

# Aplicación de la plataforma de firma digital en la emisión de los documentos académicos de una Universidad Pública

Application of the digital signature platform in the issuance of academic documents of a Public University

 Renato Mario Ampuero Herrera  
rampuero@unab.edu.pe  
Universidad Nacional de Barranca, Perú

## Resumen

La investigación titulada “Aplicación de la plataforma de firma digital en la emisión de los documentos académicos de una Universidad Pública”, aborda problemas previos relacionados con la demora en la entrega de documentos académicos a los estudiantes. Su objetivo principal fue introducir una plataforma que incorpore la firma digital para mejorar la eficiencia en la emisión de estos documentos, optimizando tanto el proceso como la satisfacción estudiantil. El enfoque de investigación fue cuantitativo, de tipo aplicada y nivel explicativo, utilizando un diseño experimental, con sub-diseño preexperimental. Se trabajó con una muestra de 309 estudiantes, empleando técnicas como entrevistas y encuestas, y utilizando cuestionarios como instrumento de recolección de datos. La implementación de la plataforma se realizó utilizando el marco ágil SCRUM, favoreciendo el trabajo colaborativo y proporcionando resultados rápidos en proyectos de corta duración. Los resultados mostraron una mejora significativa tras la implementación de la firma digital, con un p-valor de 0,000, que es menor que 0,05, rechazando así la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna. Esto demuestra que la plataforma es percibida como útil por los estudiantes, reduciendo considerablemente el tiempo de entrega de documentos. Antes de dicha implementación, el proceso tomaba 10 días hábiles, mientras que, luego de la implementación, el 92% de los documentos se emitieron en un día y el 8% en dos días, con ningún documento tardando más de dos días. La investigación sugiere que la plataforma puede ser utilizada en otros procedimientos académicos y administrativos para mejorar la gestión documentaria.

**Palabras claves:** plataforma web, firma digital, documento académico, certificado digital.

## Abstract


The research titled “Application of the digital signature platform in the issuance of academic documents of a Public University” addresses previous problems related to the delay in the delivery of academic documents to students. Its main objective was to introduce a platform that incorporates digital signature to improve efficiency in the issuance of these documents, optimizing both the process and student satisfaction. The research approach was quantitative, applied and explanatory level, using an experimental design, with pre-experimental sub-design. We worked with a sample of 309 students, using techniques such as interviews and surveys, and using questionnaires as a data collection instrument. The implementation of the platform was carried out using the agile SCRUM framework, favoring collaborative work and providing quick results in short-term projects. The results showed a significant improvement after the implementation of the digital signature, with a p-value of 0.000, which is less than 0.05, thus rejecting the null hypothesis and accepting the alternative hypothesis. This shows that the platform is perceived as useful by students, considerably reducing document delivery time. Before said implementation, the process took 10 business days, while, after implementation, 92% of documents were issued in one day and 8% in two days, with no document taking more than two days. The research suggests that the platform can be used in other academic and administrative procedures to improve document management.

**Keywords:** web platform, digital signature, academic document, digital certificate.



Publicado: 02/09/2024  
Aceptado: 27/08/2024  
Recibido: 19/07/2024

Open Access  
Article scientific

 <https://doi.org/10.47422/ac.v5i3.176>

Este artículo es publicado por la Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri, Professionals On Line SAC. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) que permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) para cualquier propósito, incluso comercialmente.



## Introducción

La adopción de nuevas tecnologías ha sido un factor clave en la optimización de procesos dentro de las instituciones educativas de nivel superior. En el contexto internacional, la adopción de firmas digitales ha crecido exponencialmente en la última década, impulsada por la necesidad de reducir fraudes y aumentar la eficiencia administrativa en diversas instituciones. Según un informe de Statista (2023), el mercado global de firmas digitales se valoró en aproximadamente 2,8 mil millones de dólares en 2022 y se espera que alcance los 12,7 mil millones para 2027, lo que representa una tasa de crecimiento anual compuesta del 28,9%. En el sector educativo, las universidades de todo el mundo han comenzado a implementar sistemas de firma digital para facilitar la emisión de diplomas, certificados y otros documentos oficiales. Instituciones internacionalmente reconocidas como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y la Universidad de Stanford han liderado este cambio, mejorando la seguridad de sus procesos de gestión documental electrónica y reduciendo los tiempos de emisión.

