RECAI

RECAI Revista de Estudios
en Contaduría, Administración e Informática

ISSN: 2007-5278

Universidad Autónoma
del Estado de México

https://recai.uaemex.mx

Publicación: cuatrimestral

Mayo / agosto 2024

Año: 13 No: 37

Aplicación de la firma digital en una institución de educación superior

Application of digital signatures in a higher education institution

Autores:

Juan de Dios Ortega Gamez
Universidad Autónoma de Tamaulipas
ORCID: 0000-0002-6605-7064

*Juan Carlos de la Cruz Maldonado**
Universidad Autónoma de Tamaulipas
ORCID: 0000-0002-6605-7064

Demian Ábrego Almazán
Universidad Autónoma de Tamaulipas
ORCID: 0000-0003-0147-8834

Fecha recepción:
12 de noviembre de 2023.

Fecha aceptación:
12 de abril de 2024

Fecha publicación:
1 de mayo de 2024

Páginas: 15 – 28

* Autor de correspondencia:
delacruzm@docentes.uat.edu.mx

Resumen

La implementación de soluciones basadas en tecnologías de la información (TI) en las instituciones de educación superior (IES) ha ido en aumento en los últimos años, su relevancia radica en la eficiencia de procesos, a fin de que sus esfuerzos se centren en su principal objetivo que es educar con calidad. Entre las actividades más recurrentes se encuentran la generación de constancias académicas. Sin embargo, el uso de papel, tinta, y recursos humanos hace necesario sistematizar dicho proceso. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo el objetivo de desarrollar un sistema que genere constancias utilizando firmas digitales para dar validez al documento. El método aplicado fue de tipo cualitativo mediante entrevistas a personal clave. Se concluyó que, el uso de este sistema mejora los procesos de generación de constancias por parte de los departamentos de la IES que las emiten, brindando mejoras de tiempo y recurso material, pero a la vez brindar mecanismos seguros de autenticidad, integridad, confidencialidad y no repudio de los documentos generados.

Palabras clave: Sistemas de información, e-firma, Constancias digitales.

Abstract

The implementation of solutions based on information technology (IT) in higher education institutions (HEI) has been increasingly important in recent years, its relevance lies in the efficiency of its processes, so that their efforts are focused on their main objective, which is to educate with quality. Among the most recurrent tasks is the generation of academic certificates. However, the use of paper, ink, and human resources makes it necessary to systematize this process. Therefore, the present study had the objective of developing a system that generates certificates using digital signatures to validate the documents. The method applied was qualitative through interviews with key personnel. It was concluded that the use of this system improves the processes of certificate generation by the departments of the HEI that issues them, providing improvements in time and material resources, but at the same time providing secure mechanisms of authenticity, integrity, confidentiality and non-repudiation of the documents generated.

Keywords: Information systems, e-signature, academic certificates.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional – https://creativecommons.org/licence/by-nc/4.0

1. Introducción

Hoy en día, las computadoras se han vuelto esenciales para las organizaciones, ya que les permite procesar información, interconectarse mediante redes, registrar operaciones del negocio, analizar y presentar datos. Estas grandes cantidades de información hacen necesario contar con sistemas de información (SI), los cuales juegan un papel fundamental ante los requerimientos actuales basados en economías enfocadas en el conocimiento, esto hace que las organizaciones inviertan mayores presupuestos en tecnologías de la información (TI), destacando por ejemplo que para 2025, el mercado mundial de TI alcance inversiones cerca de los $11,866,34 mil millones de dólares (Research y Markets, 2023).

Dado que las organizaciones difieren en su forma, constitución y sobre todo en el modelo de negocio, los SI también se constituyen en diferentes tipos, desde aquellos que apoyan las rutinas diarias de la organización, hasta aquellos que apoyan las decisiones de la alta dirección. Laudon y Laudon (2004) clasifica los SI en cuatro niveles: operativos, de conocimiento, administrativos y de toma de decisiones. Es decir, se puede inferir que los SI están inmersos en todas las operaciones de la organización, desde las transacciones operativas hasta el apoyo a la alta dirección.

Por lo tanto, los SI permiten migrar los procesos administrativos de físicos a digitales, lo que conduce a una optimización y fortalecimiento de la organización interna (Hamidian y Ospino, 2015); es por ello, que existe el reto de identificar las oportunidades de mejora, donde se pueda implementar TI para el apoyo o innovación de las actividades diarias de la organización (Pérez, 2005). Por tanto, los SI son de alta relevancia para funcionamiento, y mejora de las actividades organizacionales.

Entre las organizaciones con necesidades de optimizar sus procesos se encuentran las instituciones de educación superior (IES) (Ponce, 2021), pese a que su concepción y finalidad no sea la rentabilidad financiera; sus presupuestos, operación y concepción en el contexto global, hace necesario que se vuelva más eficiente en sus actividades, a fin de que sus esfuerzos se centren en su principal objetivo que es educar con calidad.

Entre las actividades más recurrentes de las IES se encuentra la generación y entrega de documentos conocidos como constancias, que son expedidos por los departamentos y áreas escolares, donde se acrediten desde la relación de estudiante con la IES, las materias acreditadas, la trayectoria escolar, entre otras. Dicha tarea, se puede identificar dentro de los procesos transaccionales, es decir son actividades rutinarias en la IES, por lo que implementar un sistema de procesamiento transaccional puede conllevar a un ahorro de tiempo, dinero y esfuerzo debido a que se computarizan las operaciones diarias de la organización.

No obstante, uno de los retos de los SI transaccionales orientados a la digitalización de documentación, es la problemática del dar certeza jurídica a dicho documento digital (Secretaría de Economía, 2016). Esto, se vuelve aún más importante para la generación de una constancia, ya que regularmente el uso de esta es para trámites gubernamentales y privados, donde debe existir la certeza que el documento presentado es

válido y fue emitido por la IES, y esto conlleva a que con estas soluciones puede tener la impresión y firma del documento de manera autógrafa, Por ello, surge la necesidad de buscar soluciones más tecnológicas, entre las que destacan las firmas digitales, puesto que su integración a los procesos de generación de documentos oficiales hace que un SI de tipo transaccional tradicional entre a la nueva era digital, es decir, un sistema que se encuentra a la vanguardia en cuanto a tecnología se refiere.

