

ANÁLISIS METODOLÓGICO EN DOCUMENTOSCOPÍA PARA
VERIFICAR LA AUTENTICIDAD DE LOS BILLETES DE CINCUENTA
PESOS A PARTIR DEL SOPORTE E IMPRESIÓN (Parte I)
Methodical Analysis in Documentscopy for fifty pesos bills

20

Fecha de presentación: mayo 2017
Fecha de aceptación: abril 2018

“La colorimetría es la ciencia que estudia la medida de los colores”

Dionisia Teresa de Jesús Domínguez Escobedo
Colegio Libre de Estudios Universitarios, Campus Puebla

Resumen

Este trabajo de investigación se ubica dentro del área de documentoscopia, una de las disciplinas que integran la Criminalística y que tiene por finalidad el análisis de los documentos con la finalidad de establecer su autenticidad. Precisamente se pretende aplicar la documentoscopia al análisis y determinación de la autenticidad de los billetes en su denominación de cincuenta pesos, los cuales son elaborados en un soporte de polímero, material que se supone dificulta las posibilidades de falsificación. Sin embargo en México es frecuente la falsificación de los billetes de cincuenta pesos, aún con el soporte de polímero.

Por ello, es necesario establecer rigor en el criterio metodológico aplicado, a partir de la documentoscopia, a la determinación de autenticidad de los billetes de polímero en su denominación de cincuenta pesos.

Palabras Clave

Billete, autenticidad, falsificación, papel moneda, documentoscopia

Abstract

This research is within the area of Documents, one of the disciplines that make up the Forensic and aims to analyze the documents in order to establish their authenticity.

Is intended to apply precisely the Forensic Document analysis and determination of the authenticity of banknotes in denomination of fifty pesos, which are produced in a polymer carrier material is supposed hampers the scope for fraud. However in Mexico is a frequent counterfeit banknote fifty pesos, even with the support polymer.

It is therefore necessary to establish methodological rigor applied in the judgment, from the Forensic Document, to determine authenticity of polymer banknotes in denomination of fifty pesos.

Keywords

Bill, authenticity, fake, paper money, documentscopy.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas ancestrales dentro de la sociedad es el que se presenta entre las instituciones emisoras del papel moneda y los falsificadores; en la actualidad como consecuencia del fenómeno de la globalización, el importante movimiento de dinero que existe, el avance tecnológico al alcance de todos es inevitable la tendencia de efectuar fraudes mediante la falsificación de moneda circulante. Evidentemente, las organizaciones delictivas, aprovechando el desarrollo científico han logrado concretar la falsificación por medio del empleo de un papel parecido al de las casas de moneda, la similitud en las tonalidades de tintas, la aplicación de software y máquinas impresoras de última generación que le posibiliten la emisión de papel moneda falso con características muy semejantes a los auténticos.

El día quince de octubre del dos mil uno, el Banco de México dio a conocer nuevos billetes, determinando las nuevas medidas de seguridad y la emisión de los billetes de polímero, destacando que éstos últimos eran infalsificables como consecuencia del empleo de alta tecnología en su fabricación.

Sin embargo, después de que han pasado trece años de su creación y contrario a las aseveraciones realizadas los billetes de polímero también han sido falsificados, en primera instancia de manera artesanal y después con la aceleración de cambio informático de una manera más sofisticada.

El Banco de México imprime billetes de veinte, cincuenta, cien, doscientos, quinientos y mil pesos. De acuerdo con las estadísticas vertidas por el Banco de México, el billete que más se ha falsificado en el año dos mil doce es el de cincuenta pesos, ya que por cada millón de billetes de 50 pesos, se detectaron

278.4 unidades falsas, un aumento de 33% con respecto a 2011.

Este trabajo tiene la pretensión de analizar la metodología empleada por la Documentoscopia en el análisis de billetes, para establecer una sistematización adecuada en el estudio del papel fiduciario (polímero) relativo a la denominación de cincuenta pesos.

Sin duda, la falsificación del Papel Moneda es un problema que no solo afecta a la Institución emisora (en nuestro caso el Banco de México), sino que puede traer repercusiones para quienes sin conocer la falsedad del documento lo pone en circulación, como sendos casos que se han conocido en México, en donde personas han sido privados de su libertad a pesar de no tener conocimiento que el billete con el que pagaban no era auténtico.

La falsificación del papel moneda es una prác-

tica que ha existido desde tiempos remotos y en México ha ido en aumento sobre todo en los billetes de 50 y de 500 pesos por lo cual se aborda la problemática del billete de cincuenta pesos que fue el más falsificado en el año de 2012, sobre todo porque se había señalado la imposibilidad de su falsificación a partir de la conformación de su soporte de polímero. Por otra parte entre los estudiosos de los documentos no existe un acuerdo respecto a la forma correcta de analizar los documentos, presentando en muchas ocasiones errores tanto técnicos como de lenguaje que puede confundir a

las autoridades encargadas de la investigación de delitos relacionados con la falsificación de billetes. Si esto es así, imaginemos las drásticas consecuencias para los integrantes de la población que están en un riesgo latente de tener entre sus manos un billete falsificado.

Por ello, resulta necesaria la sistematización del análisis de los billetes con soporte de polímero, que faciliten la identificación de las medidas que permitan determinar su autenticidad o falsificación. De tal forma que resulta importante todo lo relacionado con la elaboración de los billetes desde su soporte, diseño, elaboración, tintas, sistemas de impresión y elementos de seguridad; conocimientos básico que son necesarios para la revisión de dichos documentos, se darán las elementos técnicos y científicos a fin de confirmar la autenticidad, falsedad o alteración de los billetes nacionales de polímero de cincuenta pesos.

Antecedentes

La falsificación de billetes es sin duda una conducta antisocial de connotación delictiva que constituye un problema para los integrantes de la sociedad, puesto que se debe tomar en consideración las implicaciones jurídicas no sólo para quien concreta la falsificación, sino también para quien lo pone en circulación, desde el comienzo de la emisión del papel moneda se comprendió que éste presentaba un breve defecto: la facilidad de su falsificación. Sin duda el establecimiento de medidas de seguridad que eviten el problema de la falsificación corre a cargo del Banco de México, como institución emisora del dinero en moneda y en billete dentro de nuestro país, por lo tanto, debe buscar los elementos que, al menos, reduzcan las posibilidades de la falsificación.

Un billete, en principio, es simplemente una pieza de papel y su valor, por tanto, depende de la confianza del público en su emisor. Por ello, las instituciones emisoras han establecido un determinado número de medidas de seguridad tendientes a evitar la imitación del papel moneda; aspecto que ha ido ligado al avance tecnológico es cada vez más sofisticado, puesto que el fácil el acceso al progreso y posibilita que el delito se verifique.

En México, 16 de cada 100 billetes que circulan, son falsos y la llegada de nuevas tecnologías a más gente se ha vuelto un detonante para la proliferación de este fenómeno; en la actualidad cualquier persona con la ayuda de una computadora, un scanner y una impresora, puede falsificar un billete (Banco de México, 2014).

Desde luego que, la implementación de las medidas de seguridad en el papel moneda solo es uno de los aspectos que debe considerarse para evitar su falsificación, por lo que se deben buscar alternativas

para poder identificarlas y prevenir la circulación de billetes falsos.

En ese sentido el Banco de México (2014) ha tomado algunas medidas para tratar de evitar la falsificación del papel moneda como el Convenio de Colaboración suscrito con la Procuraduría General de la República en el mes de noviembre de 2011, de acuerdo con el cual se adoptaron los siguientes puntos:

- Empezar acciones conjuntas tendientes al combate de los delitos que atacan contra el bien jurídico de la seguridad en la circulación monetaria;
- Efectuar tareas de capacitación conjunta;
- Desarrollar programas de prevención del delito de falsificación y alteración de moneda o cualquier otro que vulnere o ponga en peligro el bien jurídico de la seguridad de la circulación monetaria; y
- Llevar a cabo todas aquellas acciones que resulten de interés institucional para ambos organismos, atendiendo a los límites de sus respectivas competencias.

