



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

FIRMA ELECTRÓNICA EN COLOMBIA: UN ACELERADOR EN LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y PROCESOS

Electronic signature in Colombia: an accelerator in the optimization of resources and processes

KELY YOHANA ROJAS MENESES¹, LEONARDO SALAMANCA POLANCO²,
JOSÉ ALEJANDRO FRANCO CALDERON³

Recibido: 29 de mayo de 2024 Aceptado: 20 de junio de 2024

DOI: <https://doi.org/10.21017/rimci.1095>

RESUMEN

La firma electrónica a través del tiempo ha transformado la eficiencia operativa y mejorado la optimización de recursos en diversas industrias a nivel mundial, mediante herramientas como DocuSign y Adobe Acrobat Sign, que digitalizan y optimizan los procesos de firma de documentos legales, contratos, plantillas entre otros según la necesidad de cada industria. Actualmente existen diferentes marcos legales creados y adoptados por cada uno de los países que la utilizan que regulan su uso, lo que promueve su aceptación de forma segura, consciente y legal. Sin embargo, es fundamental educar a los usuarios sobre la seguridad, legalidad y efectividad de estas herramientas para romper barreras culturales y fomentar su implementación efectiva, garantizando así su efectividad al 100%.

Como cualquier solución tecnológica cuenta con ventajas y desventajas que pueden aumentar o disminuir dependiendo del punto de vista, pero lo importante es que este tipo de solución permite optimizar muchos procesos en diferentes ámbitos. Hoy en día en nuestro país tenemos acceso a gran variedad de soluciones dentro de las cuales se encuentran las más importantes según Gartner; de éstas se incluyen algunas características en este artículo y ejemplos de uso. Finalmente se describen algunos casos de éxito locales que demuestran el potencial de la solución de firma electrónica a través de Adobe Acrobat Sign y se presenta una Prueba de Concepto realizada en conjunto con la Corporación Universitaria Republicana, cuyos resultados resaltan las ventajas que puede tener la firma electrónica en cualquier institución y/o empresa.

Palabras clave: firma electrónica; optimizar recursos; eficiencia; Adobe Acrobat Sign.

ABSTRACT

Electronic signatures have transformed operational efficiency and improved resource optimization in various industries worldwide over time, through tools such as DocuSign and Adobe Acrobat Sign, which digitize and optimize the processes of signing legal documents, contracts, templates, among others, according to the needs of each industry. Currently, there are different legal frameworks created and adopted by each of the countries that use them that regulate their use, which promotes their acceptance in a safe, conscious, and legal way. However, it is essential to educate users about the security, legality, and effectiveness of these tools to break down cultural barriers and encourage their effective implementation, thus guaranteeing their 100% effectiveness. Like any technological solution, it has advantages and disadvantages that can increase or decrease depending on the point of view, but the important thing is that this type of solution allows many processes to be optimized in different areas. Today in our country we have access to a wide variety of solutions, among which are the most important ones according to Gartner; some of these characteristics are included in this article and

1 Ingeniera de Sistemas. Corporación Universitaria Republicana. Correo electrónico: ky.rojas@urepublicana.edu.co

2 Ingeniero de Sistemas. Corporación Universitaria Republicana. Correo electrónico: l.salamanca@urepublicana.edu.co

3 Ingeniero Electrónico de la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”, especialista en diseño de aplicaciones para televisión digital interactiva y en administración de tecnologías de la información para la comunicación virtual de la Universidad Manuela Beltrán, Magíster en ingeniería electrónica en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Docente Investigador Corporación Universitaria Republicana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3931-2186> Correo electrónico: alejing@urepublicana.edu.co

examples of use. Finally, some local success stories are described that demonstrate the potential of the electronic signature solution through Adobe Acrobat Sign and a Proof of Concept carried out in conjunction with the Republican University Corporation is presented, the results of which highlight the advantages that the electronic signature can have in any institution and/or company.

Keywords: electronic signature; optimize resources; efficiency; Adobe Acrobat Sign.

I. INTRODUCCIÓN

LA FIRMA electrónica se ha convertido en un elemento clave para optimizar recursos y procesos en diversas industrias, generando así una transformación digital. Desde sus orígenes, la firma electrónica ha evolucionado de manera exponencial, impulsada por avances tecnológicos y la necesidad de optimizar procesos y recursos. En Colombia, la globalización y el creciente acceso a internet han acelerado la adopción de esta tecnología, que no solo agiliza trámites y reduce costos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir el consumo de papel.

Este documento explorará los fundamentos de la firma electrónica, su historia, evolución hasta convertirse en una solución segura y confiable para la autenticación de documentos digitales generando la optimización de recursos, su marco legal. Asimismo, se analizará el marco legal colombiano que regula esta práctica, presentando casos de éxito que evidencian las ventajas y desventajas de la firma electrónica en diferentes sectores.

II. FUNDAMENTOS DE LA FIRMA ELECTRÓNICA

A. Historia

Pocos saben que los primeros registros que se tienen de la firma tienen sus orígenes en la prehistoria, cuando los hombres colocaban las huellas de sus manos en las pinturas que realizaban sobre las paredes. Luego en el antiguo Egipto aparecen las firmas mediante jeroglíficos; una de las firmas más famosas que apareció en el año 2000 fue la de Cleopatra, cuyo testamento fue encontrado entre los envoltorios de una momia en el año 1904[1]. Estos ejemplos iniciales tenían como fin dejar el registro del autor como prueba de propiedad y/o autoría. Si nos enfocamos en el momento en que la firma empieza a dar valor jurídico a lo firmado debemos remontarnos al Código de Hammurabi escrito en el año 1760 a.C. con caracteres cuneiformes

y que exigía a los Jueces colocar su sello personal a las sentencias. Más adelante cerca del año 1500 a.C. se tienen registros acerca del uso de la huella dactilar para firmar documentos y obras de arte. Llegada la época del Imperio Romano entre los años 27 a.C. y 476 d.C. se incorpora la presencia de testigos en la firma de documentos con el fin de dar una mayor formalidad al proceso. Ya en los años 418 a 711 a pesar de que procesos como suscripciones y comprobación de escrituras estaban regulados, la firma no era un elemento ni necesario ni determinante de la intención y aceptación de los documentos. Luego llega la Edad Media donde se comienzan a utilizar sellos oficiales como certificado de autenticidad de los documentos oficiales; esta práctica se extendió hasta nobles y caballeros que la utilizaban para identificar el autor de un documento. Posteriormente surgen los monogramas que permitían a guerreros y soberanos firmar así no supieran firmar[1]. La firma y la escritura fueron evolucionando con el pasar del tiempo haciéndose más o menos compleja, con mayor o menor número de adornos, pero siempre con el mismo fin, dar validez a los documentos.

Si nos enfocamos en la firma electrónica, en definitiva, la globalización y la democratización del acceso a Internet han impulsado el surgimiento y la regularización de su uso. Alrededor del mundo se han creado normas y herramientas tecnológicas que permitan asegurar la validez de un documento firmado de manera electrónica. Esto ha reunido diferentes entes legales y especializados en TIC que a partir del año 1995 empezaron a discutir temas relevantes teniendo avances importantes en los marcos jurídicos correspondientes. Es aquí donde la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional – UNCITRAL ha tenido un papel importante en la generación de una estructura legal marco. Esta estructura incorpora temas de legislación acerca de la firma electrónica, la imparcialidad tecnológica, la equivalencia en su funcionalidad y la adaptabilidad que debe tener para acoplarse a las diferentes legislaciones que existen a nivel global y permitir una correcta adopción[2].

El año 1997 se convierte en un hito, ya que, en este año surge la iniciativa de agilizar los procesos comerciales adoptando las firmas electrónicas como medio para acelerar la formalidad de los documentos. Es así como en diferentes países se inicia la regularización de la firma electrónica. Esto puede verse en la Tabla I.

Tabla I. Implementación histórica de la regulación de la firma electrónica 1997-2003[2]

País	Año	Mes
Italia	1997	Mayo
Alemania	1997	Noviembre
Puerto Rico	1998	Agosto
Singapur	1999	Febrero
Austria	1999	Mayo
Colombia	1999	Agosto
España	1999	Septiembre
Estados Unidos	2000	Enero
Inglaterra	2000	Febrero
Francia	2000	Marzo
Japón	2000	Abril
México	2000	Mayo
Australia	2000	Junio
Perú	2000	Junio
Bélgica	2000	Julio
Ecuador	2001	Febrero
Canadá	2001	Marzo
Venezuela	2001	Marzo
Panamá	2001	Junio
Brasil	2001	Agosto
Argentina	2001	Diciembre
Finlandia	2003	Enero

Como puede evidenciarse a partir de la década de los noventa gobiernos y compañías usan la firma electrónica. Es así como en septiembre del año 2000, Bill Clinton, entonces presidente de los Estados Unidos en conjunto con el primer ministro de Irlanda Bertie Ahern utilizan por primera vez en la historia una firma electrónica para suscribir un tratado en materia de comercio electrónico entre ambos países[2].

B. Evolución

La firma electrónica surge como una respuesta a la necesidad de contar con un método seguro y eficiente para autenticar y validar documentos y transacciones realizadas en el entorno digital como lo han sido en múltiples aspectos de la vida ya sea económico, político, cultural y jurídico, redefiniendo los conceptos de espacio, identidad y tiempo, proporcionando una evolución en la formación de la sociedad[3].

Por lo que se puede entender que la firma electrónica permite una mayor eficiencia en la gestión de documentos y transacciones, al mismo tiempo que garantiza la autenticidad y la integridad de estos. Además, ha proporcionado una evolución en la formación de la sociedad, permitiendo la creación de nuevas formas de interacción, ayudando en el desarrollo de nuevos modelos de negocio y de gobierno electrónico.

Es importante tener claro que el concepto de firma electrónica inicio con Whitfield Diffie y Martin Hellman, luego que introdujeran la criptografía de clave pública al mundo en 1976[4] pues con esto surgieron más algoritmos, que permitían encriptar información, lo que permitió salidas a nuevas tecnologías. Diffie y Hellman propusieron un método por el cual un individuo A puede cifrar un mensaje utilizando la clave pública de un individuo B, pero solamente B sería capaz de descifrar este mensaje con su clave privada[4], este fue constituido en un protocolo criptográfico para el intercambio seguro de claves a través de un canal público, este protocolo permite que dos partes, que nunca antes se habían conocido, acuerden una clave secreta compartida que se puede usar para una comunicación segura en las más simples palabras.