Por lo tanto, el uso de la firma electrónica en este tipo de SI enfocados a transacciones hace más sencilla la actividad que se desea realizar, así también le brinda un factor extra de seguridad a los documentos que se manejen con la firma electrónica, ya que se vuelve inalterable el documento generado con ella (SAT, 2021), con esto se obtiene un sistema que es capaz de emitir documentos con seguridad avanzada y de vanguardia. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo el exponer el desarrollo de un sistema de información que reduzca el tiempo de generación y gestión de constancias digitales con validez oficial en una IES, siendo con ello también respetuosos del medio ambiente y dando apoyo a la economía del estudiante, ganando tiempo y esfuerzo, pero ahorrando en costos de operación al permitir el uso de las TI para mejorar este tipo de procesos en instituciones públicas de educación superior.

2. Revisión de la literatura

En la década de los 70 del siglo pasado, tuvo origen la firma electrónica. Específicamente, Serrano (2022) comenta que en 1976 Diffie y Hellman[1] fueron fundadores de la criptografía, así como también fueron los que establecieron a la firma electrónica a modo de grupo de datos, los cuales estaban vinculados con un mensaje, de forma que permite corroborar la identificación de la persona quien lo firma, así también la seguridad de este; para posteriormente en el año de 1979 los investigadores Rivest, Shamir y Adleman, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés), lo estructuraran a través de un algoritmo de clave publica denominado RSA, para final mente en 1991 se creara el algoritmo DSA (Digital Signature Algorithm), el cual se adjudicó como el estándar estadounidense para firmas digitales.

Por otra parte, en cuanto a su definición la Real Academia Española (RAE, 2022), expone que es cuando el nombre y apellidos dados por una persona están escritos con su propia mano en un documento, acompañado o no por una rubrica, con el fin de dar legitimidad y validar la conformidad del contenido. La firma autógrafa, fue por mucho tiempo el mecanismo más utilizado para dar legalidad a contratos, acuerdos, convenios y todo tipo de documento. Empero, dadas las grandes cantidades de documentación digital condujo a la evolución de la firma autógrafa a la firma digital. Por su parte Zayas (2022) define a la firma electrónica, como un conjunto de datos electrónicos que permiten reconocer a una persona en específico como el auténtico autor. La tabla 1 amplia las definiciones de la firma digital.

[1] Diffie y Hellman en 1976 presentan un trabajo innovador donde se presentó el primer algoritmo de clave pública basado en cálculo de logaritmos.

Tabla 1: Definiciones de la firma electrónica.

Autor	Definición
Bautista (2023).	La firma electrónica permite el intercambio de documentos electrónicos y los actos de comercio que realizan, que garantiza validez jurídica de los actos, demostrar el consentimiento y la voluntad de los autores respecto a sus documentos.
Morales (2016).	Establece vía mecanismos de seguridad informática, que se utilizan para comunicar y ejecutar transacciones entre servidores y/o sistemas informáticos, con el fin de permitir autenticar la identidad de quién genera el documento y presentar evidencias irrefutables, es decir, no se puede negar la emisión de la información.
Ayestaran (2001).	Las firmas digitales se utilizan en un proceso de dos partes, un método para firmar el documento, para así, hacerlo infalsificable y el segundo para validar que la firma se ha realizado por quien dice ser.
Nieva (2007).	Una firma digital es una cadena de datos desarrollada a partir de un mensaje, de manera que es imposible que el emisor niegue haber enviado el mensaje (no repudio) y quien recibe este inequívoco de quien lo envió (autenticación), así mismo estas firmas garantizan la integridad de los datos (que no fueron alteradas durante la transferencia).
Cucchiaro y Gonza (2010).	Una firma electrónica sería meramente cualquier procedimiento asentado digitalmente usado por una parte para vincularse a un documento, cumpliendo con las características de una firma manuscrita

Fuente: Elaboración a partir de los autores citados.

Para legalizar el uso de firmas electrónicas, se establecieron normas y definiciones en las leyes, normas y códigos de cada país, por ejemplo, Ley de Comercio Electrónico (2003), titulo segundo, en su numeral 89, la define como la información digital adjudicada al documento, integrada o ligada al mismo, a través de medios digitales, los cuales se usan para reconocer el emisor y su vínculo con el documento firmado, pudiendo presentarse a manera de prueba en juicio, por ejemplo, en Estados Unidos de forma específica en el estado de Utha en 1995 fue aprobada la primera ley sobre firma electrónica, la cual estaba enfocada primariamente en el comercio. Dicha ley aprobaba a manera de firma digital a aquella que estuviese encriptada y fuese generada por una autoridad certificadora autorizada. Posterior a ello, el 24 de mayo de 1999, la Directiva de la Unión Europea llevo a cabo la aprobación de un Sistema Común para Firmas Electrónicas. De esta manera, los integrantes de la comunidad europea comenzaron a conceder la firma electrónica como método legal para validar documentos digitales.

En cuanto a México, la primera vez que se refirió al uso de la firma digital fue en el año 2000, la cual generó un comienzo en cuanto a su legislación. A partir de aquel tiempo el gobierno federal en México estableció marcos de referencia para el uso legal de la firma electrónica, principalmente de los funcionarios y los empleados federales mediante su integración en las secretarías de Economía, Hacienda, Crédito Público y de la Función Pública, así como otras (Barreto, 2011). Después, en el año 2004, se instruyó la utilización de los servicios de firmado digital por parte de los contribuyentes del SAT, esto se logró después de reformas al Código Fiscal de la Federación (Izquierdo, 2011).