En el Perú, la digitalización de los procesos administrativos en el sector educativo aún se encuentra en etapa de desarrollo. Sin embargo, la firma digital ha comenzado a ganar terreno, especialmente en el contexto de la educación

superior universitaria. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021), para dicho año, solo el 35% de las universidades peruanas contaba con algún tipo de sistema digital para la emisión de documentos oficiales. La pandemia de COVID-19 aceleró la necesidad de digitalizar estos procesos, dado que muchas universidades se vieron obligadas a emitir certificados de manera remota. A pesar de estos avances, aún existen desafíos significativos, como la falta de infraestructura adecuada y la resistencia al cambio por parte del personal administrativo.

Bajo este contexto, la firma digital se presenta como una herramienta esencial para agilizar y garantizar la seguridad en la emisión de documentos académicos, en el marco de la nueva Ley Universitaria n° 30220 (2014).

La Universidad Nacional de Barranca (UNAB), es una institución pública ubicada en la región Lima, creada en el año 2010 mediante Ley N° 29553, iniciando sus actividades académicas en el año 2013, contando inicialmente con siete carreras profesionales y con población estudiantil de más de 1000 matriculados. Dicha institución se caracteriza por la necesidad de modernizar sus procesos administrativos, especialmente en la emisión de documentos académicos, impulsando la adopción de nuevas tecnologías que permitan atender eficientemente los requerimientos de la creciente comunidad universitaria.

### Figura 1

Mapa mental de la problemática en la emisión de los documentos académicos.



Como parte del estudio, se revisaron antecedentes internacionales y nacionales, como el Yáñez (2020) realizado en Chile con el título “Implementación de Firma Digital en las guías de despacho de hormigón en la empresa Melón Hormigones S.A.”, donde abordó el problema de la gestión manual de los documentos de despacho de

hormigón, lo que generaba mayores costos y pérdida de tiempo. El objetivo principal fue digitalizar el proceso de despacho de hormigón para simplificar y mejorar la experiencia del cliente. La metodología utilizada incluyó entrevistas con diferentes operadores y clientes, revelando que la mayoría tenía experiencia con servicios de firma

digital. En dicho estudio, también se analizó la normativa chilena, señalando que en abril de 2002 se aprobó una ley que legaliza el uso de firma digital, certificado digital y servicios de certificación en Chile, bajo estándares internacionales. Posteriormente, comparó varias soluciones informáticas para el sector privado. Como conclusión, destacó que la gestión del cambio es crucial para la automatización de procesos y que se logró una reducción de casi el 50% en los costos operativos.

En la investigación titulada “Plan de implementación de firma digital en la Universidad Nacional de Río Negro” en Argentina, Sanhueza (2018) identificó varios problemas, tales como el aumento continuo en el uso del papel, la falta de espacio físico adecuado para su almacenamiento, y el acceso tardío a la información y su actualización, problemas que se agravan debido a la existencia de sedes físicamente separadas. Su objetivo principal fue establecer directrices que permitan a la universidad convertirse en una Autoridad de Registro dentro de la infraestructura de clave pública. En sus conclusiones, Sanhueza destacó que la firma digital simboliza una transformación gradual en los métodos de trabajo de la universidad, y también implicó una reflexión sobre cómo mejorar la eficiencia y dinamismo de los procesos. Según su estudio, la universidad ya cuenta con el equipo y la infraestructura necesarios para llevar a cabo este proyecto.

En otro estudio realizado en el Ecuador, Doilet (2016) en su trabajo de titulación para obtener el grado académico de Maestro: “Análisis del sistema de facturación electrónica y su aplicación en las empresas cartoneras en Guayaquil”, investigó la necesidad de implementar un sistema electrónico para modernizar los procesos de facturación, con el fin de mejorar el control, optimizar el tiempo y los recursos, y prevenir la evasión tributaria. Planteó el problema en relación con los beneficios de la facturación electrónica en las empresas del sector cartonero de Guayaquil y su impacto en los montos facturados. Su objetivo fue identificar las ventajas de utilizar la facturación electrónica y su efecto en la recaudación tributaria. Realizó un análisis de la normativa vigente y comparó los beneficios y desafíos de la facturación electrónica con firma digital. Utilizó una metodología cuantitativo-descriptiva, aplicando el método histórico y lógico, y recopiló datos a través de encuestas a los empleados de las empresas involucradas. Concluyó que la facturación electrónica puede provocar cambios significativos en los procesos, logrando beneficios tanto económicos como productivos.