Una de las primeras acciones derivadas de la firma de este convenio fue el establecimiento del "Grupo Permanente de Trabajo PGR-Banxico", que se encarga de instrumentar las actividades de capacitación, prevención y el análisis estratégico del comportamiento de la falsificación de moneda en nuestro país.

Dentro de este convenio, el Banco de México imparte cursos de capacitación en materia de identificación de papel moneda en el ICAP (Instituto de Capacitación Profesional) de la Procuraduría General de la República (PGR), en el Instituto Nacional de Ciencias Penales y en las propias instalaciones del Banco dirigidos - entre otros - a Ministerios Públicos y Policías Ministeriales.

Por otra parte, también se creó en agosto de 2012 en la PGR la Fiscalía Especializada en Investigación de Falsificación y Alteración de Moneda, como la instancia responsable de recibir, en forma directa, las denuncias por falsificación formuladas por el Banco de México, sin embargo,

tal capacitación se dirige más al objetivo de perseguir y sancionar la falsificación del papel moneda.

Para el análisis de la identificación de la autenticidad o no de un billete falso no se han pronunciado por establecer un criterio común del estudio de sus características y medidas de seguridad y su difusión entre los integrantes de la sociedad y aún más cuando se emplean elementos como el polímero. Evidentemente el experto parte del estudio de las medidas de seguridad considerando dos aspectos: las medidas de seguridad en los papeles de soporte de los billetes y las medidas de seguridad impresas en el papel moneda.

El problema

En México y en el mundo a pesar del gran número de mecanismos preventivos e informativos adoptados a fin de evitar el fraude en relación a los billetes, se siguen presentando, esto es debido al adelanto tecnológico que han facilitado la falsificación de papel moneda en nuestros días.

La falsificación es un fenómeno que tiene lugar desde la creación de los primeros instrumentos representativos de valor, aunque en la actualidad las instituciones emisoras para contrarrestar el referido fenómeno, han ido implementando diversos dispositivos de seguridad en el transcurso del tiempo; estos elementos de seguridad que pueden pertenecer al soporte o se le agregan en la impresión, con la finalidad de evitar que los falsificadores puedan realizar un documento igual o similar al original, podrán copiarlo pero nunca igualarlo, elementos que ayudan a luchar contra las alteraciones o falsificaciones.

No obstante, las diversas medidas de seguridad, las falsificaciones se continúan presentando, aún en aquellos materiales en los que se pensaba era imposible poder verificar su copiado ilícito; así en México, se ha incrementado la

falsificación de los billetes sobre todo en los de cincuenta y quinientos pesos, como lo podemos observar en el siguiente cuadro:

En este sentido, la labor en nuestros días como experto en el estudio de documentos, es básico y de suma importancia, ya

Cuadro 1. Cifras de billetes falsificados en México

		2011	2012	2013
Billetes falsos captados				
20 pesos	(i)	1.3	0.2	0.3
50 pesos	(i)	208.9	278.4	88.9
100 pesos	(i)	88.7	79.7	102.0
200 pesos	(i)	120.1	100.5	120.9
500 pesos	(i)	89.7	97.4	112.3
1000 pesos	(i)	148.1	125.2	124.9
Todas las denominaciones	(i)	104.0	109.0	97.5

Fuente: Banco de México

que en ella se plasman actos y hechos que prueben el correcto estudio y análisis de los billetes dubitados; para garantizar esto, es necesario implementar la adecuada formalidad en la investigación y análisis del billetes lo que servirá para realizar de manera correcta, metódica el análisis con la finalidad de verificar su autenticidad.

Breve referencia histórica

Para entender una institución siempre es importante recordar su camino histórico, que permite establecer las premisas de su aparición y las características de su evolución. Es indudable que las transacciones comerciales no siempre se han presentado con las características que se conocen en la actualidad, en donde en ocasiones ni siquiera se lleva el dinero en físico, basta una transferencia o el denominado dinero electrónico. En el presente apartado se hace referencia al surgimiento del papel moneda, tanto en el ámbito internacional, como en el nacional, para sentar las bases y comprender sus funciones, así como la evolución del soporte en donde se imprime el billete; aspectos, que deben ser considerados, puesto que no solamente hacen referencia a la evolución del billete, sino que representan la aparición de problemas como la falsificación.

Referencia internacional

La moneda fue el primer instrumento con una representación de valor que fue aceptada para la realización de transacciones comerciales, después de que diversos elementos de consumo se emplearon para el trueque, dándoles un valor determinado para el intercambio. Entonces, se establecían equivalencias entre los diferentes productos: pieles, determinados gramos de trigo, animales, entre otros a los que se les asignaba un valor. Desde luego, conforme las sociedades van evolucionando, se pretende facilitar el transporte de valores, puesto que no siempre era fácil con los bienes a los que se les asignaba el valor. Por ello, se empieza a recurrir a elementos que cuyo traslado no era difícil, de esta manera se empleó el cacao, las ostras, la sal o los metales preciosos.

Se tiene conocimiento de que las primeras monedas que se emplearon datan del siglo VII a. C. en la región de lo que hoy se conoce como Turquía. Entonces las monedas (denominada electo) eran una aleación de oro y plata, De esta manera, las monedas fueron las primeras en sustituir a los productos que se empleaban como elementos de cambio y, se tomó como referencia el valor del oro y la plata. Sin embargo, cargar como monedas elaboradas por

el metal era una ardua tarea para quienes se dedicaban a transacciones comerciales.

Se tiene registro de diversas civilizaciones en todo el mundo, quienes plasmaban registros en materiales como la seda, madera y arcilla, empleo de ello fue la civilización Sumerio-Babilónica, quienes utilizaban tablillas a modo de certificados de crédito y depósitos, primeros antecedentes del papel moneda. Así, entre los años 200 y 600 d.C., para los pagos elevados se utilizaban a menudo rollos de seda de tamaño estándar (Silveyra, Lozano, Díaz, 2001).

Pero con el invento del papel se inició una nueva era en la representación del dinero. De esta forma el antecedente más remoto que se tiene sobre el papel moneda es con la cultura China. Existen diversas referencias sobre distintos tipos de papel moneda empleados en China, así en el año 119 a.C. en el reinado del emperador Wu de la dinastía Han, los aristócratas pagaban tributo con fragmentos de piel de gamo de diversos formatos y colores. Definitivamente, los chinos fueron los primeros en utilizar esa delgadísima capa situada entre la corteza y el tronco de la morera, denominada "libro", de la que se extraía un tipo de papel muy resistente (Silveyra, Lozano, Díaz, 2001).

El primer billete bancario europeo, apareció hasta el siglo XVI cuando el financiero originario de la Ciudad de Riga, John Palmstruck, obtuvo la licencia para operar un banco en Estocolmo, Suecia y emitió el primer papel moneda en 1657, a estos billetes siguieron los del Banco de Inglaterra fundado hace trescientos años, en 1694, los cuales tuvieron como base los certificados de crédito de los Gold Smith u Orfebres.

La costumbre de emitir papel moneda instaurada por los Bancos de Inglaterra y Suecia propició la evolución de la circulación del dinero por el mundo, y quedó a cargo del Estado a partir del año 1023 d. C. De entonces a la fecha el papel moneda ha sufrido diversas modificaciones, tanto en el material para el soporte como en el sustento de su valor.

Referencia nacional

Evidentemente, en México también tuvo lugar la evolución en las transacciones comerciales y cuando se llevaba a cabo el trueque uno de los elementos representativos de valor entre los aztecas fue el cacao, incluso éste subsistió como medio de cambio en algunos lugares del sureste de México hasta principios del siglo XX.