Con lo planteado por Diffie y Hellman, al generar la firma electrónica, se puede evidenciar un gran progreso en el paso a la era digital; pues su desarrollo, se unió a los demás avances creados en el siglo XX, los cuales incrementaron la seguridad e integridad de los documentos.

Ahora bien, si es cierto que, desde hace tiempo, la Seguridad Informática y de la Información, han sido temas relevantes y de gran interés en la bibliografía de la cátedra, es solo recientemente que fueron incorporándose por la vía de anexos,

los temas de Criptografía y Firma Digital, manteniéndonos en el plano “teórico”, con la consecuente problemática de lo abstracto de los temas[5].

El primer intento por implementar un mecanismo que permitiera identificar al emisor de un mensaje electrónico como autor legítimo como si se tratara de una firma autógrafa fue el proyecto denominado “Tu firma” que durante el año 2004 el Sistema de Administración Tributaria (SAT) implementó como un mecanismo alternativo en su inicio y obligatorio para el año 2005, después de una serie de reformas al Código Fiscal de la Federación[6], así bien sabemos que en México empezó con un buen proyecto para autenticar sus documentos, que concluyo a finales del 2005, en la cual otorgo una buena oportunidad para mejorar la seguridad electrónica y ser amigables con el medio ambiente, lo que género que su proyecto de identificación electrónica fuera un éxito.

Analizando lo antes planteado, podemos concluir que en la actualidad la firma electrónica se valida a través de tokens, por lo que la base inicial planteada por Whitfield Diffie y Martin Hellman, sigue vigente, ya que, ellos manifestaban que el emisor del documento debía tener al menos una clave de cifrado, preparada por una clave pública y una clave privada, todo a su vez que se necesita que esté compuesta de datos expresados lógicamente sobre un mensaje de datos; siendo prácticamente lo mismo que se realiza en esta época, solo que la contraseña fue mutada a token de actualización constante, que se basa en algoritmos matemáticos de cifrado más o menos complejos.

C. Tipos de firma

En vista, de que la firma viene desde varios años atrás, se han generado diferentes tipos, desde la prehistoria hasta la actualidad, pues si analizamos desde la edad de piedra, encontramos lo que podríamos llamar el primer tipo de firma, que se conoce por el momento como firma primitiva, la cual consistía en garabatos en las paredes. Posteriormente en el antiguo Egipto encontramos los jeroglíficos que hoy en día podemos denominar el segundo tipo de firma.

Luego, los romanos desarrollaron una tercera forma de identificarse la cual consistía en un sello que era utilizado por los jueces; este método tam-

bién fue usado por el papá hasta el año 1073, con posterioridad en china los artistas y personas del común firmaban los documentos u obras con su huella dactilar, lo cual en muchas ocasiones llego a ser muy mal visto ya que utilizaban toda la mano.

Otro tipo de firma fue el manufirmatio, aunque en este no se firmaba como tal, lo que se buscaba era darle autenticidad a un documento, por lo cual se llamaban testigos para leerlo en voz alta; lo cual genero con el paso de los años que la autenticación de documentos se realizara por medio de la firma manuscrita, la cual es hecha por cada persona con su puño y letra[7, 8].

La Firma Digital se presenta como una solución para las políticas de seguridad en las redes, específicamente en lo que se refiere a la autenticación. El mecanismo más utilizado hoy en día en Internet – por su simplicidad – es el de nombre de usuario y contraseña – o password –. Mucho más segura es una combinación de esto con el uso de una firma digital[9], la cual utiliza un HASH (algoritmo matemático que toma un determinado volumen de datos (entrada) y lo representa en una cadena corta de letras y números),[10] por lo que softwares como Microsoft Office leen la clave pública y al ser esta correcta muestra la firma digital.

La firma Electrónica Simple es el tipo básico de firma electrónica. Es un conjunto de datos electrónicos, unido a un documento electrónico y utilizado cuando un emisor envía un mensaje al receptor, dicho mensaje va cifrado, de manera que nadie pueda modificarlo ni alterarlo[11]. Por lo que se puede concluir, que es una forma de firma electrónica que no requiere la infraestructura de clave pública y, por lo tanto, es más fácil de usar y gestionar. Sin embargo, no proporciona el mismo nivel de seguridad que la firma digital.

Firma Electrónica Avanzada es una tecnología de infraestructura de clave pública o PKI, que permite intercambiar información y realizar transacciones de manera ágil y sencilla, a través de sistemas en línea y el uso de un certificado digital, mediante mecanismos que otorgan certeza y seguridad técnica con los mismos efectos jurídicos que una firma autógrafa[11]. Esta por ser más avanzada, se diferencia de la simple por una vinculación directa al firmante, que permite contener información para la plena identificación del autor, la cual

brinda la seguridad de que no ha sufrido algún tipo de alteración en el proceso.

III. LEGISLACIÓN

A. Legislación global

El Real Decreto Ley 14/1999, del 17 de septiembre, sobre firma electrónica, fue aprobado con el objetivo de fomentar la rápida incorporación de las nuevas tecnologías de seguridad de las comunicaciones electrónicas en la actividad de las empresas, los ciudadanos y las administraciones públicas. De este modo, se coadyuvaba a potenciar el crecimiento y la competitividad de la economía española mediante el rápido establecimiento de un marco jurídico para la utilización de una herramienta que aporta confianza en la realización de transacciones electrónicas en redes abiertas como es el caso de Internet[12].

Esta normativa española que establece el marco legal para la firma electrónica y los servicios de certificación digital en España fue promulgada con el propósito de dotar de seguridad jurídica al uso de la firma electrónica, fomentar la confianza en las transacciones electrónicas y promover el desarrollo del comercio electrónico en el país. Este decreto establece los requisitos técnicos y legales para la validez y eficacia de la firma electrónica, reconociendo su equivalencia funcional con la firma manuscrita y otorgándole validez legal a los documentos electrónicos firmados con ella.

Alemania, en su Ley de firma electrónica, no regula la conducta del firmante ni de la parte que confía, pero si impone obligaciones y responsabilidades a los prestadores de servicios de certificación. De esta forma, sigue los pasos de la Directiva, dedicándose sólo y exclusivamente a estas entidades[13]. Debido a esto, su ley establece el marco legal para el uso y reconocimiento de las firmas electrónicas en el país. Su objetivo es garantizar la seguridad y la validez jurídica de las transacciones electrónicas, equiparando las firmas electrónicas con las firmas manuscritas en términos de autenticidad e integridad de los documentos.

Norteamérica firma el 30 de junio del año 2000 por el presidente Bill Clinton la *electronic signatures*

in global and national commerce act o más conocida por sus siglas "ESIGN" que se convirtió en la primera ley en regular la firma electrónica en este país[14]. Lo que la hace más importante para ellos es que esta se regula en toda la nación a diferencia de la llamada "UETA" *Uniform Electronic Transactions Act*, la cual se utiliza sólo en algunos estados del país.

Esta ley pionera estableció que las firmas electrónicas tenían el mismo valor legal que las firmas manuscritas, abriendo las puertas a una nueva era de transacciones comerciales digitales. La ESIGN definió los requisitos para la validez de las firmas electrónicas, brindando seguridad y confianza a las partes involucradas en contratos y transacciones en línea. Gracias a esta legislación, se fomentó la adopción y el uso generalizado de la firma electrónica, simplificando y agilizando procesos que solían depender de la firma manuscrita.

En Ecuador la Ley No. 2002-67 o Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos regula los mensajes de datos, la firma electrónica, los servicios de certificación, la contratación electrónica y telemática, la prestación de servicios electrónicos, a través de redes de información, incluido el comercio electrónico y la protección a los usuarios de estos sistemas[15].

Esta legislación ha sido fundamental para impulsar la adopción y el uso de la firma electrónica en Ecuador, facilitando la realización de trámites y transacciones en línea, tanto en el ámbito comercial como en el sector público. Además, la Ley de Firma Electrónica también establece disposiciones para la protección de datos personales y la seguridad de la información.

Por su parte Brasil dispone para el uso de firmas electrónicas en la administración pública federal y regula el art. 5 de la Ley No. 14.063, de 23 de septiembre de 2020, sobre el nivel mínimo exigido para la firma electrónica en las interacciones con la entidad pública[16].

Este artículo fue el encargado de remplazar el decreto N° 3.996, del 31 de octubre de 2001 y su objetivo fue mejorar el uso que personas jurídicas o naturales dan a la firma electrónica para que estos usuarios tengan la capacidad de utilizar dichas firmas, según sea su fin y respetando el uso de

credenciales de acceso, dispositivos y cada medio de autenticación.

Por otro lado, China recoge normas relativas a la responsabilidad de las partes: firmante y autoridad de certificación, centrándose, especialmente, en la autoridad de certificación; pues, aunque la Ley tiene una regulación general, pero extensa, en su Reglamento de desarrollo complementa y refuerzan las orientaciones que le son aplicables[13].

Teniendo en cuenta que establece las reglas y requisitos para utilizar firmas digitales en documentos y transacciones, la ley reconoce la validez legal de las firmas electrónicas, equiparándolas con las firmas escritas. Además, promueve la seguridad y confianza en el uso de estas al establecer ciertos estándares.

B. Legislación nacional

En un contexto local el Congreso colombiano legisló acerca de la validez de los mensajes de datos, sin importar que tuviesen o no soporte físico, expidiendo inicialmente la ley 527 de 1999 más conocida como la Ley de Comercio Electrónico en Colombia, cuyo objetivo principal es reglamentar el acceso y uso de mensajes de datos, el comercio electrónico y las firmas digitales. Así mismo hace referencia al uso de mensajes de datos como una forma jurídica válida que permite reconocer la voluntad y ser un medio de prueba tal como lo son los documentos escritos[17].

Como marco legal de la firma digital, en la ley 527 se le atribuyen a este tipo de firma una serie de consecuencias y/o efectos jurídicos, siempre y cuando se cumplan las características señaladas en el artículo 28 de dicha ley; la primera está ligada a la autenticidad e integridad del mensaje de datos, y la segunda, que se refiere a la asimilación en cuanto a la fuerza y efectos de la firma digital con una firma manuscrita[17].