En el ámbito nacional, se destaca el estudio de Díaz (2019), con el título “La firma digital y su impacto en la gestión documentaria del Instituto Nacional de Salud 2018”, investigó si la firma digital mejora la gestión de

documentos en dicha institución. El objetivo principal de la investigación fue determinar la relación entre el uso de firmas digitales y la mejora en la gestión documental. La hipótesis planteaba si la firma digital optimiza la gestión de documentos. El enfoque del estudio fue cuantitativo y se aplicó el método deductivo. La investigación se clasificó como aplicada y descriptiva, con un diseño cuasi-experimental. Para desarrollar la solución informática, se utilizó la metodología RUP. La conclusión del estudio fue que existe una relación entre la implementación de firmas digitales y la mejora en la gestión de documentos electrónicos en el Instituto Nacional de Salud.

En el estudio de Mayta (2019), titulado “Implementación de Firmas Digitales para el Control de la Integridad de Certificados de Estudios” en la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), abordó el problema de cómo la firma digital podría afectar el control de la integridad de los certificados de estudios emitidos por el Centro de Idiomas de la UNCP. El objetivo principal fue determinar cómo la firma digital podría mejorar la integridad y seguridad de dichos certificados. La hipótesis evaluó si la implementación de firmas digitales mejoraría significativamente el proceso de control de integridad de los documentos. En cuanto a su metodología utilizó un enfoque inductivo-deductivo, de tipo aplicada, con un nivel descriptivo-explicativo y diseño experimental. Aplicó pruebas pre y post implementación a una muestra de 170 certificados. Concluyó que la integración de firmas digitales en el sistema web mejora considerablemente el proceso de control de la integridad de los certificados de estudios emitidos por la universidad. La investigación mostró que la firma digital efectivamente contribuye a un mejor control y gestión de los certificados de estudio en un contexto universitario.

De acuerdo a lo señalado por Flores (2017), en su tesis “Sistema Informático para el Proceso de Trámite Documentario en la Municipalidad de Chaclacayo”, planteó la cuestión de si dicho sistema tenía un impacto en los procesos de trámite y gestión documental. El objetivo general fue examinar cómo el sistema informático mejora los procedimientos de trámite documentario para optimizar el ejercicio profesional y los servicios ofrecidos a la ciudadanía. Flores llevó a cabo una investigación aplicada utilizando un diseño experimental y pre-experimental. Su propuesta se desarrolló utilizando SCRUM, con técnicas de negocio diseñadas en lenguaje unificado de modelado (UML); la programación se realizó en Microsoft Visual Basic .Net y la gestión de la base de datos se realizó con Microsoft SQL Server 2008. Se incorporó la firma digital para garantizar la confiabilidad y seguridad de la gestión documental. Los resultados mostraron que la institución logró eliminar en un 100% los expedientes por silencio administrativo positivo y reducir en un 44.57% el tiempo

de atención de los expedientes. También se disminuyó en un 73% el período de consulta y estado de los documentos. En conclusión, el autor indicó que la implementación del sistema tiene un impacto positivo en la gestión del trámite documental. En este estudio, se destacó la importancia del enfoque aplicado, el diseño experimental y pre-experimental, así como el uso de pre y post test para demostrar cómo la implementación mejoró significativamente la gestión de los documentos en la oficina de trámite documental.

En referencia al marco teórico, se destacan las definiciones conceptuales, según detalle:

**Documentos académicos:** En el Reglamento Académico de la UNAB se detallan una variedad de documentos, incluyendo certificados de estudios, actas de evaluación final, registros de evaluación, boletas de notas, récords académicos, constancias de egresado, fichas de matrícula, constancias de estudios, constancias de haber estado en el tercio superior o quinto superior, constancias de no haber sido separado, constancias de prácticas pre-profesionales, y cartas de presentación; entre otros, los cuales pueden ser solicitados por los estudiantes para diferentes fines.

**Firma Electrónica:** En el ámbito nacional se define la firma electrónica como cualquier símbolo creado electrónicamente que se usa para autenticar o vincular al firmante con un documento o archivo, cumpliendo las

mismas funciones que una firma manuscrita (art. 1, Ley 27269, 2000).