En el año de 1521 con la caída de Tenochtitlán y establecimiento del dominio de los españoles surgió la necesidad de numerario para la realización de sus transacciones comerciales; puesto que no existía una cantidad suficiente de monedas para los actos de comercio generados en el periodo de la colonia; en ese tiempo se tuvieron que adaptarse al uso de los medios de cambio Indígenas como: las mantas de algodón o "patolcuachtli", cañones de plumas de ánade rellenos de polvo de oro, cuentas de jade o "chalchihuitl", pequeñas hachuelas o tajaderas de cobre y granos de cacao utilizados por cuenta o por carga.

El descubrimiento de la riqueza minera en el continente americano cambió las perspectivas coloniales y por el crecimiento de las transacciones comerciales en la Nueva España, se hizo nece-

saría la creación de una Casa de Moneda en el siglo XVI; precisamente con el inicio oficial del Virreinato del Nueva España a cargo del Virrey Antonio de Mendoza. Esta Casa de Moneda fue la primera en América. Todo indica que las primeras monedas se acuñaron en abril de 1536.

Las primeras monedas fueron las de tipo de Carlos y Juana, llamadas así porque en su anverso se leen los nombres de los reyes españoles escritos en latín. La acuñación fue hecha a mano, a golpe de martillo. El material con el que se acuñaban las monedas era la plata y de cobre.

Después del movimiento de independencia y de los efectos en torno a la organización política del Estado Mexicano, en el año de 1905 tiene lugar la reforma monetaria que adoptó el patrón oro y se modificó la ley de las monedas y se determinó el uso del Escudo Nacional rodeado por la inscripción "ESTADOS UNIDOS MEXICANOS"; creándose monedas de oro de diez y cinco pesos con la efigie de Miguel Hidalgo y Cosilla.

El origen del billete mexicano se sitúa a principios del siglo XX. Sin embargo, el antecedente más antiguo se reconoce en unas piezas de cartón que se emplearon en San Miguel el Grande Guanajuato, que estaban escritas a mano con tinta negra con una denominación de medio real con fecha de julio o agosto de 1813 contaban con tres firmas de quienes se supone eran funcionarios o comerciantes de la época.

Es importante señalar que los primeros billetes del Banco de México fueron impresos por la American Bank Note Company de Nueva York (ABNC) en un tamaño de 180 x 83 mm. Esta primera serie (1925-1934), está compuesta por billetes de 5, 10, 20, 50, 100, 500 y 1000 pesos. Este Banco emitió tres series de billetes para México y en la última se incluyó el billete de un peso.

En el año 1969 se inicia la cuarta serie pero ya con billetes fabricados por el Banco de México. Entonces la cuarta serie (1969-1991) es la primera de fabricación nacional y es conocida como Tipo A, estuvo integrada por billetes de 5, 10, 20, 50, 100, 500, mil, dos mil, cinco mil, diez mil, veinte mil, cincuenta mil y cien mil pesos.

La más reciente familia de billetes es conocida como F o Tipo F, presenta cambios en los elementos de seguridad, en los colores y tamaños. Cada denominación es de un color distinto para que el público pueda diferenciarlos fácilmente. Los billetes varían en cuanto a su tamaño con la finalidad de ayudar a los invidentes a identificar las respectivas denominaciones; todos miden 66 mm de ancho y varían en el largo. El billete de más baja denominación (20 pesos) es el

más pequeño con 120 mm, y el de más alta (1000 pesos) es el más largo con 155 mm. Entre cada una de las seis denominaciones (20, 50, 100, 200, 500 y 1000) se mantiene una diferencia de 7 mm. Los billetes de 20 y 50 pesos se imprimen en polímero mientras que el resto se imprime en papel de algodón (Banco de México).

La conformación del soporte es importante, puesto que los elementos que se incorporan tienen la finalidad de hacer más difíciles las falsificaciones, como es el caso del polímero. Sin embargo, a pesar de que el billete de cincuenta pesos es de este material, es uno de los más falsificados.

Finalidad del papel moneda

Se ha destacado que el papel moneda surge con la finalidad de facilitar el transporte de los valores, puesto el empleo de las monedas o de otros elementos constituía una incomodidad para quien realizaba transacciones comerciales; sin embargo, es evidente que el papel moneda cumple con una finalidad muy específica dentro del sistema financiero, a través de las funciones siguientes (Alfaro, 1995):

- a) Unidad de cuenta o medida de valor, los bienes y servicios se valorizan en término del dinero.
- b) Dinero como medio de cambio, es el poder de compra generalizado que viene a sustituir al trueque.
- c) Dinero como depósito de valor, es un medio de cambio en el tiempo; de esta manera se puede ahorrar, a través del tiempo, con el objeto de hacer gastos futuros.
- d) Patrón de pagos diferidos, cuando los débitos o las deudas se expresan en términos de dinero.

Como se puede deducir de las características señaladas, el papel moneda es un medio de cambio acepado por una comunidad determinada y que es declarado como forma legal de pago. Junto a este instrumento de pago se encuentra la moneda acuñada u otros elemento fiduciarios.

Para cumplir con su finalidad, el papel moneda requiere reunir algunas características:

- Como la de ser de consumo generalizado,
- Fácil conservación y
- Estar afectada de una relativa escasez.

Por ello, en origen del dinero los metales preciosos cubrieron esas condiciones mediante la acuñación de las monedas.

No hay que olvidar que uno de los elementos que permite definir al papel moneda (en general al dinero) es la liquidez, lo que implica que es un activo financiero que se puede emplear de inmediato para efectuar transacciones.

La institución emisora del papel moneda

Como sabemos la emisión del papel de moneda ha tenido una evolución a través del tiempo, en el siglo XIII, existían títulos que como documentos consignaban una deuda a cargo del emisor.

En Italia, tales documentos fueron dotados por el Estado de poder liberatorio haciéndolos equivalentes a las monedas metálicas; bajo esta misma mecánica el propio Estado autorizó los denominados contratos de banco que amparaban depósitos, los que eran documentados en cartabones en lo que solamente se variaba la cantidad amparada. Tales documentos eran pagaderos en las cajas a la vista o al portador.

La invención del billete se atribuye a Palmstruch, fundador del Banco de Estocolmo en 1656; sin embargo es el Banco de Inglaterra el que introduce su uso en la práctica comercial en el año de 1694. Desde 1859, el papel moneda emitido por el Banco de Holanda, ostenta la leyenda "recibido del portador la suma de equis florines a restituirse a la vista al portador".

En México, el primer billete de banco se emitió en el año de 1865 por el Banco de Londres, México y Sudamérica. Ya en nuestro territorio fue el Monte de Piedad (Cerde, 1994), fue el precursor en emitir billetes de banco en el año de 1879, aunque tenía la redacción de recibos en depósito; "quedan en la Tesorería

de este establecimiento (tantos) pesos fuertes reembolsables a la vista del portador y en esta ciudad.

En el año de 1897 se expidió la Ley de Instituciones de Crédito que regulaba los bancos de emisión, a los que definía como aquellos que emiten billetes de valores determinados y, reembolsables a la par, esto es, se debería la garantizar la devolución de la misma cantidad de monedas que amparaba; se cesionaba el servicio a particulares.

Desde el año de 1925, la única institución facultada para emitir billetes de banco es el Banco de México, que como organismo descentralizado no es catalogado como institución con una actividad monopólica. Precisamente en el apartado siguiente se hace referencia al Banco central de nuestro país.

La emisión del papel moneda o billete

En términos del artículo 4 de la Ley del Banco de México, es a éste a quien le corresponde las siguientes funciones importantes en cuanto al dinero:

- Acuña la moneda.
- Emitir billetes.
- Ponerlos en circulación

En cuanto a los billetes que son emitidos por el Banco de México deberán tener las características siguientes:

- Contener la denominación, con número o con letra.
- Fecha de la emisión.

- Firmas facsímiles de la Junta de Gobierno y del Cajero principal.
- La Leyenda del Banco de México.
- Y otras características que señale el banco (como por ejemplo las medidas de seguridad).

