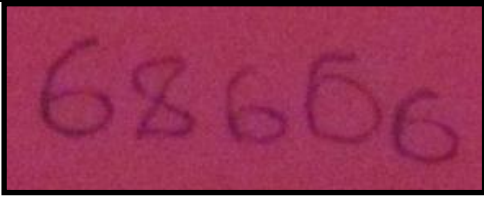
			Ilustración 378. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 379. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
			Ilustración 380. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
			Ilustración 381. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 82. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°31 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando los cero-0-(U y D) en seis-6-, y el cinco-5-(U.M) en ocho-8-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A5 y el bolígrafo A6 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°32-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina–A5- y adulterado con “Genko”-A7-.

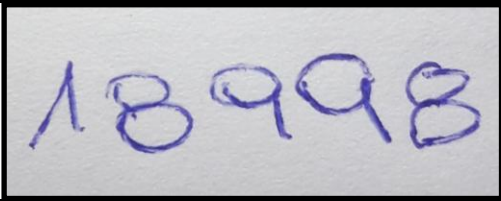
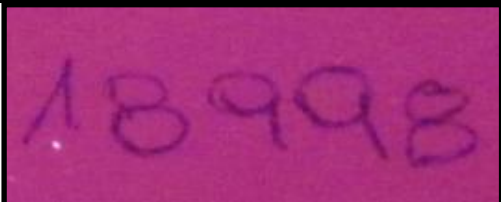

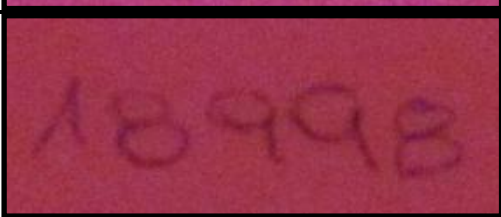
			Ilustración 382. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 383. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15"/N°f=5.6/ISO=400].
			Ilustración 384. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15"/N°f=4/ISO=1600].
			Ilustración 385. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15"/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 83. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°32 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el tres-3-(U) en ocho-8-, y el cuatro-4-(D) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A5 y el bolígrafo A7 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°33-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina–A5- y adulterado con “BOCAI”-A8-.

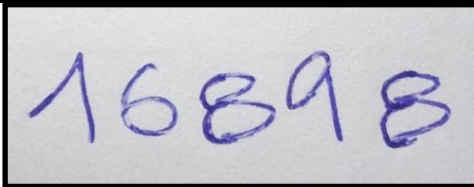
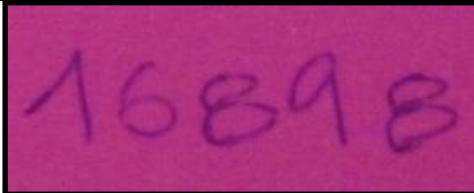
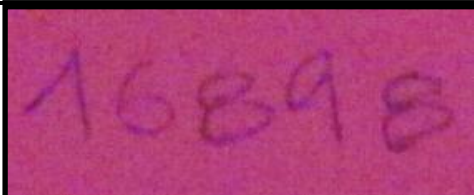
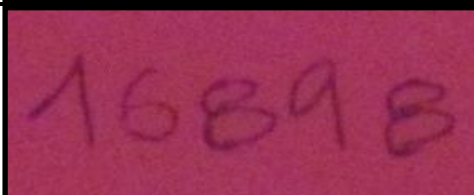
	Ilustración 386. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 387. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
	Ilustración 388. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
	Ilustración 389. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 84. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°33 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando los tres-3-(U y C) en ocho-8-, y el uno-1-(D) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A5 y el bolígrafo A8 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°34-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina –A5- y adulterado con “BEIFA”-A9-.

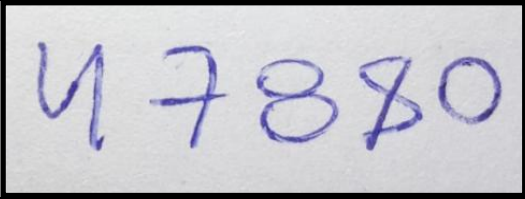
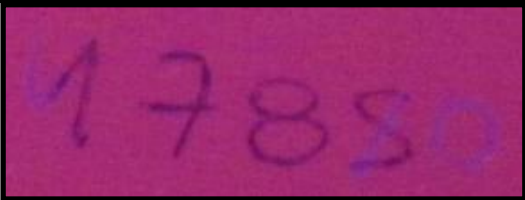
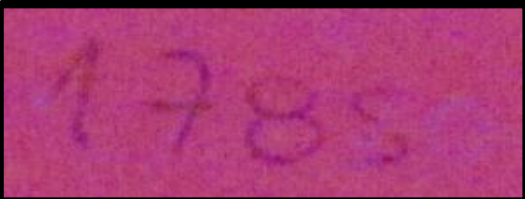
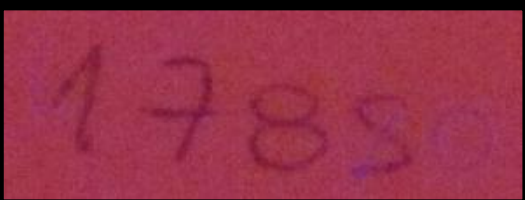
		<p>Ilustración 390. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 391. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 392. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 393. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 85. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°34 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A5 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A5 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°35-

Papel escrito con bolígrafo “Bic Cristal” Fina –A5- y adulterado con “consul TRIO”-A10-

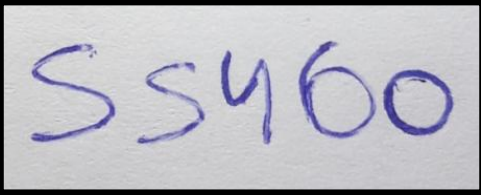
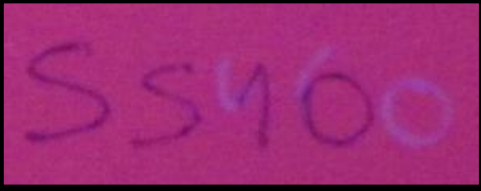

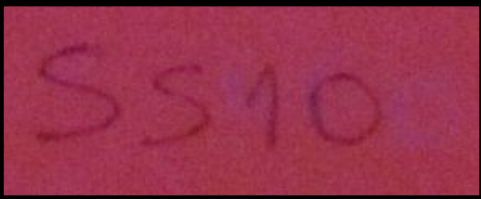
	Ilustración 394. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 395. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
	Ilustración 396. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
	Ilustración 397. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 86. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°35 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A5 no fluoresce mientras que A10 sí; y con luz verde- filtro IR A10 fluoresce en forma muy tenue respecto al resto.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A5 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°36-

Papel escrito con bolígrafo “Paper Mate” –A6- y adulterado con “Genko”-A7-.