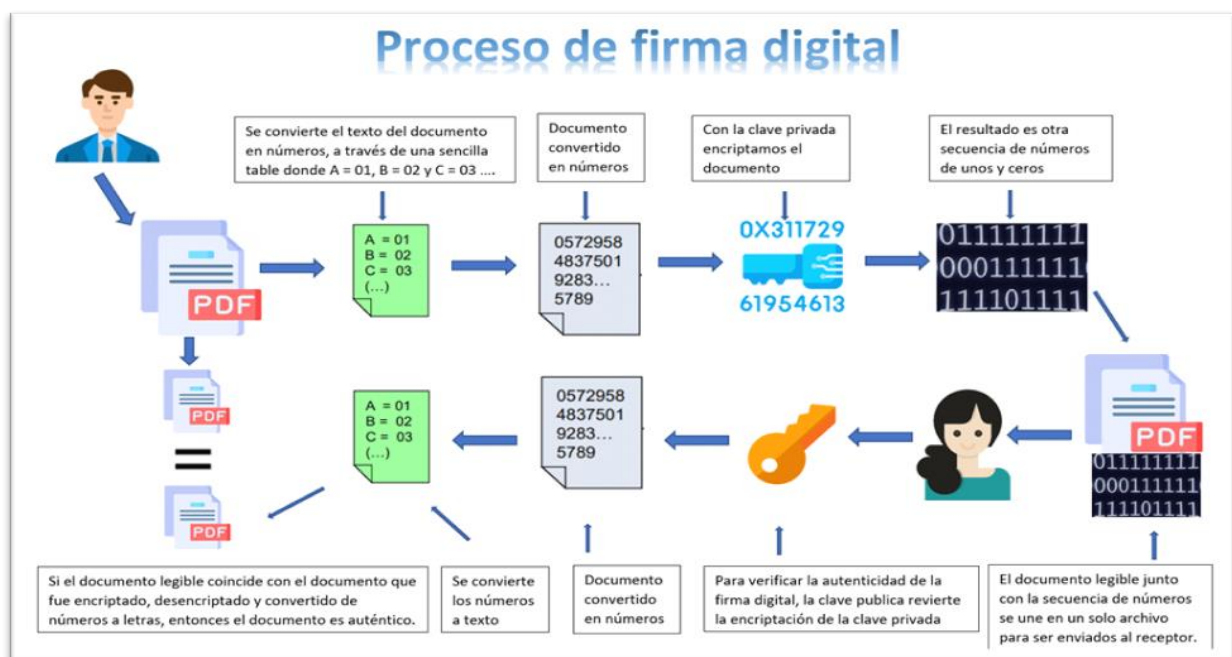
**Firma Digital:** De acuerdo al artículo 3 de la Ley 27269 (2000), la firma digital es aquella firma electrónica que emplea una técnica basada en criptografía asimétrica, utilizando un par de claves asociada a una clave privada y una clave pública. Entre las principales características que debe garantizar una firma digital están la autenticidad, integridad y no repudio del suscriptor.

**Certificado Digital:** El artículo 6 de la Ley 27269 (2000), refiere que es el documento electrónico generado y firmado digitalmente por una entidad certificadora y que vincula un par de claves con una determinada persona, confirmando así su respectiva identidad.

**Software de firma digital:** Es un aplicativo que facilita el uso de la firma digital en un entorno electrónico y con el debido valor legal. La normativa señala que el software de firma digital debe estar acreditado ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Para ello, el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), acreditó el software ReFirma PDF ante dicha entidad, siendo accesible de forma gratuita a través de su portal institucional y que es utilizado preminentemente en las instituciones públicas de nuestro país.

**Figura 2**

*Proceso de Firma Digital*



Nota. Recuperado de: <https://perubi.com/firma-digital-en-el-peru-todo-lo-que-necesitas-saber/>

Infraestructura Oficial de Firma Electrónica (IOFE): Es un sistema acreditado, debidamente regulado y supervisado por la Autoridad Administrativa Competente (AAC) y

cuenta con los instrumentos técnicos y legales para garantizar los diferentes procesos de certificación digital en el Estado Peruano (D.S. 04-2007-PCM, 2007).

### Figura 3

*Infraestructura Oficial de Firma Electrónica en el Perú*



Calidad en el desarrollo del software: Implica seguir estrictamente las normativas que garanticen la calidad del sistema informático desarrollado, entre las que se destacan.

- Funcionalidad:** Según Calero et al. (2010), es la capacidad del software para ofrecer las funciones que satisfacen tanto las necesidades explícitas como implícitas cuando se usa bajo ciertas condiciones. Esto implica que la funcionalidad abarca el conjunto de requisitos, basados en los objetivos de diseño, que un sistema proporciona al usuario final.
- Seguridad:** Areitio (2008) indica que la seguridad se ha convertido en una disciplina cada vez más crucial, necesaria y obligatoria, siendo un componente esencial en todos los proyectos de sistemas de información. Para el autor, la seguridad está relacionada con la accesibilidad y disponibilidad de los sistemas, así como con la confidencialidad, integridad y confiabilidad de los datos. Esto incluye proteger los datos contra accesos no autorizados y evitar alteraciones durante el ciclo de vida del sistema.
- Accesibilidad:** Pressman (2010) destaca que los ingenieros de software deben garantizar que el diseño de la interfaz incluya mecanismos que faciliten el acceso para personas con necesidades especiales. Existen diversas pautas de accesibilidad, como las recomendaciones "W3C03", que sugieren que el diseño de las interfaces de aplicaciones debe ser

accesible para todos, sin requerir conocimientos previos ni características técnicas específicas.