Es importante mencionar que en términos del artículo 5 de la Ley del Banco de México, éste podrá fabricar sus propios billetes o encargar a terceros su fabricación.

Obviamente la emisión controlada de los billetes y monedas por el Banco de México tiene la pretensión de mantener la estabilidad de su valor y prevenir las falsificaciones. De acuerdo con el Banco de México, los billetes y monedas tienen las siguientes propiedades:

- Poder liberatorio otorgado por ley. Está formalmente establecido por la ley que los billetes y monedas tienen el poder de ser utilizados para el pago de deudas u obligaciones. Este poder otorga certidumbre en la aceptación de éstos. En el caso de México, este acuerdo formal del funcionamiento de los billetes y monedas se encuentra en la Ley Monetaria de los Estados Unidos Mexicanos.

- Finalidad Inmediata. Significa que una transacción comercial queda terminada al momento de intercambiar bienes y servicios por billetes y monedas.

- Alta seguridad. Los billetes y monedas tienen características que permiten al público reconocer su autenticidad y que a la vez, dificultan su falsificación.

- Bajo costo de operación. Al efectuar transacciones comerciales no se pagan comisiones bancarias. En contraste, algunos establecimientos cargan un porcentaje al importe total cuando el pago se realiza con una tarjeta de crédito.

- Anonimato. A diferencia de las operaciones realizadas con otros medios de pago como tarjetas bancarias o cheques, las transacciones en efectivo son anónimas. No queda rastro de las mismas. Bajo tiempo de transacción. El tiempo necesario para realizar transacciones en efectivo es menor que con otros medios de pago como cheques, tarjetas bancarias o transferencias por Internet.

Como se puede observar de estas propiedades de los billetes y monedas destaca, para los fines de este trabajo, la correspondiente a la alta seguridad. Los billetes y monedas tienen características que permiten al público reconocer su autenticidad y que a la vez, dificultan su falsificación; aspecto que incluye el proceso de fabricación de los billetes y monedas.

El proceso de la fabricación de los billetes inicia con el diseño de los mismos, el cual es llevado a cabo por un grupo de especialistas que realizan su trabajo en tres etapas: planeación, investigación y desarrollo.

El trabajo creativo no es obra de la casualidad sino que implica una profunda investigación que incluye descripción de imágenes, obras de arte, vida y obra de personajes importantes, monumentos y sitios geográficos; puesto que se pretende que los billetes contribuyan a la identidad nacional de los integrantes de la sociedad.

En cuanto a la fabricación de los billetes se emplean materiales y técnicas especiales que no se llevan a cabo en las impresiones comunes, y que sólo pueden ser producidas en forma industrial

por especialistas. La adopción de tecnología de punta en la fabricación permite obtener billetes de alta calidad e incluir elementos de seguridad confiables y de fácil identificación.

Obviamente, en la emisión de billetes se debe tomar en consideración la necesidad de la población, considerando todas y cada una de las denominaciones que existen y los siguientes rubros: la cantidad de billetes que el público prefiere usar en lugar de otros medios de pago (cheques, tarjetas de débito, etc.), los costos de fabricación, y la cantidad de billetes que deben ser reemplazados. De tal manera, en la fabricación de billetes se toman en cuenta los aspectos siguientes:

- Materias primas: referidas al sustrato, que es el material en el que se hacen los billetes y las tintas de seguridad. En cuanto al sustrato se emplean los siguientes: papel de algodón y polímero.

- Proceso de impresión: consta de cuatro etapas: impresión de los fondos, impresión de los grabados, la numeración del billete y su recubrimiento. Esta parte del proceso es fundamental porque incluye las medidas de seguridad de los billetes.

Es importante señalar que el Banco de México no provee directamente de billetes a la economía sino que los pone en circulación a través de los bancos comerciales, en su calidad de emisor, en este sentido, debe ser cuidadoso de que el costo de su fabricación debe ser menor del valor que tiene en el mercado; desde luego, pasan por un estricto sistema de calidad con dos objetivos:

- a) Prolongar su tiempo de circulación.
- b) Evitar su falsificación.

Para evitar su falsificación se han elaborado elementos de seguridad, algunos que son detectables a simple vista y, otros que requieren de instrumentos especializados para identificarlos.

Las medidas de seguridad del papel moneda

Uno de los aspectos importantes en el papel moneda es el relativo a las medidas de seguridad, puesto que con ellas se pretende evitar la falsificación que es un fenómeno recurrente a través del tiempo y que se ha incrementado gracias al avance de la tecnología. Se trata de diferentes elementos que tienen la finalidad de dar certeza a los usuarios de los billetes expedidos por el banco central.

Algunas (Álvarez, 2000) de las protecciones particulares de los billetes son: la sensación al tacto del billete, el "abaniquero" característico, una filigrana

(existente en la mayoría de ellos) de excelente calidad e incluida en la masa del papel, el empleo casi generalizado de tintas matizadas e impresiones polí cromas y, fundamentalmente, la talla dulce. Y entre

las seguridades activas: fibras coloreadas, hilos de seguridad, etcétera que se emplean solos o asociados entre sí, y difieren entre los distintos países.

De esta manera existen elementos que implican seguridades especiales en el papel: existen papeles de protección contra falsificaciones, algunas de ellas altamente sofisticadas, y de muy difícil reproducción. Son los denominados papeles de seguridad. Las protecciones de estos papeles se pueden clasificar en intrínsecas y extrínsecas, según sean parte, o no de la estructura de los mismos.

Las protecciones intrínsecas, inadecuadamente denominadas seguridades pasivas, son las que se incorporan al papel durante su fabricación como parte de su estructura. Dentro de estas se encuentran la filigrana o marcas de agua, que es considerada como la más efectiva de las defensas que forman parte de la estructura. También se emplean ciertas fibras vegetales como el ramio que es empleado en la fabricación del papel moneda. Asimismo se utilizan resinas adicionadas a la pasta que mejoran su resistencia mecánica y determinados recursos o artificios, aplicados al papel durante su proceso de coloración o matizado (Álvarez, 2000).

A la marca de agua o filigrana se compone de efigies o inscripciones que se hacen visibles a la luz, como consecuencia del contraste de opacidad de la hoja, determinado por variaciones de concentración de fibras celulósicas. Se le conoce como marca de agua porque se alude al semilíquido del papel al momento de crearlo. En tanto, se hace referencia a la filigrana por la red de hilos o mayas metálicas especiales que, generalmente se emplean durante su elaboración y con ello se identifica al fabricante y el tipo de papel, elemento total en el cronodiagnóstico documental. Se pueden presentar dos tipos de marcas de agua:

- a) Monotonales o unitono: marcas simples de transparencia uniforme y definida, se destinan generalmente a la identificación del fabricante.
- b) Sombreadas: admiten dos variables: efigies contrastadas de varias tonalidades.

Evidentemente, existen otros elementos de seguridad intrínseca como las fibras de seguridad, que son pequeños filamentos, naturales o sintéticos (nylon o seda, generalmente) que aparecen sobre la pasta o forma aleatoria; planchetes o confeti, que son círculos pequeños de papel o plástico de milímetro y medio de diámetro aproximadamente y en varios colores; bandas metálicas u holográficas que son fajas aplicadas a la hoja por métodos térmicos; hilos de seguridad, empleados en papel moneda son pequeñas bandas de nylon o polietileno de 0.6 a 1.5 mm de anchura, suelen ser visibles por transparencia y con frecuencia llevan microimpresiones difíciles de reproducir. Pueden ser ostensibles o encontrarse ocultas en el papel.

En cuanto a los elementos de seguridad extrínsecos se encuentran los siguientes (Álvarez, 2000):

- a) Opacidad, épair o intranparencia de papel: relacionada con su refractabilidad o aptitud para absorber la luz.
- b) Brillo superficial: cualidad que se le imprime al papel de escribir en su fase de terminación o acabado.
- c) Rigidez: Resistencia del papel a ser ajado o doblado,

propiedad que depende en gran parte de la dirección de la fibra.

d) Gramaje: o gramado una cualidad que identifica cada tipo de papel y que reviste gran importancia en la práctica comercial.

e) Hidrosensibilidad; tendencia absorber o a ceder humedad.