Cabe destacar que la divulgación de la ley 527 de 1999 fue realizada después de la participación que tuvo Colombia en la Comisión de Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI) y que es uno de los pioneros en implementar una ley modelo así como lo señala Germán Flórez: “Es de destacar que Colombia ha sido uno de los países

pioneros en nuestro continente en implementar esta norma modelo, ya que, con la promulgación de la Ley 527 de 1999 logró abarcar temas muy importantes para el desarrollo del comercio electrónico como la definición desde un punto de vista jurídico de los mensajes de datos, los sistema de información (art. 2), el reconocimiento legal de los mensajes de datos (art. 5), el principio de equivalente funcional de documentos escritos, la firma manuscrita y del documento original (arts. 6, 7, 8 y 28), la eficacia probatoria de la prueba digital (arts. 10 y 11), el criterio de integridad necesario para la admisión del mensaje de datos tanto en el terreno judicial como administrativo, entre otros (art. 9), la formación de los contratos celebrados por medios electrónicos (art. 14), el acuse de recibo, presunciones legales, efectos jurídicos, tiempo de envío y recepción de los mensajes de datos, (arts. 20 al 25), comercio electrónico en materia de transporte de mercancías (arts. 26 y 27) y todo lo referente al régimen de firmas electrónicas”[18].

Luego de la divulgación de esta ley se generaron dudas acerca de la validez de la firma electrónica; es por esto que se expidió el decreto 2364 de 2012 que reglamenta la firma electrónica contemplada en el artículo 7 de la ley 527 de 1999, dando así más confianza y una nueva alternativa de identificación al país. Dicho decreto en su artículo 5 dice que “la firma electrónica tendrá la misma validez y efectos jurídicos que la firma” siempre y cuando esta sea confiable y adecuada para los fines para los que se generó[17].

Esto permite decir que la firma electrónica cuenta con el soporte legal necesario para poder ser utilizada como medio de aceptación de cualquier documento.

IV. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Normalmente toda gran invención o nuevo concepto que ha aparecido a lo largo de la historia siempre tiene partidarios y detractores quienes a su vez se encargan de resaltar sus ventajas y desventajas respectivamente. Esto también ocurre con la firma electrónica, la cual, a pesar de todos los beneficios económicos, ambientales, organizacionales y demás que pueda tener también presenta algunas desventajas que es importante tenerlas en cuenta a la hora de una posible implementación.

A. Ventajas

Seguridad

El objetivo del presente trabajo es proporcionar la mejor información disponible en cuanto a la seguridad de las firmas electrónicas. En la era digital actual, muchas personas ajenas al campo desconocen los aspectos fundamentales de las firmas electrónicas y su papel en la protección de datos personales. Por lo tanto, es de vital importancia garantizar la seguridad de los datos de cada individuo.

Este artículo busca no solo informar y educar a las personas sobre la importancia de proteger sus datos a través de la firma electrónica, sino también ofrecer recomendaciones prácticas para maximizar la seguridad en el uso de Adobe Acrobat y otros programas similares. Al proporcionar información clara y accesible, se pretende fomentar una mayor conciencia y comprensión de la firma electrónica, empoderando a los usuarios para que tomen decisiones informadas y protejan su información personal de manera efectiva.

En primer lugar, los datos deben almacenarse de forma segura para evitar pérdidas y manipulaciones. Los datos confidenciales deben almacenarse en un disco duro separado o en una parte diferente del sistema informático. Además, todos los archivos deben estar encriptados para garantizar que nadie pueda leerlos sin la clave. También debe existir un plan de respaldo en caso de que haya una pérdida de datos[19].

Recursos

Si se preguntara a un Gerente de Proyecto ¿cuál es el aspecto que más le preocupa controlar dentro de su proyecto?, seguramente contestaría “los recursos”, por esto es importante tener en cuenta como una de las principales ventajas de la firma electrónica el ahorro de recursos que puede significar para cualquier entidad, compañía o persona que desee implementarla. Si se piensa en un proceso normal de firma de un documento son muchos los recursos involucrados: tiempo, papel, insumos, desplazamiento, entre otros.

Si iniciamos con el papel, muchas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales a ni-

vel mundial están apoyando iniciativas de “cero papeles” (o *paperless* en inglés) que buscan no sólo apoyar el medio ambiente sino también reducir costos innecesarios al manejar documentación física. Este concepto es apoyado por el Modelo de Administración Electrónica Cero Papel que fue aprobado por la Presidencia de la República de Colombia mediante la Directiva 04 de 2012. Esta directiva busca que se implemente esta política de Cero Papel en las entidades del orden Nacional de la República de Colombia[8].

Esta ventaja se une y redonda en otros beneficios como lo es la reducción de costos en todo lo que tiene que ver con insumos tales como impresoras, tóneres, energía, entre otros; gastos adicionales como mensajería, tiempo y muchos otros que podrían catalogarse como costos ocultos[20]. Así mismo, el beneficio de la movilidad al permitir firmar un documento de manera electrónica desde cualquier lugar del mundo a través de un dispositivo electrónico conectado a internet es una gran ventaja.

Optimización

Al igual que la firma digital que es equivalente a la firma manuscrita y que incorpora los principios de autenticidad, confidencialidad, integridad y no repudio, la firma electrónica permite optimizar recursos y tiempo, ya que, la persona que cumpla el rol de firmante podrá estar ubicado en cualquier parte del mundo y solamente necesitará acceso a internet para firmar un documento[21]. Esto permite que se optimicen muchos procesos al evitar tiempos de desplazamiento en los que normalmente incurre un usuario que debe firmar un documento físico[21].

Por otra parte, permite acelerar cualquier proceso que involucre una firma; desde una autorización, una orden de compra, un memorando hasta la firma de un proceso contractual, la firma electrónica puede acelerar el proceso[22].

Si a lo anterior se suma el principio de que hoy en día todo es dinero, la firma electrónica puede apresurar el cierre de oportunidades y negocios al dar mayor confianza a los firmantes ya que se evita la manipulación de los documentos; así mismo puede verse significativamente aumentada la productividad de un usuario y como si fuera poco se

está contribuyendo al medio ambiente al no utilizar papelería ni transporte[22].

Legalidad

Como se habló en contexto anteriormente, la legislación tanto local como nacional brinda el marco legal para el uso de firmas electrónicas, promoviendo la seguridad, confianza y validez jurídica de las transacciones en línea, así como el desarrollo de la economía digital en cada país.

El Real Decreto Ley 14/1999 en España, la ley «ESIGN» en Norteamérica, la Ley de Firma Electrónica en Ecuador, la legislación en Brasil, las normas en China y la Ley 527 de 1999 en Colombia son ejemplos de marcos legales que regulan el uso de firmas electrónicas. Estas leyes buscan promover la adopción de tecnologías seguras, establecer la validez legal de las firmas electrónicas, proteger la confianza en las transacciones en línea y facilitar el comercio electrónico. Además, garantizan la seguridad de los datos, promueven la equivalencia con las firmas manuscritas y agilizan los procesos que antes requerían firmas físicas.

Integración con otros sistemas

Hoy en día sería muy complejo para cualquier tecnología sobrevivir si no permite integración con otros componentes que se encuentren en su entorno. Esto no es indiferente a la firma electrónica, cuyas soluciones fundan gran parte de su éxito en la integración que puedan llegar a tener con otras aplicaciones afines, como lo son aquellas que almacenan documentos en la nube como Google Drive, Microsoft OneDrive, entre otros[23].

Soluciones como Adobe® Sign permiten integraciones directas y nativas con múltiples plataformas como Salesforce, Apttus, Workday o Microsoft[24]. Adicional a esto cuenta con un API que le permite integrarse con otros tipos de sistemas vía HTTPS o servicios REST[24].

La integración es parte fundamental de la firma electrónica ya que también permite que la curva de adopción sea más corta ayudando a los usuarios a tener una experiencia agradable y que a futuro se convierte en una exigencia por los mismos usuarios. Seguramente muchas personas y entidades preferirían utilizar este tipo de méto-

dos de firma y aceptación de documentos, ya que ahorran cantidad de recursos y optimizan procesos por lo cual vale la pena apostar por este tipo de soluciones.

B. Desventajas

No es ningún secreto que, sin importar el tema, cada uno tiene sus desventajas cuando se lo mira desde un punto de vista imparcial. Como se ha discutido anteriormente, la firma ha evolucionado con el tiempo, y esto nos lleva a abordar las desventajas de estos avances en un contexto más racional.

Por ende, es impórtate tener claro que existen dos elementos primordiales al empezar a gestionar una firma electrónica en una empresa, lo primero dar capacitación al personal y lo segundo contratar una licencia o las llamadas suscripciones periódicas de mantenimientos preventivos, aspectos que generan una inversión significativa.

Cabe destacar que es de suma importancia elegir una plataforma de firmas electrónicas confiable y segura. pues de esto depende la integridad y seguridad de las firmas electrónicas en documentos legales, acuerdos comerciales y documentos sensibles.

Es esencial reconocer que no todas las soluciones de firma electrónica son iguales y, por lo tanto, es crucial elegir la que mejor se adapte a los requisitos particulares de cada usuario o empresa. Algunas personas pueden beneficiarse de funciones más básicas, mientras que otras pueden requerir un conjunto completo de características avanzadas para sus flujos de trabajo de firma electrónica. Es por ellos de que las empresas que brindan el servicio de firma electrónica tienen diferentes opciones que se acomodan a las necesidades específicas de sus clientes como es el caso de Adobe, empresa que ofrece dos tipos de paquetes de firma electrónica las cuales son Acrobat Standard y Acrobat Pro.

Los costos asociados con estos servicios pueden variar según el tipo de paquete que se seleccione. Por ejemplo, el servicio de Acrobat Standard al momento de redactar este artículo tiene un costo de Col\$ 86.656/mes IVA incluido si se solicita por un solo mes. Sin embargo, en el caso de una suscripción anual, el costo se reduce a Col\$ 28.999/

mes. Es importante destacar que ambos paquetes cumplen con todas las normativas de Acrobat Sign Solutions, asegurando así la conformidad con las regulaciones pertinentes en materia de firmas electrónicas[25].