- Disponibilidad:** Según Pressman (2010), la disponibilidad se mide en términos porcentuales del tiempo en que una aplicación web está operativa. Los usuarios finales esperan que las aplicaciones web estén disponibles las 24 horas del día, los 365 días del año. Esto se refiere a la capacidad de la aplicación para funcionar, ejecutarse y proporcionar sus servicios siempre que los usuarios lo necesiten. Las aplicaciones web son ampliamente utilizadas debido a su fácil y rápido acceso a través de navegadores, así como por su menor complejidad en mantenimiento y actualización.
- Vulnerabilidad:** Aguilera (2011) lo define como las probabilidades de que una amenaza se concrete contra un activo. No todos los activos están expuestos a las mismas amenazas. En este contexto, se refiere a las debilidades en un sistema que pueden ser explotadas por un atacante para comprometer la confidencialidad, el control de acceso, la integridad, la funcionalidad o la consistencia de los datos.

En cuanto al marco normativo que regula los procesos administrativos en Perú, este ha evolucionado para mejorar la eficiencia y la satisfacción ciudadana a través de la modernización y digitalización de los servicios públicos. A continuación, se presenta un resumen del desarrollo normativo nacional y su respectivo impacto:

1. Ley de Procedimiento Administrativo General (Ley n.º 27444, 2001): Define el procedimiento administrativo como el conjunto de actos y diligencias necesarios para emitir actos administrativos que afectan los derechos y obligaciones de los ciudadanos.
2. Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública (PNMGP): Implementada por el Decreto Supremo n.º 004-2013-PCM, esta política busca reorientar la administración pública hacia un enfoque centrado en el ciudadano, con el objetivo de mejorar la calidad y eficiencia de los servicios públicos.
3. Decretos Legislativos para la Simplificación Administrativa:
  - Decreto Legislativo n.º 1246: Introduce la interoperabilidad de datos entre entidades estatales para agilizar los trámites y minimizar errores.
  - Decreto Legislativo n.º 1310: Obliga a las instituciones públicas a interconectar sus sistemas para el envío seguro de documentos electrónicos, reduciendo la necesidad de presentar documentos repetitivos.
4. Avances en Transformación Digital: Entidades como RENIEC, SUNAT, SUNARP y PRONABEC han avanzado en la digitalización de trámites, facilitando el acceso y reduciendo los tiempos de gestión para los ciudadanos.
5. Regulación de la Firma Electrónica:
  - Decreto Supremo n.º 019-2002-JUS (2002) y Decreto Supremo n.º 052-2008-PCM (2008): Proporcionan los primeros reglamentos para la implementación de firmas digitales.
  - Resolución n.º 039-2010/CNB-INDECOPI (2010): Acredita el software de firma digital.
  - Decreto Supremo n.º 026-2016-PCM (2016): Refuerza las normas para la infraestructura de firma electrónica.

A continuación, se resume el marco normativo para el uso de firmas y certificados digitales en el ámbito internacional.

**Tabla 1**

*Marco normativo de la firma y certificado digital en diferentes países*

País	Normativa	Fecha de aprobación
España	Real Decreto Ley 14	17/09/1999
Colombia	Ley 527	17/08/1999
Argentina	Ley 25506	11/12/2001
Chile	Ley 19799	12/04/2002
Ecuador	Ley 67	17/04/2002
Uruguay	Ley 18600	05/11/2009
Paraguay	Ley 4017	24/12/2010
Bolivia	Ley 164	08/08/2011

Nota. De la tabla, se aprecia que España es el país con mayor antigüedad que cuenta con un marco normativo para la utilización de firmas y certificados digitales. A nivel de nuestra región, se destaca a Colombia en la aprobación del marco normativo respectivo.