En cada billete expedido por el Banco de México las medidas de seguridad son diversas, a continuación serán analizadas cada una de ellas.

En el soporte

El Glosario de Términos Técnico de la Industria de Artes Gráficas, define como soporte "Se dice de cualquier superficie sobre la cual imprime, incluyendo

Papel, cartón, plástico, metal, vidrio, corcho, piel, etc." (b) Papel u otro material usado para imprimir".

De acuerdo con Velázquez (2004) el soporte es el sustrato o cimiento material del documento.

Desde luego a través de la historia de la humanidad han existido diferentes cimientos materiales, tanto ordinarios, como extraordinarios. Dentro de los primeros, los empleados normalmente, se encuentran la corteza del árbol, el papiro, el pergamino, las tablillas enceradas, etc. Los extraordinarios se emplean solo ocasionalmente como es el mármol, el bronce, la plata, el marfil, entre otros.

En cuanto a los billetes, su impresión, generalmente se realiza en papel especial, debido a que debe de ser apto al uso constante, por lo que es necesario hacer una revisión de este soporte, de acuerdo a los diferentes componentes, hasta llegar al empleado para la impresión de los billetes.

El papel

El Diccionario de la Real Academia Española (2012) define el término papel como una palabra derivada del francés papier y éste del latín papyrus; como una 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.

Carlos E. Bonilla (2000) define al papel como un producto obtenido principalmente a partir de fibras celulósicas en forma de hojas de distintos tamaños y espesores. Los diferentes tipos de papel se utilizan para la confección de diarios, servilletas, embalaje (cartón, corrugado), escribir, dibujar (cartulinas), etcétera.

Del Piccia y Ribeiro (2006) denominan al papel como una delgada hoja hecha de fibra vegetal prensada, usualmente pulpa de madera más un compo-

nente mineral, tal como arcilla o dióxido de titanio, y un encolado, como la esencia de trementina o el almidón, más sustancias sintéticas para teñir.

El nombre de "papel" se deriva de la planta llamada *Cyperus papyrus* (Bonilla, 2005), si exploramos su sentido etimológico, la palabra papiro proviene del término griego del latín papyrus, que significa "flor del rey", ya que su elaboración era monopolizada por el rey. Fue en el antiguo Egipto en donde se utilizó como primer material de escritura (Bonilla, 2005), uniendo entre sí finas láminas del tallo de esta planta, aunque el papel como en la actualidad se conoce fue inventado en China (siglo I d.C.) y elaborado a partir de la corteza de la morera papyrifera (*Broussonetia Papyrifera*) y de residuos agrícolas (paja de arroz, cáñamo, algodón, etc.).

Después de varios siglos, el arte de la fabricación del papel alcanzó su apogeo primero en el oriente medio (siglo VIII) y más tarde, a través de la España árabe al resto de Europa, utilizando como materias primas trapos de lino y algodón. Durante la historia, la elaboración del papel no ha tenido grandescambios en su fabricación, esto significa que en la actualidad, el procedimiento para producir papel es muy similar que hace dos mil años.

En México, la evolución del papel presenta una historia sorprendente y lamentablemente casi desconocida, puesto que durante la época prehispánica existen diversas manifestaciones de papel que se utilizaba. Los historiadores hablan de diferentes tipos como son el de maguey (*metl*), en todas las variaciones del algodón (*ixcotl*); de palma llamada (*izotl*); de corteza de algunos árboles; el amaquahuil (árbol del papel), amate (*siranda*, *camichin*, *salate xalama*, etc.) e incluso de fibras de capullo, este último fue descrito por Humboldt como producto de los gusanos de madroño; *capolocuille*, los designa Sahagún, y al papel de seda lo llaman *amatltonotzi*.

Bernal Díaz del Castillo autor de la Historia verdadera de la conquista de la nueva España, hace referencia a "librillos de papel de corteza que llaman Amat" (Gobernación, 1988).

No debe olvidarse que el papel es el más común de los soportes, a través del tiempo existen una gran variedad de tipos de papel, cuyos elementos para su elaboración varían en cuanto a la época de su fabricación. Por lo que, para identificar si un documento es auténtico de acuerdo al tiempo en que se elaboró, es necesario analizar los elementos que le conforman.

De acuerdo con Antón y Méndez (1998) la datación, análisis y reconocimiento del papel es una tarea altamente profesionalizada que requiere la interacción de especialistas y, a veces, sofisticadas técnicas de laboratorio.

La clasificación del papel se efectúa de acuerdo a su gramaje, su peso por metro cuadrado y, por su tamaño, folio cuartilla, entre otros. Es importante advertir que los diferentes tipos de papel tienen una fluorescencia determinada y con la lámpara de Wood puede determinarse la igualdad de dos tipos de papeles.

En opinión de Antón y Méndez (1998) el examen del papel se puede ejecutar por alguno de los siguientes medios:

- Ópticos, rayos ultravioleta.
- Por transparencia. Con luz diascópica.
- Con ayuda de medidor de grosores.
- Comprobando el color del papel con luz visible.

- Por el tacto.
- Por el sonido.
- Por sus dobleces. Unos papales al doblarse se cuarteán y otros no.
- Fotometría. Reflexión de la luz sobre el papel.
- Por su peso.
- Por su dimensión.

Papel comercial

Al papel se le define "Hoja delgada que se obtiene macerando la pasta y extendiéndola en moldes para que se seque, endurezca y que se emplea para muchos usos" (Reyes J. A., 2000).

La madera de los árboles de pino, álamo, abedul, castaño, eucalipto, haya, álamo negro, etc., son la principal materia empleada en la fabricación del papel. Las fibras celulósicas que forman el papel presentan dos capas diferentes:

a) Una envoltura externa o pared primaria formada por fibrillas mezcladas en proporción de 1:2 con un componente orgánico llamado lignina.

b) Una sustancia interna o pared secundaria formada por fibrillas de celulosa pura, las cuales por su parte están envueltas por una sustancia semicelulósica. La estructura porosa que presenta el papel procede de los espacios que existen entre fibrillas; pero al soldar las fibrillas entre sí la lignina hace al papel rígido en exceso y ésta es la razón por la que los fabricantes tratan de eliminarla. Para ello hay que romper la pared primaria para dejar libre el campo de las fibrillas interiores (operación de refinado).

También en la fabricación del papel se utilizan las fibras recuperadas (trapos de lino y algodón, los desperdicios del cáñamo, yute, esparto, abacá, pita, calidades muy apreciadas para las pastas utilizadas en los papeles de fumar, de dibujo y fotografía; y los más sucios y de difícil blanqueo para los papeles secantes, de embalaje, estrazas, entre otras.

Fabricación del papel

La siguiente es una forma general y común a todos los sistemas y procedimientos de fabricación, salvo ligeras variantes por los diversos métodos empleados y tomando en cuenta que las distintas clases y calidades de papel requieren distintas mezclas y materias primas.

Para la obtención de una buena pulpa es necesario separar eficientemente las fibras de celulosa de la lignina, sin modificar las características iniciales de la celulosa. Parte del proceso básico para hacer celulosa y papel consiste en la eliminación de la lignina. Este compuesto, constituyente de la madera y que actúa

Como "cemento" en su estructura, es el principal obstáculo para poder obtener celulosa y papel de buena calidad.

El proceso de separación de la celulosa, hemicelulosa y lignina, se basa en el comportamiento diferencial de estos tres componentes principales de la madera ante agentes químicos y procesos mecánicos.

Existen distintos tipos de procedimientos para la fabricación de pulpa para papel, cada uno de los cuales presentan ventajas y desventajas que deben ser evaluadas, teniendo en cuenta las características deseadas en el producto final: resistencia mecánica del papel a la rotura, rasgado, rozamiento y plegado; rugosidad; blancura y deterioro, entre otras.

Como primer paso, la madera es sometida a ciertos procesos que tienen como objetivo retirar impurezas que puedan perjudicar el proceso de separación de las fibras celulósicas:

- Lavado: se realiza mediante aspersión de agua a presión para retirar cualquier partícula que se encuentre adherida a la madera.

- Descortezado: este proceso debe realizarse para que la madera utilizada tenga la menor cantidad de corteza posible, ya que ésta produce un efecto debilitador indeseable en la pasta de papel.

Una vez acondicionada la madera, se comienzan a separar las fibras que constituyen el esqueleto. Esto puede realizarse mediante tres diferentes procesos:

1. Pasta Mecánica: realizada mediante la aplicación de fuerzas mecánicas de compresión y de cizalla (como las que realizan las tijeras para cortar) para conseguir la separación de las fibras se utiliza arena natural en rotación, por la gran presión se deshace la madera en partículas más o menos finas formando una pasta con el agua que se agrega durante este proceso, por su inferior calidad, la pasta mecánica es utilizada sólo en papeles baratos, ya que en contacto con el aire, el calor y la luz se destiñe y se vuelve áspera y quebradiza. Este proceso lo realiza una troceadora.

2. Pasta semiquímica: se utiliza una combinación de tratamientos mecánicos con la adición de ciertos reactivos químicos que aceleran y optimizan la separación.

3. Pasta química: se obtiene cocinando intensamente pequeñas partículas de madera adecuada, paja, esparto y otras plantas con intervención de ciertos agregados químicos (soda cáustica y sulfato de cal), que producen la separación de la lignina de la celulosa, el rendimiento de esta materia es inferior al de la pasta mecánica, pero en cambio resulta muy superior su calidad, normalmente se realizan a alta temperatura y presión.

La siguiente etapa en el proceso de obtención del papel es la del blanqueo de la pulpa. Aquí, no sólo se eliminan las sustancias coloreadas de la pulpa, sino que se completa el procesado de la pulpa para lograr las características deseadas (cantidad de lignina, residuos orgánicos, etc.).

El método más antiguo de blanqueo, era someter a las telas (materia prima) a decoloración natural mediante exposición a la luz solar. Hacia fines del siglo XVIII se comenzaron a utilizar el cloro y mayormente el hipoclorito de calcio, hacia 1830 se empe-

zó a aplicar comercialmente el cloro elemental como agente blanqueador de pulpa. Este procedimiento permitió eliminar la lignina, obteniéndose una pulpa de gran blancura.

Es aquí en este momento en la cual se le agregan sustancias como:

- **Carga:** la cual tienen la misión de rellenar todos los vacíos existentes entre las fibras, con lo cual los papeles adquieren una superficie uniforme, al mismo tiempo que se ablandan, reducen su transparencia y mejoran las condiciones para la impresión. La blancura del papel, su brillo así como la opacidad, dependen de la clase de producto de carga, el grano más fino produce mayores opacidades y una blancura más elevada que los granos gruesos. Se usan cargas minerales y orgánicas. Las cargas minerales más empleadas son el caolín (es la de mejor calidad), el yeso, el talco, los carbonatos de cal, el nitrógeno y las tierras naturales. Cargas Orgánicas, la fécula de patata

- **Encolado:** se realiza para aumentar la resistencia mecánica del papel y la de impedir la excesiva permeabilidad del pliego y evitar la difusión de la tinta sobre su superficie; consistiendo en aplicar a la hoja de papel una capa formada principalmente por determinados tipos de almidones. La encoladura puede ser practicada sobre la hoja de papel ya fabricada y también ser agregada a la pasta del papel durante su fabricación

- **Pigmentos:** al igual que las cargas, rellenan los huecos del papel dando más opacidad y blancura. Se diferencian de éstas por el modo en que se aplican y porque las partículas son más pequeñas. Los pigmentos se aplican en superficie y las cargas en masa.

- **Coloración:** se añade a la pasta sustancias colorantes de naturaleza mineral u orgánica. Los colores obtenidos de sustancias minerales son más resistentes a la luz que los derivados orgánicos

Una vez obtenida la pulpa de papel con las características adecuadas para el tipo de papel deseado, comienza la etapa de fabricación del papel en sí misma. Este proceso consiste en transformar la pulpa (suspensión acuosa de fibras) en láminas de papel y se lleva a cabo en continuo, mediante una máquina en la que ingresa la pulpa y los aditivos correspondientes, y produce rollos de papel de las características deseadas.

Para cada tipo de papel se emplea una de máquina diferente. Así, las máquinas de papel sanitario son diferentes a las que fabrican papel de periódico, sin embargo todas están basadas en procesos básicos similares y poseen siete secciones diferenciadas.

- **Cabeza de máquina:** aquí se bombean las

materias primas (las fibras y los aditivos químicos y 99% de agua), la cual alimenta continuamente la sección de mallas.

- **Sección de mallas (sección húmeda):** es una cinta larga y elástica (de hasta 35 m de longitud y ancho igual al de la máquina). Aquí, el agua que acompaña a la pulpa comienza a escurrirse por los huecos de la maya arrastrando consigo las fibras más finas. Cuando la pulpa llega al final de la cinta de mallas, ya es una hoja de papel pero aún húmeda y de baja resistencia.

- **Sección de prensado:** está formada por una serie de cilindros pesados a través de los cuales pasa el papel húmedo. En ellos, la humedad es escurrida y retirada por succión.

- **Sección de secado:** posee un gran número de cilindros desecadores que se encuentran a una temperatura superior a 100° C. Cuando la hoja de papel pasa a través de esta sección, se seca completamente.

- **Calandrado:** se encuentra en la parte final del banco de cilindros. Consiste en mejorar el acabado del papel, dejando una superficie más lisa y haciendo el papel más brillante. El tratamiento se efectúa en la satinadora, máquina compuesta por cilindros con una superficie fría y lisa.

- **Estucado:** consiste en aplicar sobre una de las caras del papel una capa de adhesivos y pigmentos que forman una película de barniz llamado estuco. Esto permite mejorar los resultados de la impresión y alcanzando un mayor grado de blancura del papel.

Todo este proceso se realiza en continuo y una vez listas las bobinas de papel, se envían a las diferentes fábricas de productos de papel, para su conversión en los distintos productos. (Bonilla, 2005).

Características del papel comercial

El papel por estar fabricado por celulosa, presenta ciertas características, mismas que se describen a continuación.

- a. No es impermeabilidad, generalmente, tiene una alta capacidad de absorción de líquidos, aunque puede presentar una reducida velocidad de penetración de agua, cuando el papel es encolado.

- b. No resiste a los dobleces.

- c. No resiste a la tracción (jalones).

- d. No resiste a la fricción (manipuleo).

- e. No resiste a la suciedad.

- f. No resistencia al calor.

- g. No resisten al sudor (que está compuesto de sustancias químicas que oxidan y dañan los objetos y soportes).

- h. No resiste a la luz del sol y a los agentes climatológicos.

- i. No resiste a los detergentes, jabones, lejías.

- j. No resisten a los reactivos y solventes químicos.

- k. Es Brilloso a la luz del Wood. (Reyes J.A., 1989)

Papel fiduciario

A los billetes y las monedas que utilizamos cotidianamente se les denomina dinero fiduciario, pues representa un valor que intrínse-

camente no tiene. Por ejemplo el valor nominal de un billete de 200 pesos, es precisamente 200 pesos, pero su valor intrínseco (a lo que podemos venderlo como papel) es menor. No obstante, cuando alguien nos entrega una pieza de 200 pesos lo recibimos de acuerdo con su valor nominal.

Hoy en día, prácticamente todos los habitantes de la República Mexicana utilizamos como dinero fiduciario los billetes y las monedas, ya que tiene ventajas sobre otro tipo de dinero, como el dinero mercancía, que además de ser dinero es un bien (el cacao, que utilizaban los mexicas), o el dinero en metales preciosos, como las monedas de oro o de plata. Las ventajas son:

- Facilidad de transportar.
- Es divisible y.
- Es durable.

Estas condiciones con las que no necesariamente cumplen los otros tipos de dinero. Asimismo, la utilización del dinero fiduciario crea recursos al emisor (la diferencia entre el valor nominal y el costo). Sin embargo, su empleo es relativamente reciente, en México, los primeros intentos por utilizarlo se remontan a principios del siglo XIX.

El papel fiduciario se fabrica de la misma manera que el comercial, la diferencia entre uno y el otro son las fibras que se utilizan, se hace principalmente de algodón en un porcentaje de 100%, pero también se pueden hacer de una mezcla de 75% de algodón y 25% de lino, lo que otorga al billete una textura característica e inconfundible, además de una resistencia física y mecánica a comparación del papel normal hecho con celulosa.

Las fibras son entintadas y refinadas, se le incorporan las fibrillas y mientras se genera el rollo de papel y la pulpa aún está húmeda se le incluye el hilo de seguridad, se estampa la marca de agua, así como otros elementos de seguridad que pueden incluirse en el proceso de fabricación de papel, al finalizar este proceso, el rollo de papel es cortado para generar resmas de 500 pliegos (<http://www.banxico.org.mx/divulgacion/billetes-y-monedas/caracteristicas-billetes-monedas.html>, 2014).

Características del papel

Como se ha señalado los billetes son hechos en papeles especiales, para que puedan resistir al uso y a los dobleces a los que son sometidos. El papel es de calidad superior y sometido a varios procedimientos para su mejor caracterización (Del Picchia, 2006).

Desde luego el papel para los billetes no es comercial. Cabe hacer mención de las particularidades de un papel seguridad, que como se ve a continuación es lo contrario a un papel común:

- a) Impermeabilidad.
- b) Resistencia a los dobleces, puede soportar más de 2,500 pliegues dobles.
- c) Resistencia a la tracción (jalones).
- d) Resistencia a la fricción (manipuleo).
- e) Resistencia a la suciedad.
- f) Resistencia al calor (cierta temperatura).
- g) Resistencia al sudor (que está compuesto de sustancias químicas que oxidan y dañan los objetos y soportes).
- h) Resistencia a la luz del sol y a los agentes climatológicos.
- i) Resistencia a los detergentes, jabones, lejías.
- j) Resistencia a ciertos reactivos y solventes químicos.
- k) Permite la inclusión de dispositivos de seguridad.
- l. Es opaco a la luz del Wood. (Reyes J.A., 1989)

Incluso, las diferencias en el papel para la fabricación de billetes y el comercial de acuerdo con Del Picchia (2006) son:

- El sonido del papel.
- Por el tacto.
- Por el espesor
- Por su constitución (naturaleza de la pasta química o mecánica, calidad, forma y dirección de fibras, etc.).
- Por las manchas de agua, hilos de seda, confites de seguridad, etc.

Polímero

El comportamiento del sustrato de papel de algodón ha sido muy satisfactorio a lo largo de los años. Sin embargo, a través del tiempo se han incorporado nuevos elementos al papel, tal es el caso del plástico, que le otorga una mayor resistencia al trabajo mecánico a que es sometido por intermedio de los nuevos medios de impresión. Con el plástico se le confieren al papel cualidades como (Bonilla, 2005):

- Resistencia al agua.
- Resistencia a la grasa.
- Resistencia a la electricidad.
- Resistencia a los procesos mecánicos.

Las formas de instalación de los polímeros sintéticos (látex, resinas, entre otros) se lleva a cabo sobre una mesa, anticipándose a la formación de la hoja, o en la prensa de encolado. En determinados papeles de uso bancario se utilizan colorantes para comprobar cuándo han sido agredidos de alguna manera (Bonilla, 2005). Sin duda, la inclusión de nuevos elementos de seguridad con diferentes propiedades físicas afecta al comportamiento del papel.

Por lo tanto, en la fabricación de billetes se emplean también hojas de polímero. Es en Australia donde se comienza a utilizar el polímero en el año de 1988; originariamente, científicos del Organismo Nacional de Ciencias de Australia, el CSIRO, estaban buscando fibras naturales, probando con una mezcla de plástico y sustratos de fibras naturales (Pacreu, 2013), hasta que descubrieron el polímero.

En el polímero se lograron incorporar las mejores medidas de seguridad: patrones moiré, tintas que cambian de color con

la temperatura, red de difracción (hologramas) y la medida de seguridad más obvia y sorprendente, la ventana transparente. La ventana, que se puede hacer fácilmente con el polímero, es muy efectiva como medida contra la falsificación. El interés del Banco de México por el polímero se remonta al año 1996, experimentando con sustratos alternativos al papel para la fabricación de billetes, se realizaron pruebas de laboratorio y de impresión obteniendo tres sustratos: en primer lugar al llamado DURANTE, formado por la unión de dos capas de polímero, también al LUMINUS, que consistía en una delgada capa de polímero cubierta por ambos lados con capas de algodón; y un tercer producto, denominado GUARDIAN, que consistía en un polímero creado de tal forma que los monómeros estaban distribuidos de manera perpendicular y como resultado se escogió al sustrato GUARDIAN, que fue sometido a pruebas adicionales.

Los gránulos de polipropileno son sometidos a un proceso de extrusión, en donde el polímero es transportado desde una tolva, a través de la cámara de calentamiento, hasta la boca de descarga, en una corriente continua. A partir de gránulos sólidos, el polímero emerge de la matriz de extrusión en un estado blando. Como la abertura de la boca de la matriz tiene la forma del producto que se desea obtener, el proceso es continuo; el polipropileno fundido se enfría instantáneamente sobre un cilindro de latón, el proceso de enfriamiento rápido proporciona muchas de las propiedades del film, especialmente su transparencia. Posteriormente el tubo de modelado se calienta de nuevo y con una combinación de temperatura y presión de aire se sopla el tubo hacia el exterior creando una gran burbuja que finalmente se prepara, se corta y se enrolla en bobinas, como base del sustrato del polímero Guardián.

El proceso de burbuja produce un film de polipropileno orientado sobre dos ejes en el que las moléculas quedan orientadas de forma equilibrada tanto en la dirección longitudinal, llamada dirección de la máquina, como en la transversal. El proceso de burbuja confiere al film las propiedades físicas esenciales para el tratamiento de billetes, como son lisura, rigidez interna y estabilidad dimensional, que, además, aseguran unas buenas características para los procesos de impresión y corte también es posible implementar las medidas de seguridad necesarias como Guilloché, microimpresiones, marcas de agua, barras magnéticas, dispositivos ópticos variables (OVI), etc.; incluso la ventana transparente, elementos que se analizarán en el capítulo correspondiente. (Ltd., 2009).

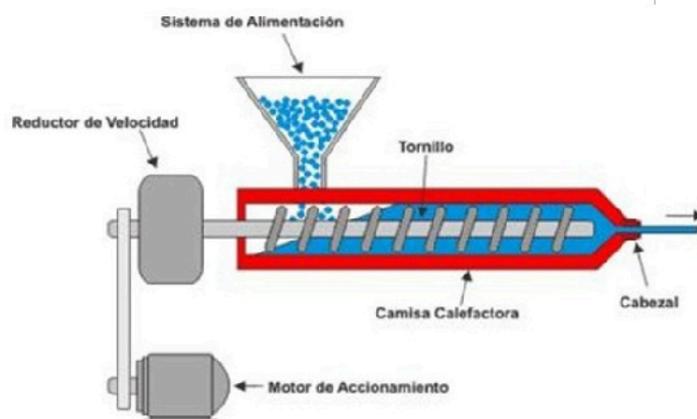
Las principales ventajas del polímero en la impresión de billetes se encuentran en su durabilidad

(mayor resistencia al desgaste y a la suciedad), innovación en las medidas de seguridad (permite el desarrollo de nuevas tecnologías de impresión); así como la potencial capacidad de reciclaje al final de su vida útil (aunque sobre esto todavía existe una gran discusión).

Dentro de las principales desventajas encontramos su mayor costo (por su composición, proceso productivo, etc.) que se estima en el doble respecto al papel algodón, así como los problemas de manipulación y procesamiento, que podrían elevar inicialmente los costos del sistema financiero en cuanto al proceso de adaptación de cajeros automáticos, máquinas procesadoras, transporte y almacenaje. (Giusti, R. 2014).

Con el tiempo se han descubierto otros beneficios de este material. Entre ellos se encuentra: la reducción del impacto sobre nuestro medio ambiente. Un estudio realizado en 2011, encargado por el Banco de Canadá, muestra que la sustitución del papel de algodón en los billetes canadienses por el polímero ha contribuido a reducir significativamente el impacto ambiental de la emisión de billetes (Pacreu, 2013).

Entonces, las ventajas del polímero no se ven reflejadas en forma exclusiva como medida de seguridad en los billetes, sino que también tiene impacto sobre el medio ambiente, El mayor impacto sobre el medio ambiente producido por la fabricación de billetes con papel de algodón se debe al hecho de que estos necesitan dos ciclos y medio de producción, mientras que los billetes de polímero solo necesitan uno.



Transportador de tornillo helicoidal para el moldeado por extrusión

En la impresión

Un aspecto importante para la fabricación de los billetes es, sin duda, la impresión; por lo tanto resulta importante advertir que existen técnicas de impresión, consistentes en todos aquellos procesos para reproducir textos o imágenes (Roldán, 2001). Dentro de las técnicas de impresión se tiene a la imprenta, la litografía,

grabado, entre otras. En estos procesos se aplican sustancias colorantes a un soporte, ya sea de papel o de plástico, para realizar múltiples reproducciones.

Sistemas de impresión

Desde la antigüedad el ser humano ha tenido la necesidad de comunicarse entre sí, inventando diversas formas de hacerse entender, no precisamente a través del lenguaje oral o escrito en torno a un alfabeto, sino de manera gráfica. Con el transcurso del tiempo y el avance de la ciencia y la tecnología el ser humano se dio cuenta de la forma de conservar el conocimiento, que antes pasaba de padre a hijo y así sucesivamente. Con el invento de la escritura, cada carácter expresaba una idea, un concepto o una cosa; estos signos se ordenaban entre sí para combinar pensamiento por las cuales trataban de comunicar ideas más complejas, los medios impresos de comunicación son muy antiguos, así los pueblos han dejado constancia de su vida y costumbres utilizando papiros, códices, pinturas, estelas jeroglíficas, bases iniciales de los sistemas de impresión. Sin duda, los sistemas de impresión constituyen un pilar importante para transmitir una idea o mensaje y hacerlo perdurar a través del tiempo.

El término impresión se define "Proceso de reproducción de textos y de imágenes sobre cualquier superficie y por cualquier medio" (Filho, 2004). Como se desprende la definición anterior el proceso de impresión puede llevarse a cabo por diferentes medios e implica el contenido de imágenes y texto. Los sistemas de impresión pueden dividirse para su estudio en:

1. Directos: tipografía, flexografía, litografía, calcografía, serigrafía, electrografía, multicopia a la tinta y multicopia color.
2. Indirectos: Offset y letterset.
3. Sin contacto: Permeo electrografía o serigrafía y Xerografía (Velasquez, 2004).

Para el presente estudio, se abordan solamente los que intervienen en la composición de un billete de cincuenta pesos moneda nacional que son la tipografía, offset e intaglio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, G. (2005). El paradigma de la criminalística. México. Impreso en México.
- Alfaro, M. (1995) Moneda, banca y sistemas financieros. Guatemala. PROFASRL.
- Álvarez, F.(2000). Diccionario de criminalística. Los secretos de las investigaciones de la policía científica. España. Planeta.
- Antón, F. y Méndez F. (1998). Análisis de textos manuscritos, firmas y alteraciones documentales. España. Tirant Lo Blanch.
- Bonilla, C. E. (2005) Tratado de documentología. Argentina: La Rocca. Bonilla, C. E. (2000). Investigación Documentológica. Argentina: La Rocca. Buquet, A. (2009). Manual de Criminalística Moderna. México. Siglo XXI.
- Cerda, G. y Luis C. (1994) Historia financiera del Banco Nacional de México, Fondo Cultural BANAMEX, T. I.
- Cimes, H. (1997). Diccionario de Criminalística y Ciencias Forenses. México, Harla Convay, J. (2007): Evidencias documentales. Argentina. La Rocca.
- Creus, C. y Boumpadre, J. (2004). Falsificación de documentos en general. Argentina: Astrea.
- Del Picchia, J. (2006). Tratado de Documentoscopia (2ª ed.) Argentina: La Rocca. Donna, E. (2004). Derecho Penal. Parte especial. Argentina. Rubinzal-Culzoni.
- Ezcurra, M. y Goyo R. (2010). Instrumentos de escritura manual y sus tintas, Argentina: La Rocca.
- Filho, S. (2004). Glosario de Términos Técnico de la Industria de Artes Gráficas. México. Productora, Comercializadora y Editora de Libros, S.A. de C.V.
- Hernández, R. y Fernández, C. y Baptista, Pilar. (2010). Metodología de la investigación. México. McGraw-Hill.
- Lozano, S. (2001). "Falsificación de moneda". Argentina. Policial.
- Martínez, R. (1996). Curso de teoría monetaria y política financiera. México. UNAM.
- Melcher, D. y Latrick, N. (1966). Manual del Editor, Impresor y Publicista. México: Continental, S.A.
- Ortiz, F. y García, M. (2008). Metodología de la investigación. El proceso y sus técnicas. México, Limusa S.A. de C.V.
- Ramos, M. (2010.) Documentoscopia, Método para el peritaje científico de documentos. Madrid. La ley Grupo Wolters-Kluwer.
- Reyes, J. A. (1989). Moneda Auténtica y Falsa. Guatemala. Talleres de Byrsa Ltda.
- Reyes, J. A. (2000). Tratado de Criminalística. México: Cárdenas
- Roldán, P. (2006). Documentación pericial caligráfica. Argentina. La Rocca. Ronndolph, K. (1966). Manual de artes Gráficas. México: Trillas.

Secretaría de Gobernación. (1988). El papel periódico en la comunicación social y la cultura. México. Pipsa.
Silveyra, J. (2001) Falsificación de Moneda. España. Edit. La Llave.
Velásquez, L. G. (2004). Falsedad documental y laboratorio forense. Argentina. La Roca.
Zavala, R. (2006). El libro y sus orillas. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
Zorrilla, S. (1994). Diccionario de Economía, Limusa. México.

REVISTAS

Conocer y Coleccionar MONEDAS Y BILLETES DE TODO EL MUNDO (1994), "El papel moneda en Oriente" Barcelona: Planeta-De Agostini, S.A.
Billetería Revista Internacional de Gestión del Efectivo, Emisión (Abril, 2009), B n o México Dirección General "Elementos de seguridad de los billetes de polímero.

DICCIONARIOS

Diccionario de la Lengua Española:<http://lema.rae.es/drae/?val=billete+de+bancp>.
s.f. (último acceso: 3 de abril de 2014).

PAGINAS WEB

Banco de México: <http://www.banxico.org.mx/>
Giusti R. y Vázquez J 1° de abril de 2014). Revista Moneda número 153 recuperado el 1 de abril de 2014 http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-153/moneda-153-05_.pdf. (1° de abril de 2014).

LEGISLACIÓN

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Ley del Banco de México.
Código Penal Federal.