Las firmas electrónicas, a pesar de sus ventajas, enfrentan obstáculos culturales y de aceptación. En algunas culturas, las firmas en papel tienen un valor arraigado, lo que hace que las firmas electrónicas sean vistas como menos formales. La seguridad es otro punto de preocupación, con temores de falsificación. Además, existe una brecha generacional, ya que, las generaciones más jóvenes adoptan más fácilmente la tecnología, mientras que para las generaciones mayores su adaptación es un poco más difícil. Adicionalmente, se tiene el hecho de que las regulaciones varían, generando incertidumbre en algunos campos. No se puede ocultar que en muchas ocasiones la infraestructura tecnológica limita la adaptación y adopción en diferentes áreas y campos del conocimiento. Para superar estas barreras, se necesita educación sobre la seguridad y legalidad de las firmas electrónicas, además de adaptar regulaciones y abordar las barreras culturales de manera más eficaz, lo que generaría una adopción más amplia en un mundo cada vez más digital.

V. SOLUCIONES DE FIRMA ELECTRÓNICA EN COLOMBIA

A nivel mundial existe una cantidad considerable de soluciones de firma electrónica, incluyendo soluciones basadas en software, basadas en hardware y otras en la nube. Gracias a la globalización, estas soluciones pueden ser utilizadas por empresas y particulares de cualquier parte del mundo, independientemente de su ubicación geográfica.

De manera local, aquí en Colombia se tiene acceso a muchas soluciones dentro de las cuales vale la pena explorar aquellas que se catalogan como soluciones *Open Source* (o de código abierto) y también aquellas que son de pago y se consideran las más relevantes.

A. Soluciones Open Source

Antes de empezar es muy importante dejar en claro el significado de *Open Source*. El software *Open Source* o también llamado “software de código

abierto” es aquel que se desarrolla y distribuye de manera libre centrandose en todos aquellos beneficios técnicos que aporta el tener acceso a su código fuente[26].

Por otra parte, es relevante aclarar que es bastante complejo encontrar soluciones *Open Source* para firmar documentos de manera electrónica, ya que, al tener como principal ventaja la seguridad y el respaldo legal que tiene este tipo de firma, acceder a su código fuente puede ser contraproducente.

Teniendo claro esto se encuentra una herramienta de este tipo denominada SAFET, cuya sigla significa Sistema Autorizado para la Firma y Estampillado Electrónico de Tiempo; esta herramienta cuenta con funciones de flujo de trabajo, firma electrónica y estampillado de tiempo[27]. Dentro de sus características más importantes se encuentran[28]:

- Disponibilidad de firma electrónica mediante tarjetas inteligentes o archivos de claves.
- Permite modelar procesos de una organización y utilizarlos basado en un sencillo lenguaje de flujo de trabajos.
- Tiene un sistema de gestión de usuarios y roles.
- Permite ver información en tiempo real.
- Da la posibilidad de elaborar reportes, informes y gráficos avanzados.

Esta herramienta a pesar de ser *Open Source* presenta una desventaja muy importante y es que su última actualización fue en 2013 lo que no genera mucha confianza cuando se habla de tecnología y mucho menos si se requiere una solución para firma electrónica. Esto deja mucho que pensar, ya que, el peso de una firma electrónica es demasiado como para exponer su seguridad, confiabilidad y legalidad en un mundo donde a diario muchas compañías son atacadas por ciberdelincuentes que provocan pérdidas multimillonarias.

B. Soluciones de pago

Con el propósito de tener la mayor objetividad y asertividad en las soluciones comerciales de firma

electrónica disponibles en el mercado se ha aprovechado una herramienta que busca medir las compañías de software desde su innovación y nivel de desarrollo; esta herramienta es el cuadrante mágico de Gartner que ayuda a ver quiénes son los líderes a nivel mundial en muchos campos y sectores[29]. Según esto y al validar el sitio web de Gartner se encuentra que las 3 soluciones que lideran el mercado de las firmas electrónicas son Acrobat Sign, DocuSign eSignature y SignNow[30]. Es por esto por lo que se ha decidido profundizar un poco más en estas 3 soluciones.

Acrobat Sign, la solución de firma electrónica en la nube de Adobe, Inc., uno de los principales fabricantes de software de Estados Unidos y cuyo slogan es "*Acrobat Sign: la solución global de firma electrónica para empresas de todo el mundo*"[31] cuenta con estas características principales[32]:

- Firmar documentos electrónicamente y recopilar firmas más rápido.
- Realizar un seguimiento de las firmas electrónicas y gestionarlas.
- Enviar de forma fácil a múltiples destinatarios.
- Integrar y conectar las firmas electrónicas con las herramientas y aplicaciones que ya usa.
- Personalizar las solicitudes de firma con la imagen de marca.

De manera general las firmas electrónicas realizadas a través de Acrobat Sign son legales en muchos países incluyendo Colombia. Permite utilizar firmas electrónicas y digitales con mecanismos que garantizan la autenticidad, integridad y el no repudio y cuenta con certificados ISO 27001 e ISO 9001. Adicional a esto Acrobat Sign permite validar y probar la identidad de los firmantes incluyendo un segundo método de autenticación que puede ser una contraseña, un PIN enviado a su número de teléfono o una cuenta de Acrobat Sign. Todo esto queda registrado en una pista de auditoría almacenada dentro de la solución[33].

Por otra parte, DocuSign eSignature, la solución de firma electrónica de DocuSign, Inc., otro fabricante de software de Estados Unidos tiene como slogan "La forma número 1 de enviar y firmar

documentos" tiene las siguientes características relevantes[34]:

- Mejorar la experiencia de los clientes.
- Aumentar la eficacia de su empresa y reducir los costos.
- Aumentar la seguridad y facilitar el cumplimiento de la normativa.
- Conectar con todas las herramientas que ya utiliza.

DocuSign cuenta con un enfoque de seguridad para proteger los documentos para que no sean alterados durante el proceso de firma de acuerdo con estándares de EE. UU. y Europa. Ofrece varios métodos de autenticación entre los que se encuentran email, sello de tiempo, cuenta de DocuSign, SMS, entre otros[33].

Finalmente, SignNow es la herramienta de firma electrónica de airSlate, otra empresa estadounidense y su slogan es "Firma electrónica que se ajusta a tu flujo de trabajo". Sus principales características son[35]:

- Experiencia de firma electrónica fluida en cualquier momento y lugar, en cualquier dispositivo.
- Rápido de iniciar y fácil de enviar.
- El mejor valor al precio más competitivo.
- Todas las funciones que las PyME y las empresas necesitan.

SignNow es una aplicación que permite a usuarios y compañías firmar electrónicamente y gestionar documentos desde cualquier dispositivo móvil y equipos de cómputo y se puede encontrar de forma gratuita en iOS y Android; cuenta con una interfaz amigable y de fácil uso[36].

VI. EJEMPLOS DE USO

Sin lugar a duda al ver las ventajas de la firma electrónica puede surgir un sinnúmero de ideas para aplicar esta tecnología. Es por eso por lo que a con-

tinuación se describen algunos de estos usos más relevantes.

A. Contratos

Si se habla de firma electrónica en contratos es necesario hablar de contratos electrónicos. En Colombia el contrato electrónico está gobernado por unos principios que se deben reconocer y que encaminan su legitimidad y validez. Es así como las partes que participan en el contrato quedan vinculadas a dicho documento y a las obligaciones que cada parte hubiese aceptado; por otra parte, se asegura la integridad de la información y la autenticidad de quienes participan verificando su identidad. Finalmente tiene una equivalencia funcional con los documentos en papel que tradicionalmente se usan para un contrato[37].

Si se revisa desde el punto de vista netamente legal, la contratación electrónica tiene su cimiento normativo en los artículos 824, 845, 851, 852 y 864 del Código de Comercio y Ley 527 de 1999. Así mismo el Ministerio del Trabajo en 2018 expidió una circular que pretende dar facilidades para que los contratos de trabajo se puedan validar a por medio de firmas electrónicas y/o digitales[37].

Si se ven las soluciones de firma electrónica, éstas ofrecen claramente su servicio con uno de los enfoques que es la firma de contratos. Es así como Adobe, Inc. ofrece en su página la posibilidad de enviar contratos electrónicos y recopilar firmas electrónicas con Acrobat Sign. Dentro de sus ventajas para este tipo de uso ofrece[38]:

- Convertir el proceso de contratos en un servicio online es mucho más eficaz que enviarlos manualmente y devolverlos por email. Los destinatarios pueden firmar documentos y devolvértelos en cuestión de minutos, no días.
- Firmar contratos es relativamente fácil, no importa cuantos tengan que firmar los documentos, no es necesario descargar o instalar nada. Los firmantes solo tienen que hacer clic en el enlace enviado, que los llevará al acuerdo online que requiere su firma electrónica o digital.
- Se pueden enviar documentos para firmarlos desde cualquier parte y se pueden reci-

bir en cualquier parte. Los contratos electrónicos no tienen por qué paralizarse simplemente porque el firmante se esté desplazando.

- Cada paso se registra, desde el momento en el que se envían los contratos hasta que se reciben los documentos firmados.

Por otra parte, DocuSign no se queda atrás y ofrece las siguientes ventajas de su solución para el tema contractual, algunas características serían[39]:

- Generación de documentos con un clic. Es rápido y fácil cuando se tienen plantillas y una biblioteca de cláusulas.
- Permite automatizar el enrutamiento de contratos para revisión interna y externa con control detallado de versiones.
- Cuenta con un editor intuitivo (arrastrar y soltar) para diseñar procesos de contratos.
- Permite almacenar todos los contratos en un repositorio de búsqueda con control de permisos.

Este tipo de soluciones ya vienen siendo utilizadas por entidades colombianas quienes se han visto beneficiadas de su implementación y han optimizado sus flujos de contratación con todas las ventajas de la transformación digital.

B. Formularios

Otro ejemplo típico del uso de la firma electrónica son los formularios. Si se toma un ejemplo de un formulario físico normalmente dicho formulario se diligencia y al final se firma. En la actualidad es normal encontrar formularios en muchas páginas Web que, aunque no necesariamente se firman, si muestran la evolución que han tenido desde sus primeras apariciones en papel hacia los medios digitales.