Considerando el marco teórico y normativo analizado, se planteó la pregunta principal ¿Cómo la implementación de la plataforma de firma digital incide en la optimización del proceso de emisión de documentos académicos en una universidad pública de la región Lima?, cuyo objetivo principal fue implementar la plataforma de firma digital para optimizar su proceso de emisión de documentos académicos en la referida universidad. Asimismo, como parte del estudio se formuló como hipótesis principal que existe una diferencia significativa después de la implementación de la plataforma de firma digital mediante la optimización del proceso de emisión de documentos académicos en una universidad pública de la región Lima.

Este artículo revisa el proceso de implementación de una plataforma de firma digital en una universidad pública de la región Lima, abordando su impacto en la eficiencia y satisfacción de los usuarios involucrados. Asimismo, a través de esta investigación, se busca comprender los beneficios y desafíos que conllevó dicha implementación, así como su relevancia en el panorama educativo actual.

## Método

El estudio se realizó bajo un enfoque cuantitativo al procesar datos numéricos, siendo de tipo aplicada puesto que se pretendió solucionar el problema de investigación identificado, en un nivel de investigación explicativo para analizar la causalidad; utilizando un diseño experimental

con sub-diseño pre-experimental con la aplicación de un pretest y postest para comparar si existen diferencias entre las muestras (Hernández et al., 2014).

La población de estudio incluyó a un directivo, personal administrativo y 1580 estudiantes matriculados, calculando una muestra probabilística de 309 encuestados. Se utilizó técnicas para la recolección de datos, como la entrevista y encuesta, aplicando como instrumentos: la guía de entrevista y cuestionario; respectivamente. En el caso del cuestionario estuvo constituido por dieciocho (18) ítems en la escala de Likert. De igual forma, se aplicó el instrumento señalado antes (pre) y después (post) de la implementación de la plataforma de firma digital para medir la satisfacción y eficiencia del sistema. Luego de la recolección de datos, se emplearon técnicas de análisis descriptivo e inferencial

## Tabla 2

*Lista de herramientas de software para el desarrollo del proyecto*

#	Descripción	Herramienta de Software
01	Sistema Operativo	CentOS
02	Base de Datos	SQL Server
03	Programación	PHP, JavaScript
04	Arquitectura	MVC
05	Framework	Personalizado, Bootstrap, CSS, HTML

Nota. En la mayoría de los casos, son herramientas de libre uso.

## Resultados

A continuación, se detallan los principales resultados estadísticos obtenidos para cada una de las cuatro dimensiones evaluadas: nivel de funcionalidad, nivel de seguridad, nivel de accesibilidad y nivel de satisfacción.

### Nivel de Funcionalidad

Pretest: La media del nivel de funcionalidad antes de la implementación de la plataforma fue de 15.18, con una desviación estándar de 4.32.

Postest: Después de la implementación, la media aumentó a 17.61, con una desviación estándar de 3.31.

Análisis estadístico: La prueba de rangos con signos de Wilcoxon mostró una mejora significativa en el nivel de funcionalidad después de la implementación ( $p = 0.000$ ), indicando que la plataforma de firma digital influye considerablemente en la funcionalidad percibida.

### Nivel de Seguridad

Pretest: La media del nivel de seguridad antes de la implementación fue de 16.94, con una desviación estándar de 4.28.

para interpretar los datos obtenidos mediante herramientas como Microsoft Excel y el software estadístico IBM SPSS.

Como marco de desarrollo del software, se seleccionó SCRUM, asignando los roles adecuados al personal de la misma institución. Se eligió el marco ágil SCRUM porque facilita la implementación de buenas prácticas de desarrollo de software en un período breve, promoviendo el trabajo en equipo, la comunicación continua y la participación activa del propietario del producto para lograr los mejores resultados en corto espacio de tiempo (Schwaber & Sutherland, 2010).

En referencia a las herramientas tecnológicas empleadas para la implementación de la solución propuesta, son presentadas a continuación.

Postest: Después de la implementación, la media aumentó a 18.33, con una desviación estándar de 3.09.

Análisis estadístico: La prueba de Wilcoxon también confirmó una mejora significativa en el nivel de seguridad después de la implementación de la plataforma ( $p = 0.000$ ), lo que indica que la plataforma incrementó la seguridad percibida.

### Nivel de Accesibilidad

Pretest: La media del nivel de accesibilidad antes de la implementación fue de 16.14, con una desviación estándar de 4.18.

Postest: Tras la implementación, la media aumentó a 18.39, con una desviación estándar de 3.38.

Análisis estadístico: Los resultados de la prueba de Wilcoxon mostraron una mejora significativa en la accesibilidad percibida después de la implementación ( $p = 0.000$ ), lo que sugiere que la plataforma de firma digital mejora la accesibilidad.