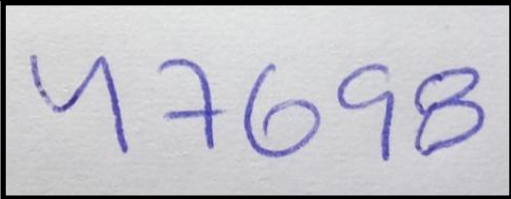
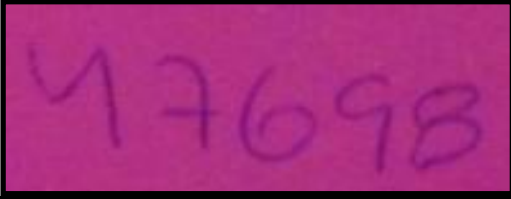
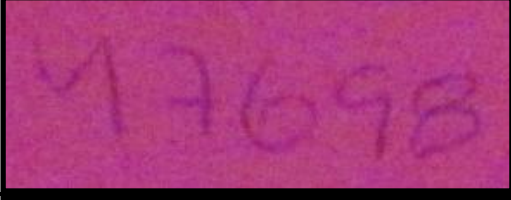
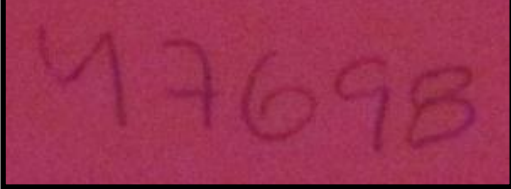
	Ilustración 398. Fotografía convencional con luz blanca.
	Ilustración 399. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
	Ilustración 400. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
	Ilustración 401. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 87. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°36 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el tres-3-(U) en ocho-8-, y el uno-1-(D.M) en cuatro-4-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y diferencia en grosor de trazo* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A6 y el bolígrafo A7 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°37-

Papel escrito con bolígrafo “Paper Mate” –A6- y adulterado con “BOCAI”-A8-.

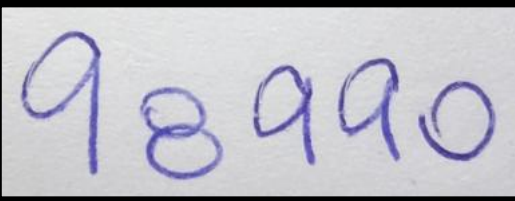
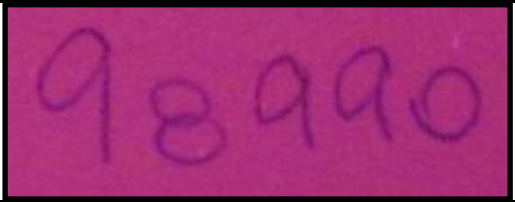
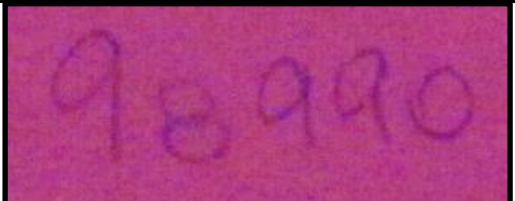
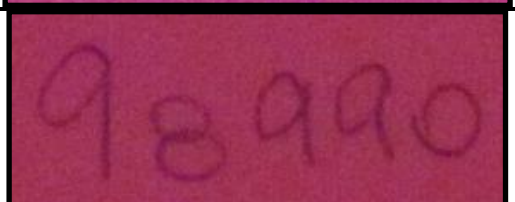
		<p>Ilustración 402. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 403. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 404. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 405. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 88. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°37 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de cero-0-(U) y enmienda transformando los uno-1-(D, C y D.M) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A6 y el bolígrafo A8 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°38-

Papel escrito con bolígrafo “Paper Mate” –A6- y adulterado con “BEIFA”-A9-.

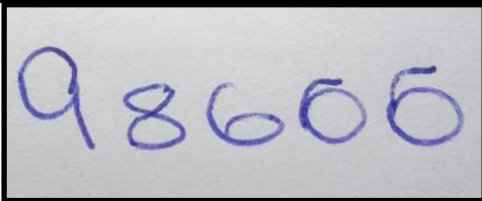
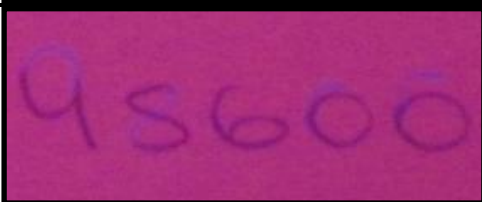

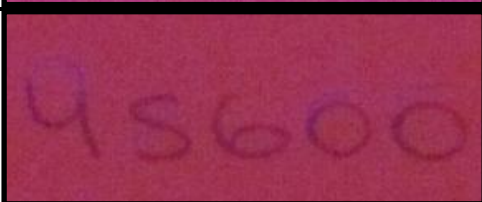
		<p>Ilustración 406. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 407. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 408. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 409. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 89. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°38 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A6 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A6 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°39-

Papel escrito con bolígrafo “Paper Mate” –A6- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

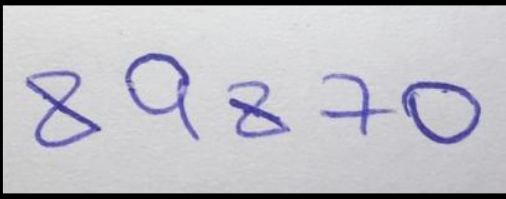
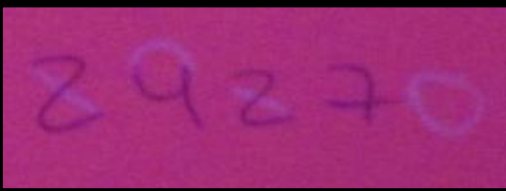

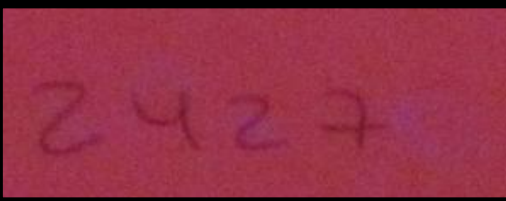
		<p>Ilustración 410. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 411. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15"/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 412. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15"/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 413. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15"/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 90. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°39 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A6 no fluoresce mientras que A10 sí; y con luz verde- filtro IR A10 fluoresce en forma tenue respecto a A6.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A6 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°40-

Papel escrito con bolígrafo “Genko” -A7- y adulterado con “BOCAI”-A8-.