Siguiendo la línea anterior, la solución de Adobe Acrobat Sign permite convertir los PDF y documentos en formularios online para diversos objetivos empresariales, y publicarlos en la Web para que cualquiera pueda usarlos. Así mismo brin-

da la posibilidad de publicar formularios digitales en sitios web para ofrecer a los clientes una experiencia interactiva que les permita diligenciar y enviar formularios rápidamente mediante su dispositivo, estén donde estén, terminando con el problema de las descargas, las impresiones y las esperas. Finalmente se puede obtener información y datos en tiempo real al evitar la búsqueda de formularios escaneados en el correo electrónico ni rastrear quién firmó un formulario o cuándo. Con Acrobat Sign y los formularios en el sitio web, se puede obtener visibilidad completa y en tiempo real del estado de cada formulario. Es así como las diferentes áreas de una compañía pueden verse beneficiadas de esta solución, desde áreas comerciales, recursos humanos, legal, hasta marketing, entre otras[40].

Mientras tanto DocuSign ofrece simplificar el proceso de rellenar y firmar formularios, capturando datos y generando acuerdos para firma de forma dinámica en una interfaz interactiva y fácil de usar. Comience a crear formularios dinámicos ahora, sin necesidad de código. Proporcione a sus firmantes la confianza necesaria durante el proceso de firma con experiencias de rellenado de formularios intuitivas y altamente seguras. Cree acuerdos de forma dinámica, utilizando datos proporcionados anteriormente, reduzca el tiempo de demora en la firma de sus acuerdos y saque el máximo partido a sus datos con las herramientas de análisis. La creación de formularios puede realizarse sin necesidad de código mientras proporciona a los firmantes la confianza necesaria durante el proceso de firma con experiencias de rellenado de formularios intuitivas y altamente seguras. Se puede utilizar la lógica condicional y la validación de datos para adaptar dinámicamente los campos del formulario y garantizar la máxima calidad y precisión de los datos en tiempo real. Con esto, diferentes tipos de organizaciones en sectores financieros, aseguradoras, salud y educación pueden verse beneficiadas[41].

C. Otros ejemplos de uso

Marielle Rouquette, directora de marketing y comunicación de Ducati West Europa, transformó la experiencia del cliente al implementar DocuSign. Antes, los clientes debían imprimir, firmar y llevar contratos a eventos, generando largas filas y retrasos. Con una edad promedio de 50 años, adap-

tarse a procesos digitales era un desafío, pero Marielle vio la oportunidad de cambio. Creó una cuenta de DocuSign para el proveedor, digitalizando el proceso de registro. Resultado: el 83% del tiempo se redujo, y el 80% de los participantes completaron la documentación antes del evento. Una iniciativa que mejoró significativamente la eficiencia y la experiencia del cliente[42].

MIMIT Health es un grupo médico en Illinois comprometido con la atención de alta calidad y tecnología. A pesar de su misión centrada en el paciente, se enfrentaron a problemas de eficiencia debido a procesos manuales y datos inaccesibles. Para mejorar, Manish Goomar, su director de sistemas eligió implementar DocuSign Agreement Cloud, que se integró con sistemas existentes. Esto redujo la carga de trabajo manual, lo que resultó en un aumento del 20% en los ingresos. MIMIT Health aspira a convertirse en un referente de atención médica centrada en el paciente, similar a Amazon en la industria, ofreciendo una experiencia más eficiente tanto para empleados como para pacientes[43].

Compensar Caja de Compensación Familiar, una organización sin ánimo de lucro en Colombia, ha superado los desafíos de la pandemia mediante su compromiso con la innovación y la digitalización. Con 42 años de experiencia, la entidad ha integrado canales y procesos digitales para mejorar la experiencia del cliente. Angela Fajardo Moreno, profesional de Canales de Atención, y Sebastián Jiménez, profesional de Canales de Atención, adoptaron Adobe Acrobat Sign para superar la barrera de la firma de documentos. En menos de un año, han implementado más de 70 proyectos, mejorando la eficiencia y asignando millones de pesos a colombianos necesitados.

Con Adobe Acrobat Sign, la firma de documentos electrónicos es rápida, fácil y altamente segura. Los procesos de auditoría proporcionan un seguimiento detallado, incluyendo quién recibe, abre y firma el documento, respaldado por datos como direcciones IP para garantizar autenticidad. En un proyecto piloto, Compensar se enfocó en la velocidad y el ahorro, destacando la eficiencia en contratos con proveedores. Antes, procesos complejos de hasta 200 páginas y 17 firmantes tomaban meses; ahora, con Adobe Acrobat Sign, se completan en minutos o máximo en algunos días.

El proyecto piloto no solo mejoró la eficiencia, sino que también ahorró costos significativos, eliminando el uso de 270.000 hojas de papel y horas de trabajo en el departamento jurídico[44].

Aruba Bank, comprometido con la innovación y la satisfacción del cliente, se enfrentó a desafíos clave en sus procesos bancarios, como demoras en el procesamiento del papeleo, firmas presenciales que causaban inconvenientes y la necesidad de alinearse con iniciativas ecológicas en la isla de Aruba.

Ronald Dorsiel y Kristel de Nobrega seleccionaron Signeasy como la solución de firma electrónica ideal. Con cerca de 70 tipos de formularios digitalizados, la interfaz intuitiva de Signeasy ha agilizado significativamente el procesamiento del papeleo, siendo ahora dos veces más rápido. La función Self Signing ha permitido a los usuarios firmar documentos de manera autónoma, acelerando el tiempo de respuesta. Además, las funciones de firma en persona y firma remota mejoraron la experiencia de incorporación para nuevos clientes, permitiendo la firma en cualquier lugar y momento. Estas soluciones no solo cumplen con las regulaciones bancarias, sino que también son fáciles de administrar para el personal y simples de usar para los clientes.

La implementación de Signeasy ha transformado positivamente los procesos de Aruba Bank, asegurando eficiencia, rapidez y alineación con objetivos ecológicos[45].

Mirando desde una perspectiva más objetiva con los diferentes casos de éxito, sobre los cuales se realizó la investigación (DocuSign, Adobe Acrobat Sign, Signeasy) son herramientas que destacan la importancia de la transformación digital en diversos sectores. Con base en esto se pueden concluir que las mismas comparten beneficios comunes como lo son:

1. **Eficiencia operativa:** la cual brinda la transformación de procesos manuales a soluciones de firma electrónica, la cual ha mejorado significativamente la eficiencia operativa en todas las organizaciones mencionadas anteriormente. La reducción de tareas manuales ha permitido un procedimiento más rápido de documentos y una optimización de grupos de trabajo.

2. **Experiencia de cliente:** En todos los casos, la implementación de la firma electrónica ha llevado una mejora notable en la experiencia del cliente. Desde la reducción de tiempos de espera, hasta la posibilidad de completar procesos desde cualquier lugar.
3. **Ahorro de costos:** La transición al formato digital ha llevado a un ahorro significativo en términos de papel, impresión y tiempo de trabajo. Al eliminar la necesidad de tener documentos físicos ha contribuido a una mayor eficiencia y sostenibilidad.
4. **Cumplimiento normativo:** Estas soluciones de firma electrónica han ayudado en el cumplimiento de las regulaciones y normativas en todas las organizaciones. Demostrando con ello que la seguridad y la trazabilidad de la firma electrónica son esenciales para concluir con los estándares legales.

Por lo tanto, estos casos de éxito son un gran ejemplo que demuestra como la firma electrónica ha evolucionado de ser una firma manuscrita a convertirse en una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente en varias industrias.

VII. CASOS DE ÉXITO

A. Universidad Piloto de Colombia

Problema

Según José Figueroa[46] el problema que la firma electrónica les ayudó a solucionar fue la agilización y simplificación de los procesos de firma de documentos dentro de la institución. Antes de implementar la firma electrónica, el proceso de obtener firmas físicas en documentos implicaba una considerable cantidad de tiempo y recursos.

Metodología que ayudo a solucionar el problema

Inicialmente se abordó la solución del problema realizando una investigación exhaustiva sobre diversas opciones de firma electrónica disponibles en el mercado. Esta investigación incluyó la evaluación de casos de éxito en otras instituciones, revisión de referencias y análisis de las ventajas y

desventajas de cada opción. Finalmente, la elección de Adobe Acrobat Sign como solución de firma electrónica se basó en su reputación en el mercado, su facilidad de uso y su integración con los sistemas existentes en la Institución[46].

Tecnologías integradas

Desde el punto de vista tecnológico, la Universidad se decidió por Adobe Acrobat Sign debido a su robustez, seguridad y facilidad de integración con las plataformas y sistemas existentes. Una de las ventajas particulares de esta solución es su capacidad para gestionar flujos de trabajo complejos y su compatibilidad con una amplia gama de dispositivos y plataformas. Para implementar una solución de firma electrónica en un contexto académico o de una aseguradora, es importante considerar aspectos como la seguridad de los datos, la interoperabilidad con sistemas existentes, la facilidad de uso para los usuarios finales y el cumplimiento de regulaciones y estándares de seguridad[46].

Lecciones aprendidas y beneficios

La implementación de esta solución de firma electrónica le ha dejado varias lecciones aprendidas a la Universidad. Entre las ventajas, se puede mencionar la reducción significativa del tiempo necesario para obtener firmas en documentos, la simplificación de los procesos administrativos y la reducción del uso de papel y otros insumos. Sin embargo, también se han identificado desafíos, como la necesidad de capacitar adecuadamente a los usuarios en el uso de la herramienta y garantizar la seguridad de los datos durante el proceso de firma electrónica. La implementación requirió horas significativas de planificación y configuración, pero los beneficios a largo plazo han superado con creces esta inversión inicial de tiempo.[46]

Por otra parte, esta implementación ha traído diversos beneficios a la Institución, incluida una mayor eficiencia en los procesos administrativos, una reducción en los costos asociados con la gestión de documentos en papel y una mejora en la experiencia del usuario. Aunque no se dispone de estadísticas precisas, se ha observado una notable aceleración en la velocidad de los procesos que requieren firma, lo que ha permitido una respues-

ta más rápida a las necesidades de la comunidad universitaria[46].

B. Positiva Compañía de Seguros

Problema

Afirma Mauricio Galindo[47] que la compañía requería automatizar el proceso correspondiente al diligenciamiento, verificación y aprobación del formulario de vinculación de clientes; este proceso era manual y se realizaba sobre formularios impresos, lo cual requería el desplazamiento del cliente y la validación del documento físico por varias áreas.

Metodología que ayudo a solucionar el problema

Se realizó un análisis de costos y tiempos del proceso manual que tenía la compañía. Este análisis evidenció que los costos directos e indirectos asociados al diligenciamiento manual del formulario generaban reprocesos y en ocasiones baja calidad de los datos que eran registrados, así como un incremento de tiempos en la vinculación de clientes. Se evaluaron varias alternativas de solución a este proceso y al final se decidió que la firma electrónica sería la mejor alternativa[47].

Tecnologías integradas

Al evaluar varias alternativas se decidió adoptar Adobe Acrobat Sign teniendo en cuenta que incluye una API muy completa que permite la integración sencilla con sistemas de información y es aplicable al caso de negocio de vinculación de clientes y otros procesos que se quisieran trabajar más adelante en la compañía. Para elegir este tipo de herramientas es clave tener en cuenta la facilidad de uso para usuarios finales, capacidades y facilidades de integración y el respaldo que brinda un fabricante como Adobe[47].

Lecciones aprendidas y beneficios

Es importante tener un acompañamiento de parte de expertos en el uso de este tipo de soluciones para optimizar los tiempos de implementación de las soluciones. Así mismo la herramienta brinda una buena cantidad de documentación y ejemplos que facilita la adopción[47].

Como beneficios palpables están la optimización de los tiempos de vinculación pasando de un promedio de 2 semanas del proceso manual a 2 días en el proceso digital. La implementación fue oportuna teniendo en cuenta que coincidió con la pandemia de tal manera que facilitó la continuidad de las operaciones al tener la posibilidad de llevar los procesos de manera digital[47].

C. Universidad ICESI

Problema

Desde el 2018 la universidad Icesi adoptó una política de cero papeles, logrando una significativa disminución en el consumo de este; la Pandemia trajo muchos retos, entre ellos algunos legales y logísticos para realizar la firma de documentos institucionales, tales como contratos comerciales y laborales que tuvieran validez jurídica. En este proceso se buscaba digitalizar los procesos principales de la universidad, migrando la firma de documentos física a firma electrónica que permitiera la seguridad y trazabilidad de los documentos cumpliendo con todos los requisitos jurídicos[48].

Metodología que ayudo a solucionar el problema

El principal reto de la universidad era lograr transformar digitalmente este proceso de firma de contratos comerciales y laborales teniendo en cuenta la normatividad colombiana y la seguridad de la información, además de optimizar los tiempos de entrega ya que por ser un proceso físico los tiempos dependían de las compañías de mensajería, y la universidad maneja contratos y convenios no solo a nivel nacional sino también nivel internacional[48].

La Universidad exploró alternativas de herramientas que ofrecieran firmas electrónicas; para ello se conformó un comité evaluador, con personas expertas en temas de gestión documental, datos personales, legales y seguridad de la información. El comité determinó que Adobe cumplía con todos estos requerimientos[48].

Tecnologías integradas

Gracias a las funcionalidades de Adobe Document Cloud se desarrolló una solución para

agregar valor al proceso de contratación y firma de acuerdos que hace la Universidad con los diferentes actores; para la recolección de firmas de contratos de forma masiva se implementó la herramienta Adobe Acrobat Sign con el fin de que a cada firmante le llegara el documento con los datos personalizados al email y pudiera firmar desde cualquier lugar o dispositivo cumpliendo con todos los criterios legales[48].

Durante el proceso se identificó la necesidad, de que otros usuarios como el Rector, área jurídica, entre otros, intervinieran dentro de la firma y aprobación masiva de estos documentos en un orden lógico destinando varios roles y firmantes, esto se logró a través de Gigasign, centralizando la trazabilidad y estado de los documentos en el área de gestión humana donde hacen seguimiento en tiempo real a la firma de los diferentes contratos o acuerdos; adicionalmente, para la gestión de acuerdos, convenios y demás documentos manejados desde el área de gestión documental se realizó mediante Adobe Acrobat Pro[48].

Lecciones aprendidas y beneficios

En[48] se observa que con la implementación de Adobe Document Cloud se obtuvieron 4 grandes beneficios:

- Centralización de firmas para temas de contratos laborales donde se centralizó desde la oficina de gestión humana con Adobe Acrobat Sign y los demás documentos como acuerdos, convenios, becas se centraliza desde gestión documental con Adobe Acrobat Pro.
- Digitalización de los procesos principales de la universidad, migrando la firma de documentos física a firma electrónica.
- Generación de reportes logrando tener mayor control del tipo y cantidad de documentos firmados.
- Consolidación de la estrategia cero papeles donde Adobe Document Cloud jugó un papel importante, en la disminución del consumo de papel y de impresiones dentro de la universidad.

VIII. PRUEBA DE CONCEPTO

Este apartado estará enfocado en el desarrollo de una prueba de concepto a partir de la descripción de un proceso de firma tradicional a un documento requerido por el centro de investigaciones de la Corporación Universitaria Republicana para la instalación de un semillero de investigación, así como la sugerencia y aporte para la mejora del pro-

ceso al implementar un flujo que contemple firmar electrónicamente el documento en cuestión.

A. Proceso actual para la firma del “Acta de instalación de semillero de investigación”

En la Ilustración 1 se evidencia el proceso actual de “solicitud de acta de instalación de semillero de investigación”.

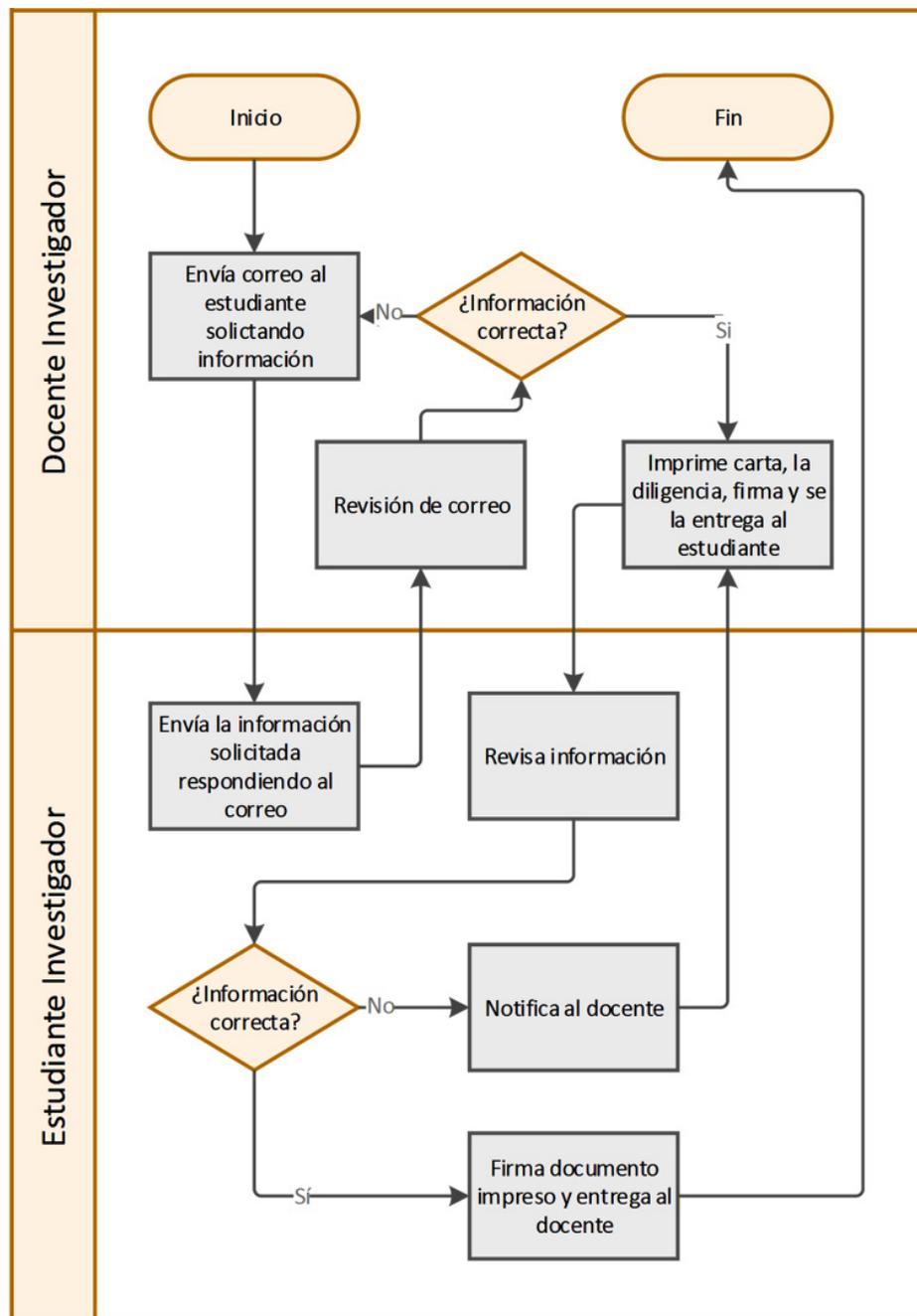


Ilustración 1. Flujo Actual de Solicitud de Acta de Instalación de Semillero de Investigación.

Como se observa en el flujo, el tutor líder del semillero solicita al estudiante investigador sus datos personales y contacto por medios electrónicos (correo electrónico, plataformas institucionales) o presencialmente; dicha solicitud se realiza para el diligenciamiento del acta. Luego de esto, el acta se imprime y de acuerdo con el tiempo del (o los) estudiante(s) y tutor se llevará a cabo una pequeña reunión presencial donde se verifica alguna novedad sobre los datos tanto del alumno como del proyecto, posteriormente se procederá a fir-

mar el acta de manera física, debido a que este proceso es necesario para iniciar la inscripción en el semillero de investigación.

B. Proceso sugerido para la firma electrónica del “Acta de instalación de semillero de investigación”

En la Ilustración 2 se evidencia el proceso sugerido para la solicitud de acta de instalación de semillero de investigación.

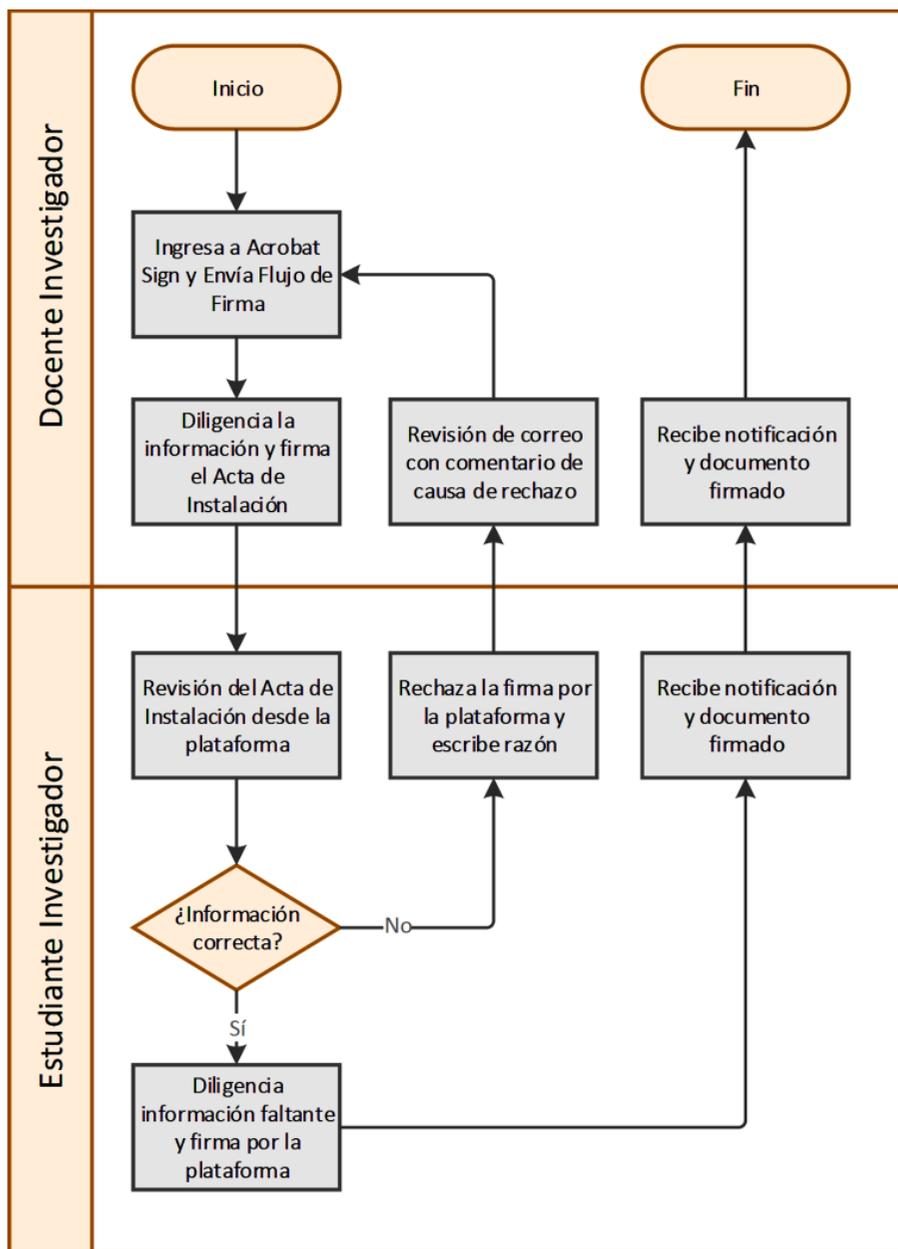


Ilustración 2. Flujo Sugerido de Solicitud de Acta de Instalación de Semillero de Investiga-

En este flujo, el tutor líder del semillero por medio de la plataforma de Adobe Acrobat Sign, procede a reenviar una plantilla reutilizable previamente diligenciada, la cual será enviada por correo electrónico al estudiante, en la cual previamente revisará los datos disponibles y firmará su acta de instalación. Posteriormente, el estudiante investigador recibirá el correo electrónico y completará los datos faltantes, firmando el acta de instalación para asegurar la precisión de la información. De esta forma, se completará el proceso y ambas partes recibirán su documento debidamente firmado con el historial de seguridad del proceso, generando así la inscripción en el semillero de investigación.

C. Documentación audiovisual de la prueba de concepto

Prerrequisitos para el uso de Adobe Acrobat Sign

Adobe Acrobat Sign se puede utilizar de 3 maneras:

- Adquiriendo la solución de Acrobat Sign por un número inicial de transacciones cuya vigencia será de 1 año contado a partir de su compra mediante un Canal Autorizado de Adobe[49].
- Por medio de una versión de prueba de 30 días[50].
- Mediante una cuenta gratuita de desarrollador de Acrobat Sign que no tiene límite de transacciones, solamente los documentos enviados por esta plataforma quedarán con una marca de agua[51].

Para la versión de prueba se debe crear una cuenta o Adobe ID en Adobe.com[52]. Esta cuenta puede ser creada con un correo personal o corporativo. En el caso de la cuenta gratuita de desarrollador es necesario generarla con un correo corporativo o institucional.

Después de tener la cuenta es necesario ingresar al correo recibido de Adobe para activar la consola de Acrobat Sign. Esta consola permitirá realizar los envíos y solicitudes para firma, crear y utilizar las plantillas necesarias, así como crear los flujos de envío de firma. Es importante tener en

cuenta los permisos que se deben asignar a las plantillas y a los flujos para que puedan ser utilizados por los usuarios. Tenga en cuenta que las plantillas y los flujos pueden tener permisos por grupos o por organización. Las instrucciones detalladas se encuentran en el sitio de Guía introductoria de Adobe Acrobat Sign[53].

Creación de plantillas en Adobe Acrobat Sign

En[54] se puede encontrar el video donde se evidencia cómo crear una plantilla reutilizable en Adobe Acrobat Sign, un documento que puede ser reutilizado en su totalidad para la solicitud de firmas electrónicas o que también permite usar los campos para agilizar el proceso.

Creación de flujos en Adobe Acrobat Sign

En[55] se encuentra el video acerca de la creación de flujos dentro de Acrobat Sign, una manera de automatizar las tareas para el envío de solicitudes de firma, ya que permite establecer los diferentes participantes con sus roles y preestablecer los documentos a enviar, así como también otra serie de parámetros.

Uso del flujo en Adobe Acrobat Sign

En[56] se puede consultar el video donde se muestra la facilidad para utilizar un flujo de firma creado en Adobe Acrobat Sign y las diferentes bondades que tiene para los participantes, ofreciendo la posibilidad al firmante de dibujar su firma, subir una imagen de la misma o el envío a su móvil para facilitar la firma. Al final todos los participantes son informados del resultado del proceso y reciben una copia del documento firmado y protegido.

Prueba de concepto aplicada

Con el objetivo de demostrar las ventajas de una solución de firma electrónica con Adobe Acrobat Sign se organizó una prueba de concepto basada en un proceso interno actual de la Corporación Universitaria Republicana. Para esto el 11 de julio de 2024, a las 15:00 horas, se llevó a cabo una reunión, haciendo uso de la plataforma electrónica Microsoft Teams, facilitada por la Corporación Universitaria Republicana, donde se unieron expertos y miembros del grupo de investigación

GIDIS, para validar la prueba de concepto, en la reunión se logró mostrar a los participantes de la reunión los flujos necesarios para optimizar la firma del acta de instalación de semilleros de investigación, por medio de la firma electrónica, un paso fundamental hacia la innovación y el desarrollo sostenible. Esta sesión fue grabada y su enlace se encuentra disponible al público[57].

IX. CONCLUSIONES

Hablando desde sus humildes comienzos en las paredes de las cuevas prehistóricas hasta la evolución en la firma electrónica en la era digital, la firma ha sido un pilar fundamental en la validación y registro de acuerdos y transacciones. A lo largo de los siglos, hemos pasado de jeroglíficos egipcios y sellos romanos a leyes y regulaciones internacionales que respaldan la validez de las firmas electrónicas.

En la actualidad, las firmas electrónicas ofrecen ventajas significativas, como la optimización de recursos, la integración con los sistemas digitales y la aceleración de procesos. Sin embargo, también enfrenta desafíos, como preocupaciones de seguridad y costos asociados. En conclusión, las firmas electrónicas representan un paso crucial hacia la digitalización y la eficiencia en el mundo moderno. Con la educación adecuada, regulaciones claras y tecnologías confiables, se podría aprovechar al máximo su potencial con el fin de facilitar transacciones seguras y eficientes en línea.

Actualmente, la tecnología ha permitido que soluciones como la firma electrónica estén al alcance de empresas y particulares en todo el mundo, para generar procesos más eficientes, seguros y sostenibles. En Colombia, tanto entidades privadas como públicas que prestan sus servicios en actividades académicas, financieras, industriales, etc., han aprovechado estas tecnologías para innovar y optimizar sus operaciones, destacando la importancia de las soluciones de pago más relevantes en el mercado.

La clave del éxito en la implementación de estas herramientas radica en una cuidadosa evaluación de las diferentes opciones que ofrece el mercado, capacitación adecuada y una integración acertada con los sistemas existentes, lo que ha lle-

vado a mejoras significativas en eficiencia, reducción de costos y satisfacción del cliente final.

Finalmente, en la presentación de la Prueba de Concepto se obtuvo una retroalimentación bastante positiva, destacando la funcionalidad y los beneficios que puede tener una solución de firma electrónica como Adobe Acrobat Sign para la institución en diferentes procesos, no sólo por su facilidad de uso e implementación sino también por sus ventajas para la gestión de documentos; así mismo resaltaron la importancia de la aplicación de este tipo de soluciones para futuros ingenieros que participen en el semillero de investigación.

REFERENCIAS

- [1] A. Gutiérrez Gutiérrez, «Dossier III: Evolución histórica de la firma,» de *Quadernos de Criminología: Revista de Criminología y Ciencias Forenses*, vol. 28, Valladolid, Sociedad Española de Criminología y Ciencias Forenses, 2015, pp. 38-43.
- [2] O. A. Martínez Peñate, J. Á. Villeda Castillo, I. E. Cartagena Jiménez, D. A. García de Hernández y R. S. Batres Martínez, «Academia,» https://www.academia.edu/download/60510308/Firma_Electronica20190906-122132-15mju43.pdf.
- [3] J. F. R. Ayuso, *Ámbito contractual de la firma electrónica*, España: J.M. Bosch Editor, 2018.
- [4] B. R. H., *Implementación de un Protocolo de Intercambio de Claves Diffie-Hellman empleando Anillos No Conmutativos*, Buenos Aires: Facultades de Ciencias Económicas, Ciencias Exactas y Naturales e Ingeniería Tesis, 2013.
- [5] M. E. Rocha Vargas, R. J. Castillo y D. E. Bollo, *Criptografía y Firma Electrónica/Digital en el Aula*, Catamarca, Argentina: Facultad de Ciencias Económicas-Universidad Nacional de Catamarca Tesis, 2014.
- [6] L. I. Enciso, «Universidad Nacional Autónoma de México,» <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/369/08leonizquierdo.pdf>.
- [7] A. Gutiérrez Gutiérrez, «Evolución histórica de la firma,» de *Dossier III*, España, Universidad de la Rioja, 2015, pp. 38-43.
- [8] D. C. Vargas Hurtado, «Universidad de La Salle - Sistemas de Información, Bibliotecología y Archivística,» 2016. https://ciencia.lasalle.edu.co/sistemas_informacion_documentacion/85/. [Último acceso: 01 07 2023].

- [9] I. S. Ayestarán, «La firma digital: una tecnología para la intercomunicación en la sociedad-red,» *Revista Española de Documentación Científica*, vol. I, p. 52, 200.
- [10] E. Monforte, «Futuro Digital,» 2020. <https://www.camerfirma.com/funcion-hash-que-es-y-como-se-usa-en-la-firma-electronica/>.
- [11] L. A. B. Zúñiga, «Evolución de la firma autógrafa a la Firma Electrónica Avanzada,» *Revista Digital Universitaria*, vol. 12, n° 3, p. 9, 2011.
- [12] J. d. Estado, «Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.» *BOE legislación consolidada*, 2003.
- [13] A. M. Murillo, «Reconocimiento transfronterizo de la Firma» *Universidad Pablo de Olavide*, 2015.
- [14] A. Federal, «Electronic Signatures in Global and National Commerce Act» “Federal Regulatory Agency”, June 30, 2000.
- [15] C. Nacional, «Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos» *Asamblea Nacional*, 2002.
- [16] S. d. A. Jurídicos, «Decreto N° 10.543, del 13 de Noviembre de 2020» *Secretaría General*, 13 de noviembre de 2020.
- [17] L. F. Muñoz-Caro, «Del derecho electrónico en Colombia: interpretación normativa, producción y valoración probatoria de la firma digital y/o electrónica» 2016. [<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstreams/6b29a05a-120a-42f9-8ba6-9324b755c61c/download>].
- [18] G. D. Flórez, «La validez jurídica de los documentos electrónicos en Colombia a partir de sus evolución legislativa y jurisprudencial» *Verbairuris*, n° 31, pp. 43-71, 2014.
- [19] J. C. Sotelo Cárdenas «La firma electrónica y la seguridad digital en los certificados de vigencia» *Universidad Cesar Vallejo*, vol. 1, p. 62, 30 de Diciembre del 2022.
- [20] O. A. Betancur Betancur, «Repositorio Institucional Universidad de Antioquia» 2023. <https://hdl.handle.net/10495/35233>.
- [21] O. E. Becerra Amaya, «Repositorio Institucional» 2014. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/2580>.
- [22] L. I. Gómez Zea, M. M. Grajales Grajales y D. A. Castrillón Gutiérrez, «Repositorio Digital Institucional | Universidad CES» 2023. <https://hdl.handle.net/10946/7341>.
- [23] J. A. Escobar Useche, «Repositorio Institucional Universidad de Antioquia» 2021. <https://hdl.handle.net/10495/23035>.
- [24] M. A. De la Cruz Jácome, «Repositorio Digital Universidad De Las Américas» 2018. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10184>.
- [25] Adobe, «Acrobat Standard y Acrobat Pro» Adobe, <https://www.adobe.com/co/sign/pricing/plans.html>
- [26] D. Coca de Pablo, «La cultura Open Source en las empresas» 2019. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/17472>.
- [27] V. Bravo Bravo y A. Araujo Brett, «SAFET: sistema para la generación de aplicaciones de firma electrónica» 2012. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7865>.
- [28] V. Bravo Bravo, A. Araujo Brett y P. Buitrago, «SAFET Sistema Automatizado para la Firma Electrónica y Estampado del Tiempo» 2013. <https://seguridad.cenditel.gob.ve/safet>.
- [29] C. Aguilera y M. R. Romagnano, «Aplicación de una estrategia y de técnicas de inteligencia y analítica de negocio a los sistemas de información del Ministerio de Salud de la provincia de San Juan» 2022. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/143297>.
- [30] Gartner, Inc., «Best Electronic Signature Software Reviews 2023 | Gartner Peer Insights» Gartner Reseach, 2023. <https://www.gartner.com/reviews/market/electronic-signature>.
- [31] Adobe, Inc., «¿Qué son las firmas o los certificados digitales? | Acrobat Sign (adobe.com)» 2023. <https://www.adobe.com/es/sign/digital-signatures.html>.
- [32] Adobe, Inc., «Firma electrónica de documentos online, soluciones de firma electrónica seguras | Acrobat Sign (adobe.com)» 2023. <https://www.adobe.com/co/sign.html>.
- [33] J. A. Escobar Useche, «Estudio documental sobre las firmas electrónicas en los documentos para archivo a partir de la expedición del decreto 2364 de 2012 en Colombia» 2021. <https://hdl.handle.net/10495/23035>.
- [34] DocuSign, Inc., «Firma electrónica: Firma electrónica rápida y fácil | DocuSign» 2023. <https://www.docusign.mx/productos/firma-electronica>.
- [35] «airSlate» 2023. <https://www.signnow.com/es>.
- [36] Y. Y. Candia Achahui, «Integración de la firma electrónica en la orden de maniobra para el proceso de autorización de cortes de energía eléctrica de la empresa Electrosur S.A. Tacna - 2016 (unjbg.edu.pe)» 2017. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2495>.
- [37] K. M. Muñoz Hoyos, F. d. J. Montoya Muñoz y J. G. Giraldo Gómez, «El reconocimiento de la

- contratación electrónica: comparativo entre la legislación colombiana y la española» <http://hdl.handle.net/10823/2141>.
- [38] Adobe, Inc., «Contratos online, firma de contratos online | Acrobat Sign (adobe.com)» 2023. <https://www.adobe.com/co/sign/online-contracts.html>.
- [39] DocuSign, Inc., «Software de gestión del ciclo de vida de los contratos | DocuSign CLM» 2023. <https://www.docusign.com/es-mx/productos/clm>.
- [40] Adobe, Inc., «Creador de formularios | Formularios sitio web | Creación de formularios online | Adobe» 2023. <https://www.adobe.com/co/sign/features/web-forms.html>.
- [41] DocuSign, Inc., «Cree formularios rellenables basados en web y aptos para dispositivos móviles | DocuSign» 2023. <https://www.docusign.com/es-es/productos/web-forms>.
- [42] D. W. E. i. c. e. o. t. t. w. eSignature, «DocuSign» Ducati West Europe, 2023. <https://www.docusign.com/customer-stories/ducati-west-europe-improves-customer-experience-on-the-track-with-esignature>.
- [43] M. H. m. l. e. d. p. c. DocuSign, «DocuSign, Inc. 2023» Mimit, 2020. <https://www.docusign.com/customer-stories/mimit-health-improves-patient-experience-with-docusign>.
- [44] Á. A. F. Moreno, «business adobe» ADOBE EXPERIENCE CLOUD PARA EMPRESAS. <https://business.adobe.com/co/customer-success-stories/compensar-case-study.html>.
- [45] N. Ridderstaat, «signeasy» Aruba Bank, <https://signeasy.com/case-study/aruba-bank>.
- [46] J. A. Figueroa Castro, Interviewee, Coordinador de Centro de Servicios de la Universidad Piloto de Colombia.[Entrevista]. 2024.
- [47] M. G. Galindo, Interviewee, Gerente de Tecnología Compañía de Seguros de Vida Aurora.[Entrevista]. 2024.
- [48] Adobe, Inc., «Transformación digital con Document Cloud Universidad ICESI (adobe.com)» 2022.[En línea]. <https://business.adobe.com/co/customer-success-stories/icesi-case-study.html>.
- [49] I. Adobe, «Adobe Partner Connectio Portal»[En línea]. <https://adobe.my.salesforce-sites.com/PartnerSearch?lang=en>.
- [50] I. Adobe, «Try Acrobat Sign for 30 days, free!» https://commerce.adobe.com/business-trial/sign-up?items%5B0%5D%5Bid%5D=E233CF2CB8FE08A5A48334BB5B997B42&cli=adobe_com_cct&co=US&lang=en&sid=77e4ae99-6c2f-4c9c-88e5-0a4b52ba191a.
- [51] I. Adobe, «Get a free Developer Edition of Acrobat Sign» <https://www.adobe.com/sign/developer-form.html>
- [52] Adobe, Inc., «Adobe ID» 2024. https://auth.services.adobe.com/es_ES/index.html?callback=https%3A%2F%2Ffims-na1.adobelogin.com%2Ffims%2Fadobeid%2Fhomepage_milo%2FadobeID%2Ftoken%3Fredirect_uri%3Dhttps%253A%252F%252Fwww.adobe.com%252Fhome%253FacomLocale%253Dco%2523old_hash%253D%2526from_i.
- [53] Adobe, Inc., «Guía introductoria de Adobe Acrobat Sign,» 2024. <https://helpx.adobe.com/co/sign/using/get-started-guide.html>.
- [54] K. Y. Rojas Meneses y L. Salamanca Polanco, «YouTube - Proyecto Firma Electrónica - Creación de Plantillas en Acrobat Sign,» [Último acceso: 26 05 2024].
- [55] K. Y. Rojas Meneses y L. Salamanca Polanco, «YouTube - Proyecto Firma Electrónica - Creación de Flujos en Acrobat Sign,» 05 05 2024.[En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=LOXcq4CSwr0>. [Último acceso: 26 05 2024].
- [56] K. Y. Rojas Meneses y L. Salamanca Polanco, «YouTube - Proyecto Firma Electrónica - Uso del Flujo en Acrobat Sign» <https://youtu.be/kJxs6DW3NEw?si=bv0iJnLgkbtYIFIN>
- [57] K. Y. Rojas Meneses y L. Salamanca Polanco, «YouTube - PFE Prueba de Concepto» https://www.youtube.com/watch?v=dk_FHXue_Dw.