### Nivel de Satisfacción

Pretest: La media del nivel de satisfacción no está directamente mencionada en las estadísticas iniciales, pero el incremento general en la percepción de funcionalidad,

seguridad y accesibilidad contribuye a una mayor satisfacción de los usuarios.

Postest: Se observa un aumento en la percepción de la utilidad y la satisfacción con la plataforma, reflejado en la mejora de las tres dimensiones evaluadas, sugiriendo un impacto positivo en la satisfacción general de los estudiantes.

#### Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis principal de la investigación se centró en determinar si la implementación de la plataforma de firma digital influyó significativamente en el proceso de emisión de documentos académicos en la Universidad Nacional de Barranca. Para esto, se utilizó la prueba de los

rangos con signo de Wilcoxon, una prueba no paramétrica adecuada para comparar dos muestras relacionadas cuando no se puede asumir la normalidad de la distribución de los datos. A través de dicha prueba, se estableció que las distribuciones de las variables Pretest y Postest no seguían una distribución normal ( $p < 0,05$  en ambas pruebas).

Sin embargo, en la prueba de Wilcoxon, se encontró que el p-valor obtenido fue significativamente menor que 0,05 ( $p = 0,000$ ), lo que llevó a rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que no existe una diferencia significativa tras la implementación de la plataforma aceptando la hipótesis alterna que si existe una diferencia significativa tras la implementación de la plataforma. En seguida, se presenta la tabla con los datos obtenidos de la prueba estadística.

### Tabla 3

*Estadísticos de pruebaa: Plataforma de firma digital*

	Postest - Pretest
Z	-7,367 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.

Nota. Datos procesados con el software estadístico IBM SPSS.

La prueba estadística confirmó que la plataforma de firma digital tuvo un impacto positivo y considerable en el proceso de emisión de documentos académicos de la universidad. De igual forma, dichos resultados revelaron una mejora significativa en la satisfacción de los usuarios tras la implementación de la plataforma. Asimismo, se observó una reducción en el tiempo de procesamiento de documentos académicos, así como una disminución en los errores asociados a la emisión manual. Los análisis inferenciales confirmaron que la implementación tuvo un impacto positivo estadísticamente significativo en la eficiencia del proceso.

## Discusión

Luego de presentar los hallazgos descritos, se destacan el análisis comparativo de los resultados obtenidos con otros estudios previamente citados en la introducción. Algunos de los puntos principales a destacar son los siguientes:

**Confirmación de hipótesis:** Los resultados de la investigación confirmaron la hipótesis de que la implementación de la plataforma de firma digital optimiza significativamente el proceso de emisión de documentos académicos en la Universidad Nacional de Barranca (UNAB). Este hallazgo es consistente con estudios previos, como el de Díaz (2019), quien también encontró que la

firma digital mejora la gestión documental en instituciones públicas.

**Impacto en la eficiencia operativa:** El estudio reveló que la implementación de la plataforma digital resultó en una reducción significativa del tiempo de emisión de documentos académicos, con un 92% de los documentos emitidos en un solo día. Este resultado es comparable al de la investigación de Yáñez (2020) en Chile, que también destacó la importancia de la automatización de procesos para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos.

**Comparación con otros contextos internacionales:** Además de las comparaciones a nivel local, el estudio también se alineó con hallazgos internacionales, como el de Doilet (2016) en Ecuador, que subrayó los beneficios de los sistemas electrónicos para optimizar procesos y evitar la evasión tributaria en el sector empresarial.

Estas comparaciones refuerzan la validez de los resultados obtenidos en la investigación, demostrando que la adopción de tecnologías digitales como la firma electrónica es una tendencia global que contribuye significativamente a la eficiencia y optimización de procesos en diversos contextos.



## Conclusiones

La presente investigación demuestra, respecto a la Entre las principales conclusiones de la investigación se pueden destacar las siguientes:

- a. **Influencia de la funcionalidad:** Se concluye que la funcionalidad de la plataforma de firma digital implementada influye significativamente en el proceso de emisión de documentos académicos en la Universidad Nacional de Barranca. Este resultado se obtiene a partir del contraste de hipótesis entre los valores del pretest y postest, donde se encontró un p-valor de 0.000, menor al nivel de significancia de 0.05, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.
- b. **Influencia de la seguridad:** La seguridad de la plataforma de firma digital también influye de manera significativa en el proceso de emisión de documentos académicos. Esta conclusión se basa en resultados estadísticos similares a los de la funcionalidad, con un p-valor de 0.000 en el contraste de hipótesis específico para esta dimensión.
- c. **Accesibilidad y satisfacción:** La investigación también demuestra que la accesibilidad de la plataforma y el nivel de satisfacción de los usuarios finales, principalmente estudiantes, tienen un impacto positivo y significativo en la mejora del proceso de emisión de documentos académicos. Estos aspectos fueron fundamentales para lograr los objetivos planteados en el estudio y respaldan la adopción de la firma digital como una herramienta clave en la gestión académica de la universidad.