En lo referente a gobiernos estatales, se menciona que el estado de Guanajuato fue uno de los primeros en utilizar la firma electrónica para brindar servicios públicos, obteniendo buenos resultados por su implementación, mientras que en el 2008 el estado de México ya contaba con alrededor de 20 procesos que

utilizaban firma digital (Morales, Díaz y Domínguez, 2013). Ahora bien, en el ámbito educativo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en su búsqueda por brindar herramientas e instrumentos de calidad con la aplicación de TI, decide poner en marcha el uso de la e.firma en algunos de sus procesos durante el año 2005, siendo un éxito, ya que benefició a un total de 400,000 alumnos (Barreto, 2011).

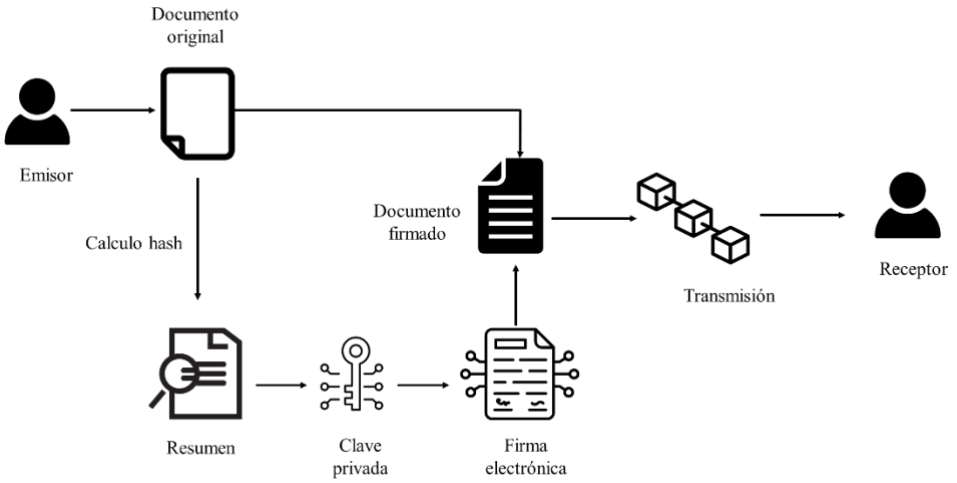
Ahora bien, para su uso se consideran dos tipos: la simple y la avanzada, así lo señala Reyes (2023). Del mismo modo, la Ley de Comercio Electrónico (2003) en los artículos 89 y 97, establecen solo la definición de la firma electrónica simple y avanzada, o fiable. En lo que respecta a la firma electrónica simple, se refiere al mecanismo de adjuntar la identificación del firmante mediante el uso de contraseñas de ambas partes (Reyes, 2023).

Mientras que la firma electrónica avanzada (e.firma), de acuerdo a la Ley de Firma Electrónica (2012) se compone primero de un certificado digital, el cual es un mensaje de datos que avala la relación entre el firmante y la clave privada, segundo, de una clave privada la cual se define como los datos que el emisor aplica a modo secreto y usa para crearla, con el propósito de conseguir un vínculo entre la firma y el emisor, y tercero, una clave publica, que es la información dentro de un certificado digital, el cual permite verificar la legitimidad de la e.firma del emisor.

Dentro de sus principales características de la e.firma esta: i) su funcionalidad (cumplir el requisito de la firma autógrafa y que corresponda únicamente al firmante), ii) la Autenticidad (posibilidad de corroborar la identidad y autenticidad del firmante), iii) su Integridad (hacer uso de medios digitales para establecer si el contenido del documento ha sido modificado), No repudio (que el emisor no puede negar la autoría del mensaje firmado) y por último su Confidencialidad (solo el autor está avalado para descifrar el contenido de un documento) (Ley de Comercio Electrónico, 2012)

Por lo tanto, el proceso de firmar un documento consta de pasos según la UAEM (2022), y mediante los cuales el usuario cuenta con un certificado que le identifica como único, básicamente se hace uso de un software aplicativo, el cual es usado para firmar electrónicamente, esta aplicación lleva a cabo un resumen del documento el cual se va a firmar, siendo único, y si se modifica conllevaría a una alteración del mismo, ya que el software usa la clave que se encuentra en el certificado para cifrarlo, a partir del documento original y la llave privada del autor, se obtiene un documento electrónico, así la firma electrónica es dicho documento resultante, en la figura 1 se muestra de manera gráfica el proceso que se realiza para firmar un documento.

Figura 1: Estructura de trabajo de la e.firma.



Fuente: Elaboración propia a partir de UAEM (2022).

En México, el Sistema de Administración Tributaria (SAT) ha sido la institución que ha realizado las mayores aportaciones a la implementación de la firma electrónica para el proceso de los trámites relacionados con el pago de impuestos, para lo cual posee mecanismos que regulan la generación, uso y validez de las e.firmas. Lo anterior, es de gran importancia porque evita que las organizaciones requieran diseñar sistemas para la generación de e.firmas; sino más bien, los esfuerzos de éstas se centren en el uso de las e.firma, por ello, ha sido definida mediante estándares internacionales, que precisan los mecanismos de uso e implementación de certificados y llaves privadas para firmar documentos digitales, que dichos mecanismos están regulados mediante leyes internacionales que se han ido adaptando en las legislaciones nacionales, entre ellas el mismo México, por lo que el uso y validez jurídica de la firma electrónica tiene sustento en México, y que dichas regulaciones permite a las IES hacer uso de estas para la digitalización y optimización de procesos.

Lo anterior permite inferir que la firma electrónica, es una manera fiable de identificar en un documento electrónico a quien lo ha elaborado, pues brinda máxima seguridad ante un intento de falsificación o alteración que se pueda producir, dándole una total veracidad de que no ha sido modificado de ninguna manera, lo que permite dar la misma validez que la firma manuscrita, además de dotarlo de otras características como el no repudio, la cual asegura que el autor no puede negar que ha elaborado un documento que contenga su firma electrónica (Estudillo, 2022).

3. Método

El tipo de enfoque implementado en la presente investigación es de tipo cualitativo, esto debido a que se analizó el proceso que se realiza en los diferentes departamentos de generación de constancias y sus necesidades, así como la observación de que es lo que se necesita cubrir en el aspecto de seguridad y validez oficial requerido para este tipo de documentos. En lo que respecta al alcance, se considera que es de tipo descriptiva, ya que, se desarrolla en la identificación de los datos de diversas fuentes como lo son los departamentos involucrados en la creación de constancias y la diferente información que estos proporcionan para su elaboración. Además, el tipo de diseño que se ejecuta es de tipo no experimental debido a que, para generar constancias, el proceso es en base a la experiencia y teniendo en cuenta el conocimiento del procedimiento para la creación de las diferentes constancias, así como los datos que se requieren.

La recolección de información se llevó a cabo mediante entrevistas (anexo 1) las cuales se realizaron a personal clave y auxiliares de la Secretaría Técnica, del departamento de titulación y del departamento de posgrado de la Facultad de Comercio y Administración Victoria, en total se tomaron 12 entrevistas, que representan el total de los involucrados en dicho proceso, por lo que no se delimito una muestra, ya que estos son los que emiten constancias académicas de forma más recurrente, y por ende son los usuarios finales de este tipo de sistemas, por lo cual, son los adecuados para proporcionar de manera efectiva la información para que la solución tecnológica tuviera éxito. La tabla 2 presenta un resumen de los diferentes tipos de constancias por área.

Tabla 2: Tipo de constancia por departamento.

Departamento	Constancias
Secretaria Técnica	Constancia de inscrito, constancia con calificaciones, Constancia de estudios
Departamento de titulación	Constancia de no adeudos, Constancia de finalización de materias
Departamento de posgrado	Constancia de no adeudos, Constancia de inscrito, Constancia de asignación de director de tesis

Fuente: Elaboración propia.

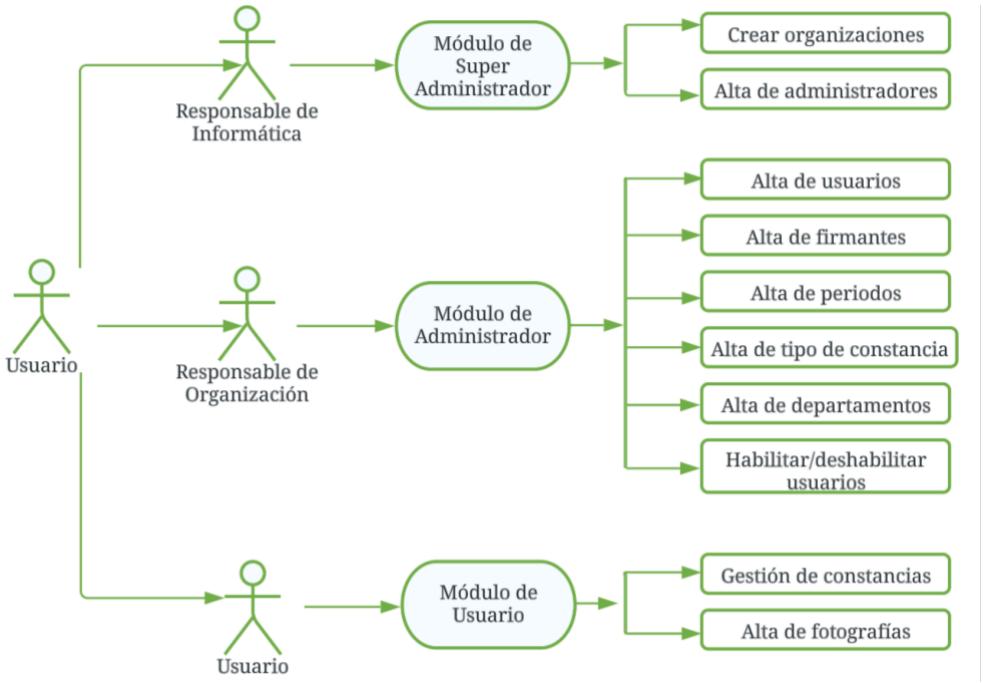
4. Resultados y discusión

El sistema de constancias se desarrolló con el objetivo de emitir constancias de forma digital para reducir la emisión de impresiones y darles una validez oficial ante dependencias que así lo soliciten, así como el envío de dichas constancias vía correo electrónico para agilizar el tiempo de entrega con el cuerpo estudiantil, el resultado es una mejora en eficiencia, se diseñó para trabajar a través de la web, con la finalidad de permitirse acceder a través de cualquier dispositivo electrónico con acceso a Internet.

A partir de la serie de entrevistas, se identificaron necesidades y requerimientos que tiene el personal de las dependencias de la IES, los cuales fueron clasificados mediante roles de usuarios (ver Figura 2), destacando la creación de una administración adecuada y adaptada a las necesidades planteadas, pues el administrador

puede gestionar todas las secciones del sistema, por ejemplo: subir o actualizar las firmas electrónicas de los responsables de departamentos, así como dar altas de departamentos como de periodos, habilitar o deshabilitar los usuarios, mientras que el usuario final, puede gestionar las constancias y dar de alta información de los estudiantes.

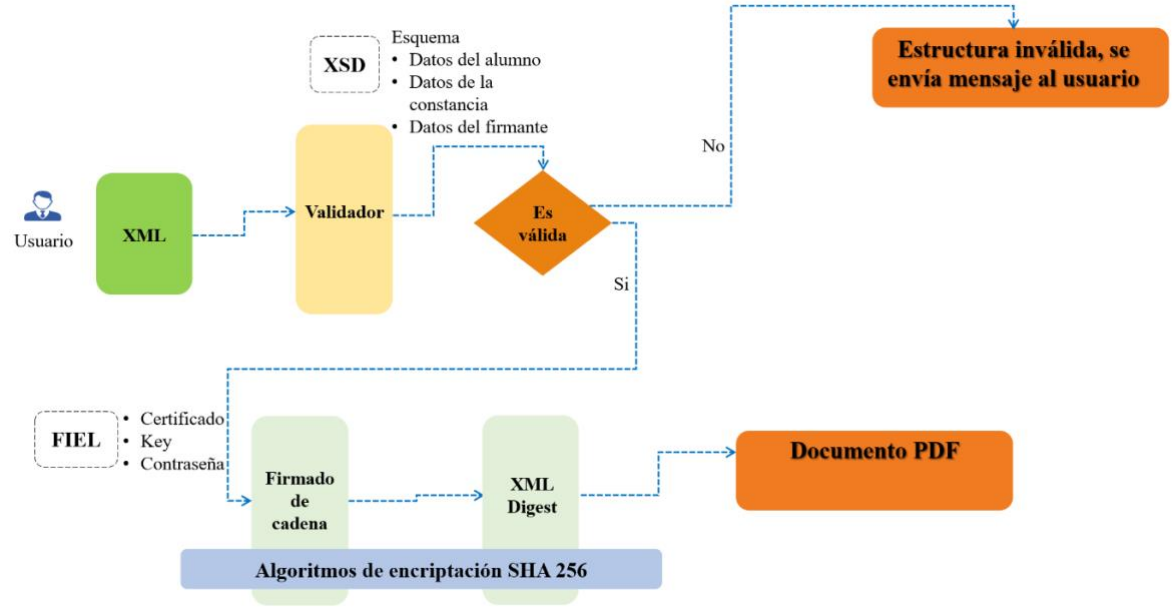
Figura 2: Roles y requerimientos.



Fuente: Elaboración propia.

Después de recabar las necesidades que se tenían, se elaboró el diseño de la característica principal del software, es decir el firmado de documentos digitales, en la figura 3, se muestra el proceso por el cual se valida una constancia, en donde una vez que es seleccionada, se construye un archivo XML, el cuál es sometido a un proceso de validación mediante un esquema (XSD).

Figura 3: Esquema XML de proceso de firmado.



Fuente: Elaboración propia.

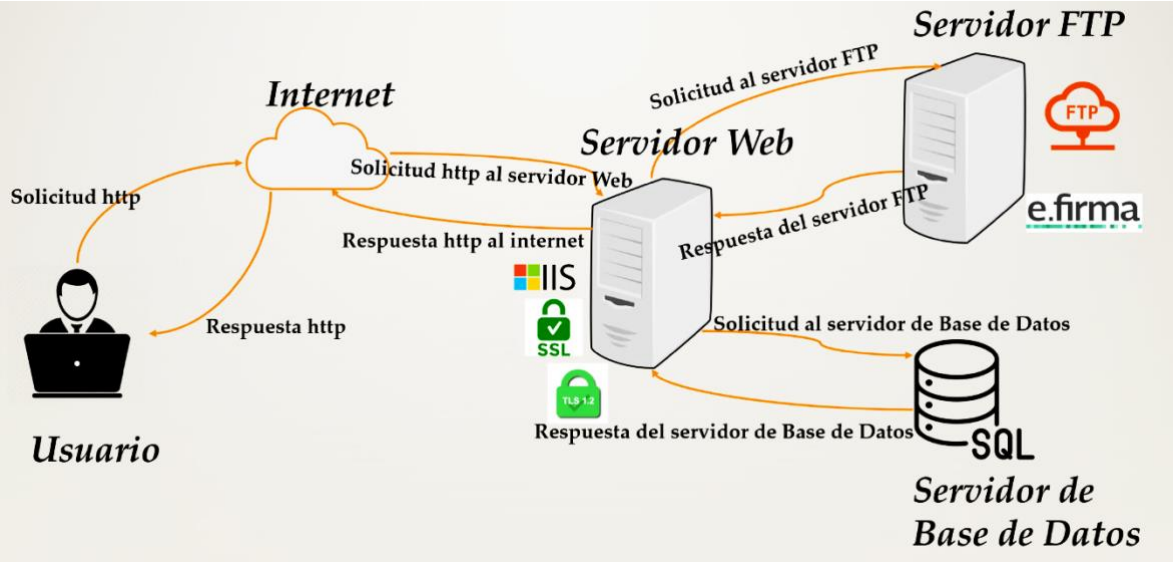
Una vez realizado lo anterior, el sistema procede a firmar la cadena original; entre los datos que destacan están el tipo de oficio, el solicitante y la fecha de firmado, por último, el sistema verifica los datos de la e.firma, es decir que coincida la key con la contraseña y que además el certificado este vigente y coincida con los datos del firmante que se encuentra en el XML validado. Si todo es correcto, se utiliza un algoritmo de cifrado público SHA 256; inmediatamente se procede a la digestación del archivo XML, utilizando el mismo algoritmo, el resultado final es un XML firmado, con el cuál se construye un comprobante de constancia en PDF.

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema de constancias, se tomó como base el modelo cliente-servidor mediante la plataforma de back end .NET haciendo uso de asp.net con formularios web. Además, el sistema fue fragmentado en tres módulos interdependientes de tareas relacionadas con el rol de usuario. Del otro lado, las tecnologías del front end que se optaron fueron HTML, CSS, JS, JQuery y la librería Bootstrap para el diseño y modelado de interfaces. Para mantener la persistencia de la información, se utilizó un servidor de base de datos de Microsoft SQL Server como se muestra en la figura 4.

Posterior al desarrollo del artefacto de software, se realizó una serie de pruebas para la confirmación de los requerimientos funcionales, así como para identificar fallas durante el proceso. Por su parte Paz (2016) menciona que las pruebas se entienden como una herramienta con la cual podemos apreciar fallas, y que estas herramientas no avalan el que no haya desperfectos ocultos dentro del software, y que el que no se hayan encontrado dichas fallas no significa que el software está plenamente limpio. Dentro de las pruebas que se realizaron se encuentran las unitarias, de integración, funcionales, de extremo a extremo y de

rendimiento. Mientras que para su implementación se utilizó un servidor con Windows Server 2012 configurado para poder desplegar páginas desarrolladas en ASP.NET, la figura 5 muestra a detalle los requerimientos del sistema.

Figura 4: Modelo Cliente-Servidor del sistema.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Requerimientos del sistema.

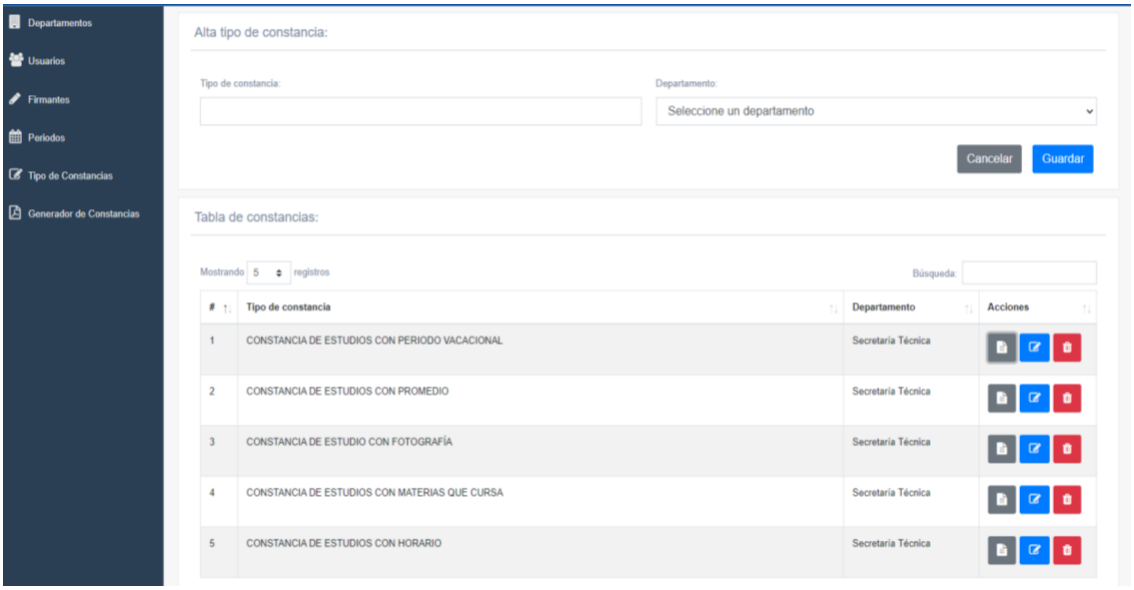


- Windows Server 2012 R2.
- SQL Server 2012 o superior.
- IIS .
- .NET Framework 4.8
- Certificado SSL.
- Protocolo TLS 1.2.
- Sistema operativo actualizado.

- Windows Server 2012 R2.
- IIS.
- FTP.
- Sistema operativo actualizado.
- El servidor no cuenta con una ip publica (no tiene salida a internet).

Fuente: Elaboración propia.

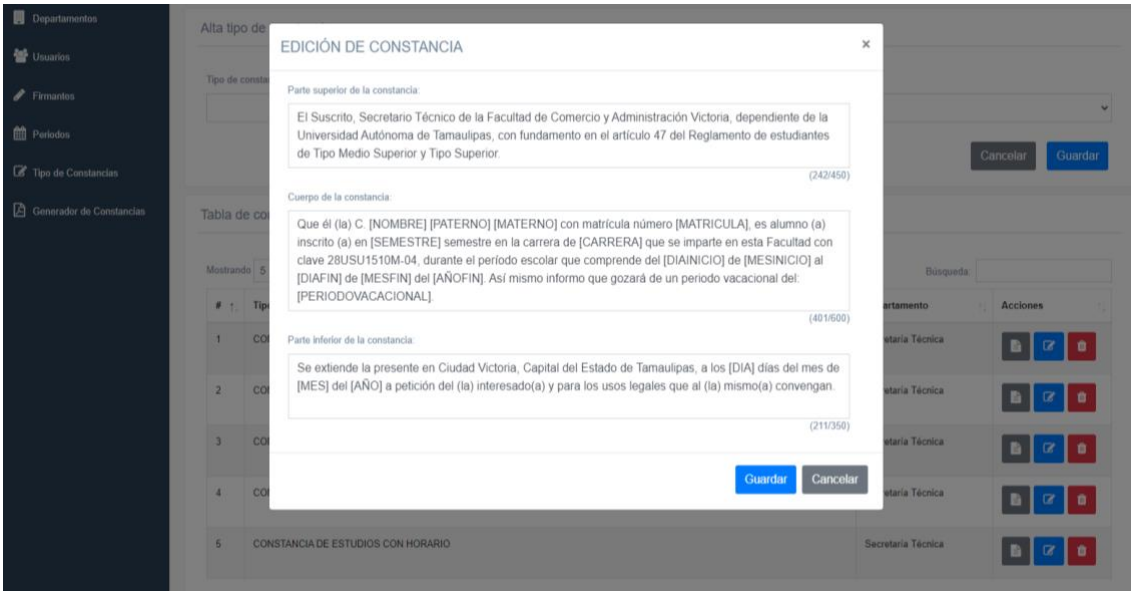
Figura 6: Catálogo de constancias.



Fuente: Elaboración propia a partir del sistema desarrollado.

Asimismo, en la figura 7 se accede a la constancia para su edición, es decir, desde esa opción se puede modificar, agregar o eliminar contenido de la constancia, además de visualizar, modificar, cancelar, descargar o enviarlas por correo electrónico tal como se muestra en la Figura 8.

Figura 7: Edición de constancia.



Fuente: Elaboración propia.

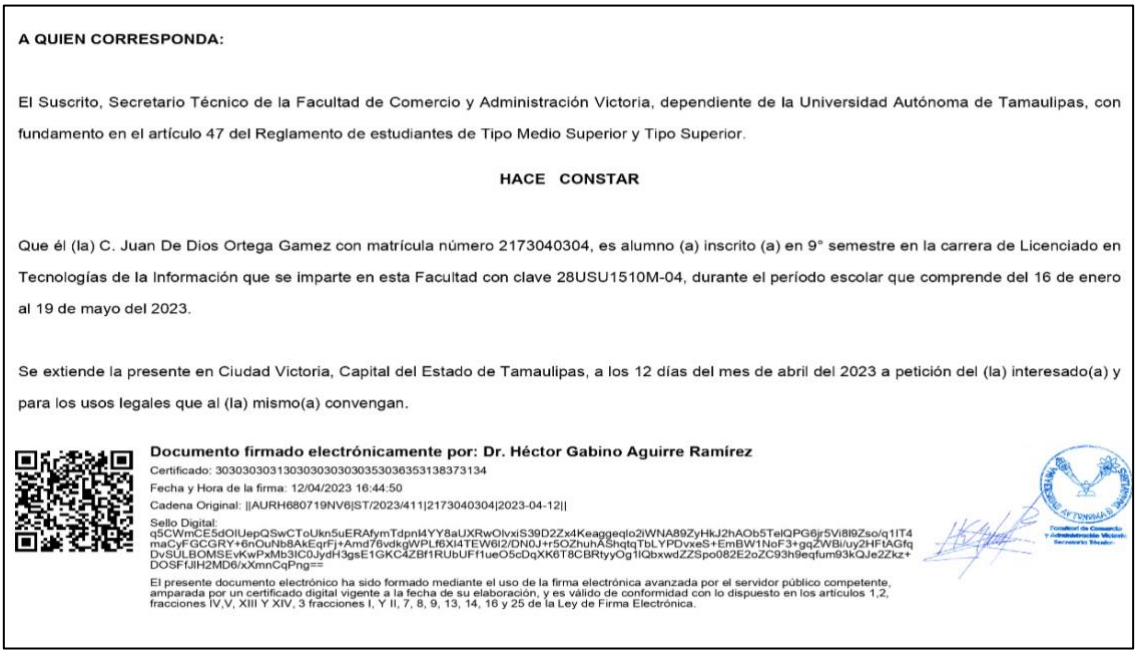
Figura 8: Detalles de las constancias.



Fuente: Elaboración propia a partir del sistema desarrollado.

Una vez generada la constancia como se aprecia en la Figura 9, se cuenta con un tiempo de validez. Asimismo, la constancia está conformada por un código QR, el cual al ser escaneado se muestra la información sobre la misma, por ejemplo, cuando se emitió, quien la emitió y si se encuentra válida o no. Así como un certificado de firma electrónica y un sello digital para la seguridad de esta.

Figura 9: Ejemplo de constancia.



A QUIEN CORRESPONDA:

El Suscrito, Secretario Técnico de la Facultad de Comercio y Administración Victoria, dependiente de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, con fundamento en el artículo 47 del Reglamento de estudiantes de Tipo Medio Superior y Tipo Superior.

HACE CONSTAR

Que él (la) C. Juan De Dios Ortega Gamez con matrícula número 2173040304, es alumno (a) inscrito (a) en 9° semestre en la carrera de Licenciado en Tecnologías de la Información que se imparte en esta Facultad con clave 28USU1510M-04, durante el período escolar que comprende del 16 de enero al 19 de mayo del 2023.

Se extiende la presente en Ciudad Victoria, Capital del Estado de Tamaulipas, a los 12 días del mes de abril del 2023 a petición del (la) interesado(a) y para los usos legales que al (la) mismo(a) convengan.

Documento firmado electrónicamente por: Dr. Héctor Gabino Aguirre Ramírez

Certificado: 30303030313030303030303530363531383731 34

Fecha y Hora de la firma: 12/04/2023 16:44:50

Cadena Original: ||AURH680719NV6|ST/2023/411|2173040304|2023-04-12||

Sello Digital:
q5CWmCE5dOlUepQSwCToUkn5uERAfymTdpnl4YY8aUXRwOlvxiS39D2Zx4Keaggeqlo2iWNA89ZyHkJ2hAOb5TelQPG6jr5Vi8l9Zso/q1IT4maCyFGCGRY+6nOuNb8AkEqrFj+Amd76vdkgWPLf6Xl4TEW6l2/DN0J+r5OZhuhAShqtqTbLYPDvxeS+EmBW1NoF3+gqZWBi/uy2HFtAGfqDvSULBOMSEvKwPxMb3IC0JydH3gsE1GKC4ZBf1RUbUFf1ueO5cDqXK6T8CBRtyyOg1lQbxwdZZSpo082E2oZC93h9eqfum93kQJe2ZkzDOSFfJlH2MD6/xXmnCqPng==

El presente documento electrónico ha sido formado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 1,2, fracciones IV,V, XIII Y XIV, 3 fracciones I, Y II, 7, 8, 9, 13, 14, 16 y 25 de la Ley de Firma Electrónica.

Fuente: Elaboración propia a partir del sistema desarrollado.

5. Conclusiones

El presente trabajo tuvo el objetivo describir el proceso de desarrollo de un sistema de generación de constancias firmadas digitalmente con validez oficial, que reduzca tiempos de gestión y operación de este proceso, siendo con ello también respetuosos del medio ambiente y dando apoyo a la economía del estudiante. A partir del desarrollo del sistema de información, se evaluó el cumplimiento de este a partir de una lista de cotejo de los requerimientos funcionales, considerando que este cumple con ello, debido a que se puede crear, visualizar, modificar y eliminar constancias en cualquier momento y desde cualquier parte por ser un aplicativo que funciona sobre internet. Además de los beneficios ya mencionados, se observó una notable reducción en los tiempos de entrega de los documentos. Esta mejora se acompañó de una disminución en el uso de consumibles, como cartuchos de tinta y papel, que ya no son necesarios para la emisión de constancias. Estos cambios no solo optimizan el uso de recursos, sino que también contribuyen positivamente al medio ambiente. En conclusión, se observa que el sistema de constancias es un sistema que permite agilizar el proceso de generación, así como de reducir tiempo y consumo de papel, dichos ahorros son tanto para la IES, así como para el estudiante pues se elimina su costo, por lo que se infiere que una adecuada adopción tecnológica fortalece la competencia de las organizaciones y las prestaciones a sus miembros. Por otra parte, el sistema de constancias presenta limitantes, entre ellas está el proceso para generar formatos de constancias distintos a los ya establecidos, es decir, que pueden solicitar otro tipo de constancias más específicas, las cuales requieran información diferente a la operada por el sistema lo que conllevaría a realizar adecuaciones que permita la generación de bosquejos generales de constancias. Finalmente, se agradece la valiosa colaboración y el apoyo de todas las personas y departamentos de la Facultad de Comercio y Administración Victoria que contribuyeron de manera amable y activa en la realización de este trabajo.

6. Referencias.

Ayestaran, I. (2001). La firma digital: Una tecnología para la intercomunicación en la sociedad-red. Revista española de documentación científica, 24(1), 51-69. https://doi.org/10.3989/redc.2001.v24.i1.33

Barreto, L. (2011). Evolución de la firma autógrafa a la Firma Electrónica Avanzada. Revista Digital Universitaria, 12(3), 3-9. https://www.revista.unam.mx/vol.12/num3/art34/art34.pdf

Bautista, P. (2023, 15 de enero). La firma electrónica avanzada, La Prensa. https://www.laprensa.com.mx/columnas/lafirmaelectronicaavanzada

Cucchiaro, N. y Gonza, R. (2010). Firma Electrónica Una Herramienta Informática Segura [Disertación Doctoral, Facultad De Ciencias Económicas-UNT].

Estudillo, M. (2022, 4 de diciembre). ¿Qué es la firma electrónica avanzada y para qué sirve? Signaturit Blog. https://blog.signaturit.com/es/que-es-la-firma-electronica-avanzada

Hamidian, B. y Ospino G. (2015). ¿Por qué los sistemas de información son esenciales? Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 38, 161-183.

Izquierdo, L. (2011). La implementación de la Firma Electrónica en México. Economía UNAM. Recuperado de http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/369/08leonizquierdo.pdf

Laudon, C. y Laudon, P. (2004). Sistemas de información gerencial (8va ed.). México: Prentice Hall Latinoamericana, S.A.

Ley de Comercio Electrónico, [L.C.E.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.] 29 de agosto de 2003, (México). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ccom/CCom_ref29_29ago03.pdf

Ley de Firma Electrónica Avanzada. (2012). Titulo Primero, artículo 2, fracciones: V, VI y VII.

Morales, J. (2016). Firma Electrónica en El Salvador. Realidad y Reflexión, 64-72.

Morales, M., Díaz, A. y Domínguez, L. (2013). Firma electrónica: concepto y requerimientos para su puesta en práctica. Reporte Técnico Número 1. CINVESTAV-Tamaulipas. Recuperado de https://www.tamps.cinvestav.mx/~mmorales/documents/dsMexico.pdf

Nieva, M. (2007). ¿El comercio electrónico está beneficiado con la reglamentación de la ley 25506? En Ponencia: Firmas Digitales, cátedra de Derecho Comercial II, Facultad de Ciencias Económicas de la UNT, p. 82.

Paz, J. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. Ingeniería solidaria, 12(20), 163-176.

Pérez, D. (2005). Contribución de las tecnologías de la información a la generación de valor en las organizaciones: un modelo de análisis y valoración desde la gestión del conocimiento, la productividad y la excelencia en la gestión. [Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria]. Recuperado de http://hdl.handle.net/10902/1173

Ponce, J. (2021). Estado actual de las tecnologías de la información y comunicación en las Instituciones de educación superior en México: estudio 2021. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

RAE. (2022, 2 de diciembre). Diccionario de la Lengua Española. https://dle.rae.es/firma

Reyes, A. (2023, 26 de marzo). La firma electrónica. Recuperado de http://www.razonypalabra.org.mx/libros/libros/firma.pdf

Research y Markets (2023, 25 de febrero). Information Technology Global Market Report 2021: IT Services; Computer Hardware; Telecom; Software Products - Forecast to 2025 & 2030. https://www.businesswire.com/news/home/ 20210909006056/ en/ Information-Technology-Global-Market-Report-2021- IT-Services- Computer- Hardware - Telecom- Software - Products--- Forecast-to- 2025-2030---ResearchAndMarkets.com

Secretaría de Economía. (2016, 8 de agosto). Norma Oficial Mexicana NOM-151-SCFI-2016, Requisitos que deben observarse para la conservación de mensajes de datos y digitalización de documentos (cancela la NOM-151-SCFI-2002). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6499/seeco11_C/seeco11_C.html

Servicio de Administración Tributaria (SAT). (19 de enero de 2021). Seguridad y protección de datos del contribuyente. Recuperado de https://www.gob.mx/sat/prensa/seguridad-y-proteccion-de-datos-del-contribuyente-011-2021

Serrano, J. (2022, 13 de diciembre). VIAFIRMA https://www.viafirma.do/historia-firma-digital/

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). (2022, 29 de diciembre) http://web.uaemex.mx/fise/0_1_inciso.html

Zayas, Y. (2013). La firma electrónica, su recepción legal. Especial referencia a la ausencia legislativa en Cuba. IUS. Revista del Instituto de Ciencias Jurídicas de Puebla A.C., 7(31), 104-120.