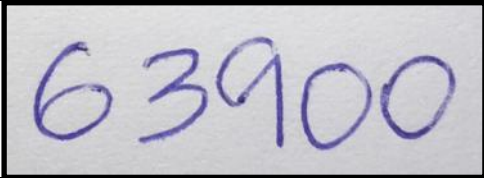
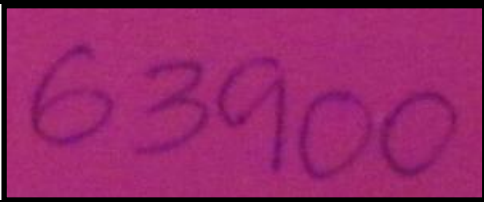
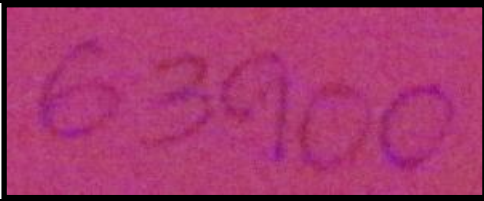
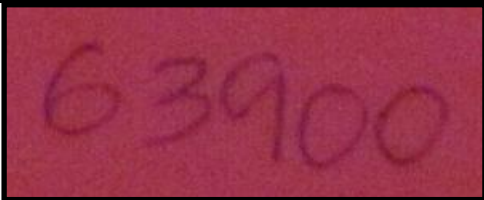
			Ilustración 414. Fotografía convencional con luz blanca.
			Ilustración 415. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].
			Ilustración 416. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].
			Ilustración 417. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].

Tabla 91. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°40 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado de cero-0-(U) y enmienda transformando el uno-1-(C) en nueve-9-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dichas maniobras resultan también *difíciles de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *entre el bolígrafo A7 y el bolígrafo A8 no se presentan características que permitan la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.*

-Caso N°41-

Papel escrito con bolígrafo “Genko” -A7- y adulterado con “BEIFA”-A9-.

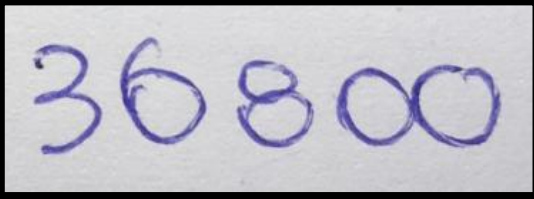



		<p>Ilustración 418. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 419. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 420. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 421. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 92. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°41 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado y enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A7 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A7 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°42-

Papel escrito con bolígrafo “Genko” -A7- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

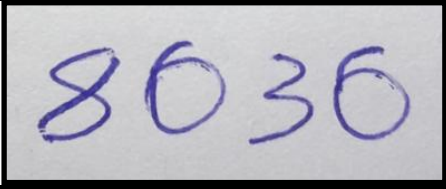
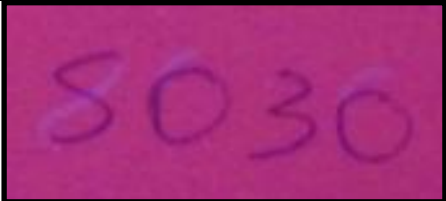

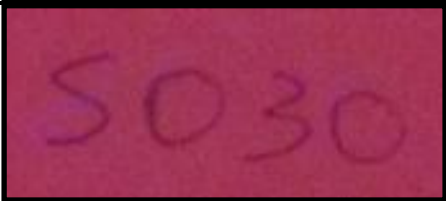
			<p>Ilustración 422. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
			<p>Ilustración 423. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=5.6/ISO=400].</p>
			<p>Ilustración 424. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4/ISO=1600].</p>
			<p>Ilustración 425. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/Nºf=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 93. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°42 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A7 no fluoresce mientras que A10 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A7 como el bolígrafo A10 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°43-

Papel escrito con bolígrafo “BOCAI” –A8- y adulterado con “BEIFA”-A9-.

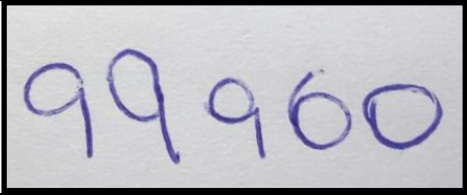
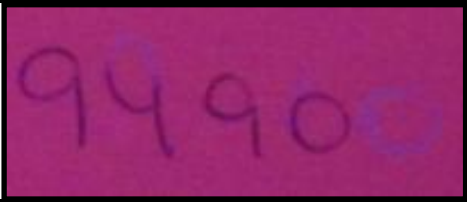
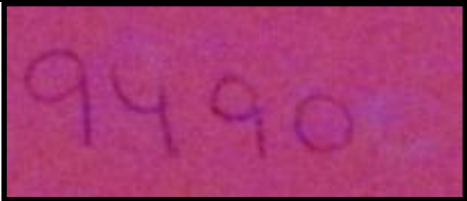
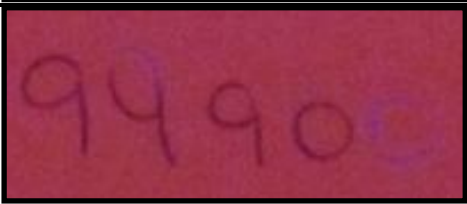
		<p>Ilustración 426. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 427. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 428. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 429. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 94. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°43 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobras de *agregado* y *enmienda*. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A8 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A8 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°44-

Papel escrito con bolígrafo “BOCAI” –A8- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

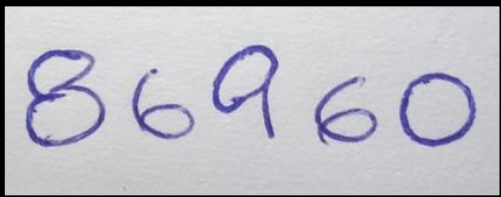
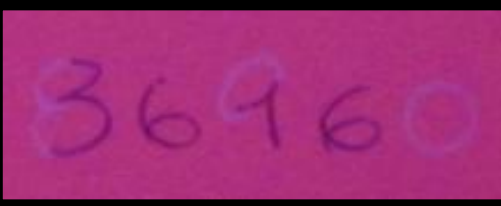
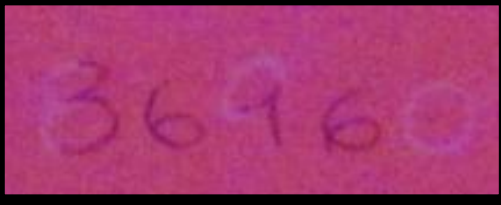
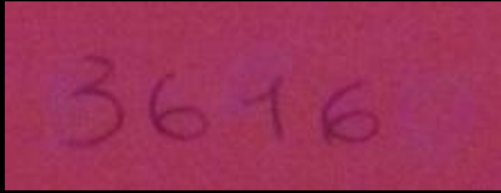
		Ilustración 430. Fotografía convencional con luz blanca.
		Ilustración 431. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].
		Ilustración 432. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].
		Ilustración 433. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].

Tabla 95. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°44 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de agregado y enmienda. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades y en grosor de trazos* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *reconocible* con aplicación de luces y filtros: con luz UV- filtro IR, luz verde- filtro IR y con luz azul- filtro IR el bolígrafo A8 no fluoresce mientras que A9 sí.

Por lo anterior es que se puede observar que *tanto el bolígrafo A8 como el bolígrafo A9 reaccionan de diferentes formas dependiendo el filtro y la luz*, haciendo posible la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

-Caso N°45-

Papel escrito con bolígrafo “BEIFA” –A9- y adulterado con “consul TRIO”-A10-.

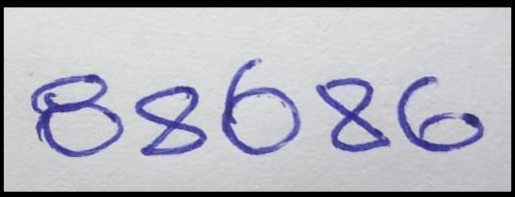



		<p>Ilustración 434. Fotografía convencional con luz blanca.</p>
		<p>Ilustración 435. Fotografía tomada con luz UV y filtro IR. [Texp=15”/N°f=5.6/ISO=400].</p>
		<p>Ilustración 436. Fotografía tomada con luz azul y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4/ISO=1600].</p>
		<p>Ilustración 437. Fotografía tomada con luz verde y filtro IR. [Texp=15”/N°f=4.5/ISO=800].</p>

Tabla 96. Resultados de fotografías convencional (primera fila), 1.f (segunda fila), 2.f (tercera fila), y 3.f (cuarta fila).

Observaciones

Del examen del Caso N°45 resulta que el escrito se encuentra adulterado mediante maniobra de *enmienda* transformando el dos-2-(D) y el cinco-5-(U.M) en ocho-8-, y el cero-0-(C) en seis-6-. Si bien, en la fotografía convencional con luz blanca *no se evidencia diferencia en la intensidad de las cromaticidades* entre un bolígrafo y otro, dicha maniobra resulta también *difícil de identificar* con aplicación de luces y filtros, por lo tanto, los resultados no difieren de lo observable en la fotografía convencional respecto a las adulteraciones.

Se puede observar entonces que *tanto el bolígrafo N9 como el bolígrafo N10 emiten fluorescencia en rangos similares*, impidiendo la diferenciación de las tintas en las maniobras de adulteración.

Análisis de Resultados

I- Análisis de Resultado de “Ilumi-Naty”

En un principio se ideó la estructura y se le dio forma mediante los programas digitales Autocad y AutoCAD 3Dmax, a modo de establecer el modelo general de la estructura. Seguidamente, se inició con la fabricación de las piezas individuales que dan forma en su conjunto al instrumento “Ilumi-Naty”.

El instrumento se inició con el torneado de un cilindro de aluminio que en un extremo se ajusta perfectamente a la cámara a utilizar, y que por el otro extremo se une al selector de filtros. Este cilindro es el pilar fundamental para dimensionar todas las medidas del equipo, ya que con la cámara unida al mismo, se estima la distancia focal para que una vez finalizado el equipo, no haya errores en las fotografías. Otra de las medidas importantes se obtienen colocando un panel led de luz blanca que cumple dos funciones: una es la de ser base para colocar los documentos, y segundo es la luz que ilumina en forma transmitida; al ser base de los documentos, da la posibilidad de estimar la medida de la base del instrumento.

Ya contando con las dimensiones de distancia focal y de la base, se comenzó a realizar la estructura o esqueleto. Después, se procedió a cerrar la misma colocando chapa galvanizada, que se recortó y se soldó a la estructura, también se recortó y plegó los recortes de chapa que son removibles en la estructura, colocados con tornillos.

Luego, se realizaron las perforaciones necesarias para: colocar la base de la cámara con el cilindro y la cámara, para ingresar y retirar documentos, perforaciones que sujetan a las partes removibles, y encastrés donde se fijó el panel controlador de luces.

Posteriormente, se realizó el ensamblado y las conexiones del sistema eléctrico, en el cual se colocaron luces led IR de 850 nm, luz blanca fría y luz UV de 420nm., después, se colocaron las tiras led RGB. Seguidamente se conectan los cables a un conector, y conjuntamente a un tablero de control, que conecta con ocho llaves de dos puntos para realizar el encendido-apagado de las luces.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Como último paso, el equipo “Ilumi-Naty” se culminó con el pintado del mismo, la colocación de las demás partes que conforman al instrumento como ser la cámara, el dial de filtros y cable de corriente.

Finalmente, se puede asegurar que el equipo “Ilumi-Naty” fotografía en gran parte del espectro, con ayuda de seis tipos de luz led, que se encuentran en dos posiciones diferentes y desde dos ángulos de incidencia; así como también cuenta con seis filtros, que se encuentran todos situados en un mismo selector de filtros. A continuación, se realiza el detalle de luces y filtros antes mencionados:

LUZ	FILTRO
1. Luz blanca fría en forma transmitida (inferior).	1. Deep Blue (listado numérico: 120).
2. Luz led blanca fría en forma directa (superior).	2. Aurora Borealis Green (listado numérico: 740).
3. Luz led verde en forma directa (superior RGB).	3. Blood red (listado numérico: 789).
4. Luz led roja en forma directa (superior RGB).	4. Chrome Orange (listado numérico: 179).
5. Luz led azul en forma directa (superior RGB).	5. Light Red (listado numérico: 182).
6. Luz led infrarroja en forma directa (superior).	6. Yellow (listado numérico: 101).
7. Luz led ultravioleta en forma directa (superior).	

Tabla 97. Detalle de luces y filtros con los que se encuentra equipado el instrumento Ilumi-Naty.

II- Parte experimental: análisis de resultados de las muestras fotográficas

De los 90 papeles realizados en total, 45 fueron escritos con bolígrafos de cromaticidad negra y posteriormente adulterados con bolígrafos del mismo grupo cromático, y los restantes 45 papeles, fueron escritos con bolígrafos de cromaticidad azul e igualmente adulterados con bolígrafos de su color. Las adulteraciones del tipo *aditivas* se basaron en agregados y enmiendas realizados en forma aleatoria para cada papel, formando números enteros de 4 o 5 cifras.

De las 19 combinaciones de luces y filtros, es decir, de todas las planteadas para el desarrollo de la investigación y con las cuales se llevó a cabo el experimento, solo se seleccionaron aquellas que utilizadas conjuntamente con las configuraciones manuales de cámara –triángulo de

exposición-, demostraron ser las únicas combinaciones capaces de captar características significativas en la diferenciación de las tintas de bolígrafo.

BOLÍGRAFOS NEGROS

Los 45 papeles confeccionados y adulterados con bolígrafos negros, fueron sometidos a estudio mediante las siguientes combinaciones de *luz / filtro / triángulo de exposición*:

COMBINACIONES DE LUCES / FILTROS / TRIÁNGULO DE EXPOSICIÓN			
CAPTURA POR REFLEXIÓN			
LUZ AZUL / FILTRO AZUL -T de exp. : 1/5 -Número f : 4.5 -ISO: 400	LUZ VERDE / FILTRO VERDE -T de exp. : 1 -Número f : 5 -ISO: 400	LUZ ROJA / FILTRO ROJO -T de exp. : 0.8 -Número f : 8 -ISO: 400	LUZ IR / FILTRO IR -T de exp. : 1/4 -Número f : 5.6 -ISO: 80
CAPTURA POR LUMINISCENCIA			
LUZ UV / FILTRO IR -T de exp. :15” -Número f : 4 -ISO: 80	LUZ AZUL / FILTRO IR -T de exp. :15” -Número f : 4.5 -ISO: 400	LUZ VERDE / FILTRO IR -T de exp. :15” -Número f : 4.5 -ISO: 400	

Tabla 98. Detalle de las combinaciones de luz/filtro/triángulo de exposición para bolígrafos de color negro.

Mediante el uso de estas combinaciones, se obtuvieron los siguientes resultados, correspondientes a cada uno de los 45 casos por modo de captura:

Captura por Reflexión:

CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO
1	NEGATIVO	16	NEGATIVO	31	NEGATIVO
2	NEGATIVO	17	NEGATIVO	32	NEGATIVO
3	NEGATIVO	18	NEGATIVO	33	NEGATIVO
4	NEGATIVO	19	NEGATIVO	34	NEGATIVO
5	NEGATIVO	20	NEGATIVO	35	NEGATIVO
6	NEGATIVO	21	NEGATIVO	36	NEGATIVO
7	NEGATIVO	22	NEGATIVO	37	NEGATIVO
8	NEGATIVO	23	NEGATIVO	38	NEGATIVO
9	NEGATIVO	24	NEGATIVO	39	NEGATIVO
10	NEGATIVO	25	NEGATIVO	40	NEGATIVO
11	NEGATIVO	26	NEGATIVO	41	NEGATIVO
12	NEGATIVO	27	NEGATIVO	42	NEGATIVO
13	NEGATIVO	28	NEGATIVO	43	NEGATIVO
14	NEGATIVO	29	NEGATIVO	44	NEGATIVO
15	NEGATIVO	30	NEGATIVO	45	NEGATIVO

Tabla 99. Resultado de los 45 casos obtenidos de los bolígrafos de color negro por captura por reflexión.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Análisis de los resultados:

- En este modo de captura en particular, y tal como se demuestra en la Tabla 99, *no se arrojaron resultados positivos en ninguno de los casos*, es decir, *no se presentaron características que permitieran evidenciar diferenciación en las tintas de los bolígrafos de cromaticidad negra*.

Captura por Luminiscencia:

CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO
1	-NEGATIVO-	16	NEGATIVO	31	POSITIVO
2	NEGATIVO	17	*POSITIVO*	32	*POSITIVO*
3	NEGATIVO	18	-NEGATIVO-	33	POSITIVO
4	-NEGATIVO-	19	-NEGATIVO-	34	POSITIVO
5	POSITIVO	20	*POSITIVO*	35	POSITIVO
6	POSITIVO	21	POSITIVO	36	POSITIVO
7	POSITIVO	22	POSITIVO	37	*POSITIVO*
8	POSITIVO	23	-NEGATIVO-	38	POSITIVO
9	*POSITIVO*	24	*POSITIVO*	39	*POSITIVO*
10	POSITIVO	25	NEGATIVO	40	-NEGATIVO-
11	POSITIVO	26	POSITIVO	41	*POSITIVO*
12	POSITIVO	27	POSITIVO	42	NEGATIVO
13	*POSITIVO*	28	POSITIVO	43	POSITIVO
14	POSITIVO	29	NEGATIVO	44	-NEGATIVO-
15	POSITIVO	30	*POSITIVO*	45	*POSITIVO*

Tabla 100. Resultado de los 45 casos obtenidos de los bolígrafos de color negro por captura por luminiscencia, donde: (*) son los casos en los que solo se evidenció adulteración con el equipo Ilumi-Naty, y (-) son los casos en los que no se evidenció adulteración por ningún método.

Análisis de los resultados:

- Es de esta manera que se llegó a obtener un total de **32 resultados positivos**, es decir, resultados en los que se presentaron características identificativas de una adulteración, y finalmente **13** fueron los **resultados negativos**.

- Respecto a las combinaciones de luces y filtros de la Tabla 98, cabe destacar que dentro de los **32 resultados positivos**, **no siempre arrojaron resultado las 3 combinaciones en total**, sino que: en **27** oportunidades, las 3 combinaciones arrojaron resultado (luz UV-filtro IR, luz azul-filtro IR y luz verde-filtro IR); en **1** oportunidad, 2 de las combinaciones arrojaron resultado

(luz UV-filtro IR y luz verde-filtro IR); y en 4 oportunidades, solo 1 de las combinaciones arrojó resultado (luz UV-filtro IR o luz verde-filtro IR).

- Continuando con el análisis de la información de la Tabla 98, podemos agregar que en cuanto al *Triángulo de exposición* que se tomó como valor fijo para cada combinación, los valores para el Tiempo de exposición siempre fueron de 15", es decir tiempos largos de exposición; los valores del Número *f* oscilaron entre 4, 4.5, lo que significa una apertura media de la lente o diafragma; y los valores de ISO se mantuvieron entre 400 y 80, esto es, sensibilidad a la luz entre media y baja.

- En relación a la información obtenida de la Tabla 100 resaltamos que, dentro de los 32 *casos positivos* que se presentaron con los bolígrafos de cromaticidad negra, en 21 oportunidades *las adulteraciones ya podían ser percibidas y luego se confirmaban* al ser sometidas al Ilumi-Naty, y en las 11 oportunidades restantes^(*), *las adulteraciones solo se evidenciaban mediante el uso del equipo*; y de los 13 *resultados negativos*, en 6 oportunidades *ya se podía evidenciar adulteración*, sin embargo, *el equipo no arrojó características diferenciales de las tintas*, y en cuanto a los otros 7 resultados⁽⁻⁾, *las adulteraciones no fueron evidenciadas mediante ninguna de estas opciones*.

- Sobre las características identificativas de las adulteraciones podemos decir que los resultados positivos se presentaban mediante fluorescencia, pero en dos situaciones diferentes, una era por medio de la *fluorescencia de las tintas de ambos bolígrafos* utilizados tanto para el escrito original como para las adulteraciones, pero que las mismas se emitían en diferentes rangos del espectro lumínico, por lo que la adulteración se lograba visualizar correctamente. La otra forma era a través de la *fluorescencia de la tinta de solo uno de los bolígrafos* utilizados, que podía el bolígrafo con el que se realizó en escrito original, o bien aquel con el que se realizó luego la adulteración aditiva. Por otra parte, los resultados negativos también se presentaban en dos situaciones diferentes, aunque en estas se impedía la diferenciación de las tintas, y las razones podían ser la *fluorescencia de ambas tintas en similares rangos* de espectro lumínico, o bien que *ninguna de las tintas presente fluorescencia*.

BOLÍGRAFOS AZULES

Los 45 papeles confeccionados y adulterados con bolígrafos azules, fueron puestos a prueba para el estudio mediante las siguientes combinaciones de *luz / filtro / triángulo de exposición*:

COMBINACIONES DE LUCES / FILTROS / TRIÁNGULO DE EXPOSICIÓN			
CAPTURA POR REFLEXIÓN			
LUZ AZUL / FILTRO AZUL -T de exp. : 1/5 -Número f : 4.5 -ISO: 400	LUZ VERDE / FILTRO VERDE -T de exp. : 1 -Número f : 5 -ISO: 400	LUZ ROJA / FILTRO ROJO -T de exp. : 0.8 -Número f : 8 -ISO: 400	LUZ IR / FILTRO IR -T de exp. : 1/8 -Número f : 8 -ISO: 400
CAPTURA POR LUMINISCENCIA			
LUZ UV / FILTRO IR -Tiempo de exposición: 15” -Número f : 5.6 -ISO: 400	LUZ AZUL / FILTRO IR -Tiempo de exposición: 15” -Número f : 4 -ISO: 1600	LUZ VERDE / FILTRO IR -Tiempo de exposición: 15” -Número f : 4.5 -ISO: 800	

Tabla 101. Detalle de las combinaciones de luz/filtro/triángulo de exposición para bolígrafos de color azul.

Por medio de estas combinaciones, se obtuvieron los siguientes resultados por modo de captura:

Captura por Reflexión:

CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO
1	NEGATIVO	16	NEGATIVO	31	NEGATIVO
2	NEGATIVO	17	NEGATIVO	32	NEGATIVO
3	NEGATIVO	18	NEGATIVO	33	NEGATIVO
4	NEGATIVO	19	NEGATIVO	34	NEGATIVO
5	NEGATIVO	20	NEGATIVO	35	NEGATIVO
6	NEGATIVO	21	NEGATIVO	36	NEGATIVO
7	NEGATIVO	22	NEGATIVO	37	NEGATIVO
8	NEGATIVO	23	NEGATIVO	38	NEGATIVO
9	NEGATIVO	24	NEGATIVO	39	NEGATIVO
10	NEGATIVO	25	NEGATIVO	40	NEGATIVO
11	NEGATIVO	26	NEGATIVO	41	NEGATIVO
12	NEGATIVO	27	NEGATIVO	42	NEGATIVO
13	NEGATIVO	28	NEGATIVO	43	NEGATIVO
14	NEGATIVO	29	NEGATIVO	44	NEGATIVO
15	NEGATIVO	30	NEGATIVO	45	NEGATIVO

Tabla 102. Resultado de los 45 casos obtenidos de los bolígrafos de color azul por captura por reflexión.

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

Análisis de los resultados:

- En este modo de captura tal como sucedió con los bolígrafos de color negro, y como se demuestra en la Tabla 99, *no se arrojaron resultados positivos en ninguno de los casos*, es decir, *no se presentaron características que permitieran evidenciar diferenciación en las tintas de los bolígrafos de cromaticidad azul*.

Captura por Luminiscencia:

CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO	CASO	RESULTADO
1	NEGATIVO	16	*POSITIVO*	31	NEGATIVO
2	POSITIVO	17	POSITIVO	32	NEGATIVO
3	NEGATIVO	18	POSITIVO	33	NEGATIVO
4	-NEGATIVO-	19	POSITIVO	34	POSITIVO
5	NEGATIVO	20	POSITIVO	35	POSITIVO
6	-NEGATIVO-	21	*POSITIVO*	36	NEGATIVO
7	NEGATIVO	22	*POSITIVO*	37	NEGATIVO
8	*POSITIVO*	23	-NEGATIVO-	38	POSITIVO
9	*POSITIVO*	24	POSITIVO	39	POSITIVO
10	*POSITIVO*	25	-NEGATIVO-	40	NEGATIVO
11	NEGATIVO	26	-NEGATIVO-	41	*POSITIVO*
12	NEGATIVO	27	NEGATIVO	42	POSITIVO
13	NEGATIVO	28	NEGATIVO	43	*POSITIVO*
14	-NEGATIVO-	29	POSITIVO	44	POSITIVO
15	-NEGATIVO-	30	POSITIVO	45	-NEGATIVO-

Tabla 103. Resultado de los 45 casos obtenidos de los bolígrafos de color azul por captura por luminiscencia, donde: (*) son los casos en los que solo se evidenció adulteración con el equipo Ilumi-Naty, y (-) son los casos en los que no se evidenció adulteración por ningún método.

Análisis de los resultados:

- De esta forma se obtuvo un total de **22 resultados positivos**, es decir, resultados en los que se presentaron características identificativas de una adulteración, y finalmente **23** fueron los **resultados negativos**.

- Acerca de las combinaciones de luces y filtros de la Tabla 101, es importante resaltar que en los **22 resultados positivos**, **las 3 combinaciones arrojaron resultado**.

- En cuanto a la Tabla 101, podemos agregar también que del *Triángulo de exposición* que se tomó como valor fijo para cada combinación, los valores para el Tiempo de exposición siempre fueron de 15", es decir tiempos largos de exposición; los valores del Número *f* oscilaron

entre 4, 4.5, y 5.6, lo que significa una apertura media de la lente o diafragma; y los valores de ISO se mantuvieron entre 1600, 800, y 400, esto es, sensibilidad a la luz entre alta y media.

- Respecto a los datos obtenidos de la Tabla 103 resaltamos que, dentro de los 22 *casos positivos* que se presentaron con los bolígrafos de cromaticidad azul, en **14** oportunidades *las adulteraciones ya podían ser percibidas y luego se confirmaban* al ser sometidas al Ilumi-Naty, y en las **8** oportunidades restantes, *las adulteraciones solo se evidenciaban mediante el uso del equipo^(*)*; y de los 23 *resultados negativos*, en **15** oportunidades se podía evidenciar adulteración, sin embargo, el equipo no arrojó características diferenciales de las tintas, y en cuanto a los otros **8** resultados⁽⁻⁾, *las adulteraciones no fueron evidenciadas mediante ninguna de estas opciones*.

- Sobre las características identificativas de las adulteraciones también destacamos que los resultados positivos se presentaban mediante fluorescencia en dos situaciones diferentes, una era por medio de la *fluorescencia de las tintas de ambos bolígrafos* utilizados para los escritos, pero que la misma se emitía en diferentes rangos del espectro lumínico, por lo que la adulteración se lograba visualizar correctamente; y, la otra forma era a través de la *fluorescencia de la tinta de solo uno de los bolígrafos* utilizados, que podía el bolígrafo con el que se realizó en escrito original, o bien aquel con el que se realizó luego la adulteración. Por otra parte, los resultados negativos también se presentaban en dos situaciones diferentes, aunque en estas se impedía la diferenciación de las tintas, y las razones podían ser la *fluorescencia de ambas tintas en similares rangos de espectro lumínico*, o bien que *ninguna de las tintas presente fluorescencia*.

EFICACIA DE “ILUMI-NATY”

Una forma simple de calcular la eficacia del Ilumi-Naty y obtener su porcentaje es la de tomar los resultados positivos obtenidos y multiplicarlos por 100; luego, se divide el producto de esa multiplicación entre el resultado total esperado. Por medio de este cálculo, el cumplimiento de un objetivo equivaldría al 100% de la eficacia: un porcentaje inferior, se traduciría en una baja eficacia, mientras que uno superior sería equivalente a una alta eficacia.

Por lo antes descripto decimos que, los resultados positivos obtenidos para los **bolígrafos negros** se multiplican por 100, y luego se divide ese resultado entre el resultado total que es 45. La posibilidad de que los 45 resultados totales den *todos positivos*, equivaldría al 100% de la

Ilumi-Naty: análisis diferencial de tintas de bolígrafo

eficacia del equipo para ese color de bolígrafos. El procedimiento se repite para **bolígrafos azules**.

- **Captura por Reflexión:** resulta importante destacar que no se presentaron resultados positivos mediante este método, por lo tanto, el *equipo Ilumi-Naty no resultó efectivo para realizar diferenciación de tintas mediante el modo de captura por Reflexión.*

- **Captura por Luminiscencia:**

$Eficacia = \frac{\text{Resultados positivos obtenidos} \times 100}{\text{Resultados Totales}}$	
BOLÍGRAFOS NEGROS	BOLÍGRAFOS AZULES
$Eficacia = \frac{32 \times 100}{45} = 71.1\%$	$Eficacia = \frac{22 \times 100}{45} = 48.9\%$

Tabla 104. Cálculo de porcentaje de eficacia de Ilumi-Naty respecto a los bolígrafos de cromaticidad negra y azul.

- La *eficacia del equipo Ilumi-Naty para bolígrafos negros mediante captura por Luminiscencia* es de **71.1%**.

- La *eficacia del equipo Ilumi-Naty para bolígrafos azules mediante captura por Luminiscencia* es de **48.9%**.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

Conclusiones

*En referencia al primer objetivo específico planteado, en relación al diseño y confección de un instrumento capaz de analizar papel hasta formato A5, y con el cual se pueda controlar el uso de luces led RGB, UV e IR, así como también filtros de color azul, verde, amarillo, naranja, rojo e infrarrojo; y finalmente fotografiar en gran parte del espectro, podemos decir que: el equipo “Ilumi-Naty” es una estructura cerrada, sin interferencias externas, únicamente dependiente de la red eléctrica, capaz de analizar papel hasta formato A5, que mediante cámara digital *full espectro* fotografía en gran parte del mismo, que ilumina con: luz led blanca fría en forma directa (superior), luz led blanca fría en forma transmitida (inferior), luz led verde en forma directa (superior RGB), luz led roja en forma directa (superior RGB), luz led azul en forma directa (superior RGB), luz led infrarroja en forma directa (superior), y luz led ultravioleta en forma directa (superior); y mediante los filtros: azul “Deep Blue” (listado numérico: 120), verde “Aurora Borealis Green” (listado numérico: 740), infrarrojo “Blood red” (listado numérico: 789), anaranjado “Chrome Orange” (listado numérico: 179), rojo “Light Red” (listado numérico: 182), y amarillo “Yellow” (listado numérico: 101).*

Por otra parte, y respondiendo al segundo objetivo específico, sobre la descripción de características que permitan identificar diferencias entre tintas de bolígrafo de cromaticidad negro y azul de por lo menos diez marcas comerciales, utilizadas en la confección de escritos en papel de tamaño 9x9cm., mediante los modos de captura por Reflexión y por Luminiscencia, podemos decir que: de los dos modos de captura empleados, solo con el modo de captura por Luminiscencia se lograron obtener resultados con características distintivas para ambos colores de bolígrafos.

- De los 45 casos de papeles confeccionados y adulterados con bolígrafos negros, en 32 de ellos los resultados fueron *positivos*, es decir, se presentaron características que posibilitaron la diferenciación entre las tintas, por cuanto los casos *negativos* fueron 13.

Dentro de los **32 resultados positivos**, se puede destacar que una de las características identificativas que se repitió en varios de los casos osciló entre la ***fluorescencia de las tintas de***

ambos bolígrafos utilizados para el escrito, pero que la misma se emitía en diferentes rangos del espectro lumínico, por lo tanto se lograba visualizar correctamente la adulteración. La otra característica repetitiva a destacar es la ***fluorescencia de la tinta de solo uno de los bolígrafos*** utilizados, que podía ser tanto el utilizado para el escrito original o aquel con el que se realizó la adulteración.

En tanto, sobre los ***13 resultados negativos***, podemos decir que las características repetitivas entre ellos redundaron en que ***ambas tintas de los bolígrafos emitían fluorescencia en similares rangos*** de espectro lumínico, o que en ***ninguno de los casos la tinta presente fluorescencia*** impidiendo la diferenciación de las mismas.

- **Continuando con la investigación, de los 45 casos de papeles confeccionados y adulterados con bolígrafos azules, en 22 de ellos los resultados fueron positivos, en tanto, los casos negativos fueron 23.**

Dentro de los ***22 resultados positivos***, hubo características repetitivas similares a las del estudio de los bolígrafos negros, como ser la ***fluorescencia de las tintas de ambos bolígrafos*** utilizados para el escrito, pero que la misma se emitía en diferentes rangos del espectro lumínico, y la otra característica repetitiva a destacar radica en la ***fluorescencia de la tinta de solo uno de los bolígrafos*** utilizados, que podía ser tanto el utilizado para el escrito original o aquel con el que se realizó la adulteración.

Sobre los ***23 resultados negativos***, y tal como en los bolígrafos negros, las características repetitivas entre ellos radicarón en que ***ambas tintas de los bolígrafos emitían fluorescencia en similares rangos*** de espectro lumínico, o que en ***ninguno de los casos la tinta presente fluorescencia*** impidiendo la diferenciación de las mismas.

A raíz de la investigación llevada a cabo y respondiendo al interrogante planteado, como al objetivo general, podemos decir que: el procedimiento más eficaz para la utilización de un método físico con luces y filtros, en la determinación de diferencias entre tintas de bolígrafos de igual cromaticidad pero de diferentes marcas comerciales, radica en la correcta combinación de todos los pasos que conforman la metodología general de trabajo.

Comenzando por los modos de captura por Reflexión y por Luminiscencia, destacamos que **fue el segundo de los métodos el que arrojó resultados positivos para diferenciar tintas de bolígrafo de una misma cromaticidad.**

En cuanto a las *combinaciones de luces y filtros* a usar para el método de Luminiscencia, *las que resultaron eficaces fueron 3*, debido a que solo estas lograron captar características significativas en la diferenciación de las tintas. **Esas combinaciones son luz UV con filtro IR, luz azul con filtro IR y luz verde con filtro IR.**

A su vez, las combinaciones de luces y filtros antes mencionadas funcionaron con diferentes configuraciones manuales de cámara: para los *bolígrafos de tinta negra*, la combinación luz UV-filtro IR funcionó con tiempo de exposición de 15", f4 e ISO 80; y para las combinaciones luz azul-filtro IR y luz verde-filtro IR, el tiempo de exposición fue también de 15" pero con f4.5 e ISO 400. Para los *bolígrafos de tinta azul*, la combinación luz UV-filtro IR funcionó con tiempo de exposición de 15", f5.6 e ISO 400; para la combinación luz azul-filtro IR, el tiempo de exposición fue de 15", f4 e ISO 1600; y luz verde-filtro IR, el tiempo de exposición fue de 15", con f4.5 e ISO 800.

Para los *32 resultados positivos de los bolígrafos negros*, **no siempre arrojaron resultados las 3 combinaciones luces y filtros por igual**, sino que en 27 oportunidades funcionaron las 3 combinaciones (luz UV-filtro IR, luz azul-filtro IR y luz verde-filtro IR), en 1 oportunidad funcionaron 2 combinaciones (luz UV-filtro IR y luz verde-filtro IR), y en 4 oportunidades funcionó solo una combinación (luz UV-filtro IR o luz verde-filtro IR). Ahora bien, para los *22 resultados positivos de los bolígrafos azules*, **las 3 combinaciones arrojaron resultado siempre.**

Finalmente, es importante destacar que *los resultados aquí obtenidos se deben estrictamente a la metodología empleada en conjunto con los recursos utilizados*. Además, afirmamos que *los documentos sometidos a prueba con Ilumi-Naty no sufrieron daño o alteración alguna*, y que mediante este equipo de *fácil manipulación*, se pudo *determinar diferencias entre tintas de bolígrafos negros y azules a un menor costo*, en comparación a otros equipos que se hallan actualmente en el mercado.

Recomendaciones

Sería interesante que se continúe con las pruebas y estudios mediante el uso de Ilumi-Naty, con la posibilidad de hallar nuevas características identificativas ante el gran abanico de elementos escriturales y sustratos documentales.

Como recomendación a futuras investigaciones, proponemos que se investigue acerca de las diferencias surgidas en cuanto a la eficacia de la determinación de características diferenciales entre tintas de bolígrafos de cromaticidad negra y azul.

Asimismo, también proponemos que el Ilumi-Naty sea utilizado para realizar pruebas en otras disciplinas dentro la Criminalística, a modo de aumentar los conocimientos tanto para estudiantes como para profesionales del área pericial.

Bibliografía

- Bonilla, C. E. (2000). *Investigación Documentológica*. Buenos Aires: La Rocca.
- Caballero Cornejo, H. (2010). *Odontología Legal y Forense*. Lima: UNMSM.
- Capello, Gobbi, Guatelli, Palacios, Pérez Roller, Poggio de Palacios y González Rossi. (1983). *Tratado de criminalística*. Tomo I. Documentos su estudio analítico-pericial. Buenos Aires: Editorial Policial.
- Caro P. M. (2007). *Manual de Química Forense*. Buenos Aires: La Rocca.
- Del Picchia J., Del Picchia C. M. R. & Del Picchia A. M. G. (2006). *Tratado de documentoscopia: la falsedad documental*. Buenos Aires: La Rocca.
- Del Val Latierra, F. (1963). *Grafocrítica: el Documento, la Escritura y su Proyección Forense*. Madrid: TECNOS S.A.
- Ezcurra Gondra M. (2012). *Avances analíticos en la datación forense de tintas y documentos* (Tesis Doctoral). Universidad del País Vasco, País Vasco.
- Ezcurra Gondra M. & Grávalos G. (2010). *Análisis forense de documentos*. Tomo 1. Instrumentos de escritura manual y sus tintas. Buenos Aires: La Rocca.
- Ferrari, L.A. & Giannuzzi, L. (2006). *Manual de técnicas de laboratorio en Toxicología y Química Forense: análisis físico y químico del documento*. Buenos Aires: Praia.
- Gayet, J. (1962). *Manual de la Policía Científica*. Barcelona: Zeus.
- Guzmán C.A. (1999). *El peritaje caligráfico*. Buenos Aires: La Rocca.
- Guzmán C.A. (2011). *Manual de Criminalística*. Buenos Aires: Euros editores S.R.L.
- Montiel Sosa J. (2003). *Criminalística*. Tomo 1. México: Limusa S.A.
- Moreno González R. (1976). *Manual de Introducción a las Ciencias Penales*. México: Secretaría de Gobernación.
- Narcotti G. (2013). *La Fotografía Pericial*. Buenos Aires: Dosyuna.
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., & Baptista Lucio P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW.

- Serway R. A. & Jewett J. W. (2009). *Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna*. México D.F: Cengage Learning, Inc.
- Silveyra J. O. (2007). *Peritajes Scopométricos*. Buenos Aires: La Rocca.
- Reis, G. (2007). *Photoshop CS3 for Forensics Professionals: A Complete Digital Imaging Course for Investigators*. Indiana: SYBEX.
- Rodríguez Regalado, P. (2006). *Nuevo enfoque de la definición de la ciencia Criminalística*. Perú: Servicios Gráficos JMD.
- Roldan, P. (2001). *Documentación pericial caligráfica*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.
- Velásquez Posadas L. (2004). *Falsedad documental y laboratorio forense*. Buenos Aires: La Rocca.
- Ciencia Forense. Recuperado el 27 de agosto de 2018, de Programa Nacional de Ciencia y Justicia CONICET:
<https://www.conicet.gov.ar/programas/ciencia-y-justicia/ciencia-forense/>
- Angoso García A. (11 de enero de 2010). *Grafística. Peritación Caligráfica*. Recuperado el 08 de septiembre de 2018, de El Investigador 2.0:
<http://policiasenlared.blogspot.com/2010/01/grafistica-peritacion-caligrafica.html>
- La alteración documental y sus modalidades (17 de julio de 2011). Recuperado el 10 de septiembre de 2018, de Colegio de Calígrafos Públicos de la Ciudad de Buenos Aires:
<http://colegiodecaligrafos.org.ar/la-alteracion-documental-y-sus-modalidades/>
- Laboratorio: Análisis Forense de Documentos. Recuperado el 3 de octubre de 2018, de Servicios de Ciencias Forenses C&J:
<http://www.cepericcyj.com/es/laboratorio.html>
- Trabajos de Investigación. Recuperado el 31 de octubre de 2018, de Consultora Pericial:
<http://www.consultorapericial.com/nuevo/reformawebtrabajos.htm>

- Tamaños de Papel. Recuperado el 31 de octubre de 2018, de Imagen Digital-apuntes sobre diseño y artes gráficas-:

http://www.gusgsm.com/tamanos_de_papel.%20formatos%20din%20e%20iso%20papel

- Análisis sistémico de la cámara digital. Recuperado el 31 de junio de 2019, de Proyectaller:

<https://proyecttaller.blogia.com/>

- Conceptos de fotografía digital. Recuperado el 31 de junio de 2019, de Botanical Online:

<https://www.botanical-online.com/fotografia/aprender-hacer-fotografia-digital>

- Base de Datos de Filtros Lee. Recuperado el 19 de julio de 2019, de Lee Filters:

<https://leefilters.uservoice.com/knowledgebase>

.....
**MARIA FLORENTINA
CENTURION**

.....
OSVALDO VÍCTOR ROSSI

.....
LIC. GASTÓN NARCOTTI