Finalmente, se puede destacar que la implementación de la plataforma de firma digital en la UNAB demostró ser una solución efectiva para modernizar la gestión de documentos académicos. Sin embargo, también se identificaron desafíos relacionados con la capacitación del personal y la adopción tecnológica por parte de los usuarios. Estas conclusiones confirman la importancia de implementar tecnologías de firma digital en instituciones educativas de nivel superior para optimizar los procesos administrativos críticos, mejorando así la eficiencia, seguridad y satisfacción de los usuarios.

## Referencias Bibliográficas

1. Aguilera, P. Seguridad informática. México: Editorial Editex, 2010. ISBN: 9788497716574.
2. Areitio, J. Seguridad de la información. Redes, informática y sistemas de información. España: Editorial Paraninfo, 2008. ISBN: 9788497325028.
3. Calero, C., Moraga, A. y Piattini, M. Calidad del producto y proceso Software. España: Editorial RAMA, 2010. ISBN: 9788478979615.
4. Díaz, T. La firma digital y su impacto en la gestión documentaria del Instituto Nacional de Salud 2018. Tesis (Pregrado). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2019. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1696>
5. Doilet, C. (2016). Análisis del sistema de Facturación Electrónica y su aplicación en las empresas cartoneras en Guayaquil. Universidad Guayaquil. Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13718>
6. Flores, M. Sistema Informático para el proceso de Trámite Documentario en la Municipalidad de Chaclacayo. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/16770>
7. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la Investigación. Sexta edición, México: Editorial McGraw Hill Interamericana, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
8. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2021). Estadísticas del Sector Educación. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/educacion/>
9. Mayta, C. Implementación de firmas digitales para el control de la integridad de certificados de estudios. Tesis (Pregrado). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2019. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1706>
10. Pressman, R. Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Séptima Edición, México: Editorial Mc Graw Hill Interamericana, 2010. ISBN: 9786071503145.
11. Sanhueza, M. Plan de implementación de firma digital en la Universidad Nacional de Río Negro. Tesis (Grado). Argentina: Universidad Nacional Río Negro, 2018. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/1391>
12. Schwaber, K y Sutherland, J. La Guía Scrum, 2010. <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European-2.0.pdf>
13. Statista. (2023). Digital Signature Market Size Worldwide 2018-2027. <https://www.statista.com/statistics/1128657/global-digital-signature-market-size/>

14. Yáñez, B. Implementación de firma digital en las guías de despacho de hormigón en empresa Melón Hormigones S.A. Memoria (Título de Ingeniero Comercial). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2020. <https://hdl.handle.net/11673/49944>
15. Constitución Política del Perú. (1993, 30 de diciembre). Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
16. Ley n.º 27269. Ley de Firmas y Certificados Digitales. (2000, 26 de mayo). Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
17. Ley n.º 27444. (2001, 11 de abril). Ley de Procedimiento Administrativo General. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
18. Ley n.º 29553. (2010, 07 de julio). Ley de Creación de la Universidad Nacional de Barranca. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
19. Ley n.º 30220. (2014, 10 de julio). Ley Universitaria. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
20. Decreto Supremo n.º 019-2002-JUS. (2002, 18 de mayo de 2002). Reglamento de la Ley de Firmas y Certificados Digitales. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
21. Decreto Supremo n.º 004-2007-PCM. (2007, 14 de enero). Reglamento de la Ley de Firmas y Certificados Digitales. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
22. Decreto Supremo n.º 052-2008-PCM. (2008, 19 de julio). Reglamento de la Ley de Firmas y Certificados Digitales. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
23. Decreto Supremo n.º 026-2016-PCM (2016, 29 de abril). Aprueban medidas para el fortalecimiento de la infraestructura oficial de firma electrónica y la implementación progresiva de la firma digital en el Sector Público y Privado. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.
24. Decreto Supremo n.º 008-2020-SA. (2020, 11 de marzo). Decreto Supremo que declara en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID-19. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú.