



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería de Software

**Desarrollo de un sistema web para la emisión de
certificados de estudio del Centro de Informática de la
Universidad Nacional Mayor de San Marcos utilizando
la firma digital**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Software

AUTOR

Gustavo Nestor DE LA CRUZ CASTRO

ASESOR

Mg. Joel Fernando MACHADO VICENTE

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

De la Cruz, G. (2021). *Desarrollo de un sistema web para la emisión de certificados de estudio del Centro de Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos utilizando la firma digital*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Profesional de Ingeniería de Software]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	GUSTAVO NESTOR DE LA CRUZ CASTRO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77094744
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JOEL FERNANDO MACHADO VICENTE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40476778
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4056-0438
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	JUAN GAMARRA MORENO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	20039857
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	JORGE SANTIAGO PANTOJA COLLANTES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06254022
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JOEL FERNANDO MACHADO VICENTE
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40476778
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.22. Tecnología de información y aplicaciones de sistemas.
Grupo de investigación	Ingeniería de software y gestión de TIC - SOFTGTIC
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Centro de informática de la UNMSM País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Pueblo Libre Centro poblado: - Urbanización: - Manzana y lote: - Calle: Manuel Cipriano Dulanto 953 Latitud: -12.07904 Longitud: -77.06624
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2018 - Diciembre 2019
URL de disciplinas OCDE	Otras ingenierías y tecnologías https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 18:00 horas del día 12 de febrero del año 2021, se reunieron en la sala virtual meet.google.com/ydo-jrrx-rdf, los docentes designados como miembros de Jurado de Tesis, presidido por el Mg. Juan Gamarra Moreno (**Presidente**), Lic. Jorge Santiago Pantoja Collantes (**Miembro**) y Mg. Joel Fernando Machado Vicente (**Miembro Asesor**) para la sustentación de la Tesis Intitulada: “**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA EMISIÓN DE CERTIFICADOS DE ESTUDIO DEL CENTRO DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS UTILIZANDO LA FIRMA DIGITAL**”; del Bach. Gustavo Nestor De La Cruz Castro; para optar el Título Profesional de Ingeniero de Software.

Acto seguido de la exposición de la Tesis, el Presidente invitó al Bachiller a dar las respuestas a las preguntas establecidas por los Miembros del Jurado.

El Bachiller, en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros del Jurado, el bachiller obtuvo la nota de 17 (diecisiete).

A continuación, el Presidente del Jurado, Mg. Juan Gamarra Moreno, declara al Bachiller **Ingeniero de Software**.

Siendo las 18:00 horas, se levantó la sesión.

Mg. Juan Gamarra Moreno
Presidente

Lic. Jorge Santiago Pantoja Collantes
Miembro

Mg. Joel Fernando Machado Vicente
Miembro Asesor

DEDICATORIA:

Muchas personas han hecho posible que sea la persona que soy hoy en día, para todas ellas, les dedico este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Antes de todo, quiero agradecer a las personas que me dieron la vida, mis padres, por ser mi guía en el camino que emprendí y darme las herramientas necesarias para que hoy en día todo lo que soy sea posible,

A mi compañera de vida, Noelia, por el apoyo brindado y los sacrificios realizados para poder tener el tiempo necesario para realizar esta tesis,

Al profesor Joel Machado, quien me acompañó durante estos 2, o quizás 3, largos años asesorándome durante el desarrollo de esta tesis,

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde tuve excelentes profesores que me permitió adquirir el conocimiento que actualmente tengo,

Y al Centro de Informática, que me brindaron todo el apoyo para poder tener acceso a la información necesaria para desarrollar esta tesis.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA EMISIÓN DE CERTIFICADOS DE ESTUDIO DEL CENTRO DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS UTILIZANDO LA FIRMA DIGITAL

Autor: DE LA CRUZ CASTRO GUSTAVO NESTOR

Asesor: MACHADO VICENTE JOEL FERNANDO

Título: Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Software

Fecha: Octubre 2020

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se elaboró un proyecto de desarrollo de software donde se tiene como objetivo desarrollar un sistema web que permita la emisión de certificados de estudios del Centro de informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos utilizando la firma digital. Se inició con la elaboración de una encuesta que mostró la aceptación por parte de los estudiantes para que los certificados se entreguen digitalmente. Para cumplir con el desarrollo del sistema web se hizo uso de la metodología Scrum, la cual, acompañada del lenguaje de programación Java, sirvió como base para el desarrollo planteado. Además, la utilización de la Firma digital, permitió dar a conocer cómo es que con su aplicación se puede tener documentos confiables y promover una cultura Cero papeles. Finalmente se detalla una proyección del retorno de inversión que permite dar solidez económica al proyecto.

Palabras claves: Firma digital, Cero papeles, Scrum, Automatización de procesos

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

**DEVELOPMENT OF A WEB SYSTEM TO GENERATE STUDY
CERTIFICATES OF COMPUTER CENTER AT NATIONAL UNIVERSITY OF SAN
MARCOS USING DIGITAL SIGNATURE**

Author: DE LA CRUZ CASTRO GUSTAVO NESTOR
Advisor: MACHADO VICENTE JOEL FERNANDO
Title: Thesis to opt for Professional Title of Software Engineer
Date: October 2020

ABSTRACT

In this thesis a software development project was developed that it aims to develop of a web system to generate study certificates of Computer Center at National University of San Marcos using digital signature. It began with the elaboration of a survey that showed the acceptance by the students for the certificates be delivered digitally. To comply with the development of the web system, the Scrum methodology was used, which, accompanied by Java programming language, served as basis for the proposed development. Also, the use of digital signature allowed to show how it is that with its application it is possible to have reliable documents and promote a Paperless culture. Finally, a projection of return on investment is detailed, which allows the project be financially sound.

Key words: Digital signature, Paperless, Scrum, Process automation

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1	Antecedentes del problema	1
1.2	Definición o formulación del problema	4
1.3	Justificación del problema.....	4
1.4	Objetivos	7
1.4.1	Objetivo general	7
1.4.2	Objetivos específicos o secundarios.....	7
1.5	Alcance del estudio	7
1.6	Organización de la tesis.....	8
2	CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1	Sistemas de automatización de procesos.....	9
2.1.1	Proceso	9
2.1.2	Sistemas de automatización	9
2.2	Firma Digital	10
2.2.1	Criptología	10
2.2.2	Función Hash	15
2.2.3	Certificado digital.....	15
2.2.4	Firma electrónica.....	16
2.2.5	Firma digital	16
2.3	Centro de informática de la UNMSM.....	22
2.3.1	Fundación.....	22
2.3.2	Organización	22

2.3.3	Escenario actual	23
2.4	Desarrollo de software	23
2.4.1	Lenguaje de programación.....	24
2.4.2	Metodologías de desarrollo	24
3	CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE	37
4	CAPITULO IV. APOORTE TEORICO	56
4.1	Metodología de desarrollo.....	57
4.2	Arquitectura de desarrollo.....	59
4.3	Lenguaje de programación	62
4.4	Frameworks de desarrollo	64
4.5	Algoritmo criptográfico.....	65
4.6	Planificación de encuesta	66
5	CAPITULO V. APOORTE PRÁCTICO	69
5.1	Ejecución de encuesta	69
5.2	Metodología SCRUM	78
5.2.1	Sprint 1	79
5.2.2	Sprint 2.....	84
5.2.3	Sprint 3.....	88
5.3	Prueba del aplicativo	90
5.4	Proyección de retorno de inversión e impacto	94
6	CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	99
7	CAPITULO VII. RECOMENDACIONES	101
8	CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

8.1	Libros	103
8.2	Tesis	103
8.3	Sitios Web	105
8.4	Artículo de periódico.....	109
8.5	Artículo de revista	109
8.6	Leyes	110
9	CAPITULO VIII. APENDICE.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Esquema de criptografía simétrica.....	12
<i>Figura 2.</i> Esquema de criptografía asimétrica	13
<i>Figura 3.</i> Realización de la Firma Digital	17
<i>Figura 4.</i> Validación de la Firma Digital.....	18
<i>Figura 5.</i> Documento Nacional de Identidad Electrónico	21
<i>Figura 6.</i> Organigrama del CINFO.....	23
<i>Figura 7.</i> Marco metodológico	56
<i>Figura 8.</i> Interés relativo basado en búsquedas en Google Trends	58
<i>Figura 9.</i> Interés relativo basado en búsquedas en la base de datos científica Scopus.....	59
<i>Figura 10.</i> Resultados sobre el sexo de los encuestados.	70
<i>Figura 11.</i> Resultados sobre las edades de los encuestados.	70
<i>Figura 12.</i> Resultados sobre las áreas de estudio de los encuestados.....	71
<i>Figura 13.</i> Resultados sobre si tuvieron problemas de la entrega de certificados de estudio físicos.....	71
<i>Figura 14.</i> Resultados sobre los problemas de la entrega de certificados de estudio físicos.....	72
<i>Figura 15.</i> Resultados sobre si están de acuerdo con el recibir sus certificados de estudios digitalmente.....	73
<i>Figura 16.</i> Resultados sobre si están de acuerdo con la inversión en proyectos tecnológicos	73
<i>Figura 17.</i> Resultados sobre el conocimiento de la Firma Digital.	74
<i>Figura 18.</i> Resultados sobre la aplicación de la tecnología de Firma Digital.	74

<i>Figura 19.</i> Resultados sobre el monto dispuestos a pagar por un certificado de estudio digital.....	75
<i>Figura 20.</i> Resultados sobre el conocimiento de los DNI electrónicos.....	75
<i>Figura 21.</i> Resultados sobre la aplicación de los DNI electrónicos.....	76
<i>Figura 22.</i> Resultados sobre el conocimiento del término Cero papeles.....	76
<i>Figura 23.</i> Resultados sobre la importancia de la aplicación de este concepto en proyectos tecnológicos.....	77
<i>Figura 24.</i> Modelo de base de datos N° 1.....	80
<i>Figura 25.</i> Captura del menú del sistema web.....	81
<i>Figura 26.</i> Captura del formulario para el listado de los alumnos.....	81
<i>Figura 27.</i> Captura del formulario para la creación de un alumno.....	81
<i>Figura 28.</i> Captura del formulario para el listado de cursos.....	82
<i>Figura 29.</i> Captura del formulario para la creación de un curso.....	82
<i>Figura 30.</i> Captura del formulario para el listado de los programas.....	82
<i>Figura 31.</i> Captura del formulario para la creación de un programa.....	83
<i>Figura 32.</i> Captura del formulario para la creación de un módulo.....	83
<i>Figura 33.</i> Captura del formulario para la matrícula de un alumno.....	84
<i>Figura 34.</i> Modelo de base de datos N° 2.....	85
<i>Figura 35.</i> Captura del formulario que permite el llenado del acta de notas.....	86
<i>Figura 36.</i> Captura de la primera versión del Certificado de estudio digital.....	86
<i>Figura 37.</i> Captura del modelo de correo a enviarse cuando un alumno apruebe un curso.....	87

<i>Figura 38.</i> Captura del modelo de correo a enviarse cuando un alumno desapruebe un curso.....	87
<i>Figura 39.</i> Captura de la versión final del anverso del Certificado de estudio digital.	89
<i>Figura 40.</i> Captura de la versión final del reverso del Certificado de estudio digital.	89
<i>Figura 41.</i> Comparación de Puntos de Historia por cada Sprint según lo planificado y actual.....	90
<i>Figura 42.</i> Captura del anverso del certificado de estudio de las pruebas del sistema.....	92
<i>Figura 43.</i> Captura del reverso del certificado de estudio de las pruebas del sistema.	93
<i>Figura 44.</i> Captura de la respuesta al correo que envía el sistema con el certificado de estudio adjunto.....	94
<i>Figura 45.</i> Cronograma del desarrollo del Sistema Web.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Cuadro comparativo del Estado del Arte.....	54
<i>Tabla 2</i> Arquitecturas de software analizadas	60
<i>Tabla 3</i> Arquitecturas de software y sus áreas de aplicación.....	61
<i>Tabla 4</i> Resultados obtenidos en las arquitecturas Cliente–servidor y Basada en capas .	61
<i>Tabla 5</i> Resultados de la comparación de lenguajes de programación.....	63
<i>Tabla 6</i> Frameworks y sus características según la arquitectura basada en capas.....	64
<i>Tabla 7</i> Características de los algoritmos criptográficos	65
<i>Tabla 8</i> Puntuación según el nivel de confianza deseado.....	67
<i>Tabla 9</i> Product Backlog.....	78
<i>Tabla 10</i> Sprint Backlog 1	79
<i>Tabla 11</i> Sprint Backlog 2	84
<i>Tabla 12</i> Sprint Backlog 3	88
<i>Tabla 13</i> Alumnos participantes de la prueba del sistema web	91
<i>Tabla 14</i> Resumen de la participación del equipo en el desarrollo del Sistema Web	95

1 CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Antecedentes del problema

El Centro de Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (CINFO) fue creado el 19 de noviembre de 1997, su principal función es brindar servicios de capacitación en informática, desarrollo de software, soporte tecnológico de redes y todo lo que esté involucrado en el ámbito de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Actualmente brinda diversos cursos diseñados a la medida que demanden cada organización, ofreciéndoles como estrategia principal, actualizar los conocimientos de sus colaboradores para el desempeño eficaz y apoyo en la toma de decisiones (Centro de informática de la UNMSM, 2010).

El CINFO tiene entre sus principales alumnos a estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y esto es producto de que cuando un estudiante obtiene una vacante en la UNMSM debe llevar el curso de Herramientas Informáticas (HINFO) donde se mantienen actualizado en temas como: Windows, Word, Excel, Power Point y Nuevas tecnologías (Centro de informática de la UNMSM, 2011). Además, el CINFO le ha dictado clases a trabajadores de distintas empresas, donde resaltan las siguientes:

- Ministerio de salud.
- Seguro social de salud del Perú.
- Organismo supervisor de inversión privada de telecomunicaciones.
- Autoridad nacional de agua.
- Perufarma.
- Corte suprema de justicia.
- Superintendencia nacional de los registros públicos.

Debido a que existe una necesidad de automatizar procesos, en el año 2004 la Unidad de Desarrollo de Software e Investigación, unidad de desarrollo del CINFO, desarrolló el Sistema de información de gestión académica (SIGA), el cual les sirvió para brindar un servicio de calidad y eficiencia. Este sistema cuenta con 3 módulos: Gestión académica, Gestión de inscripciones y Gestión administrativa (Área de desarrollo e Investigación del CINFO, 2004).

El sistema funcionó correctamente durante los primeros años, sin embargo, con el pasar del tiempo el sistema desarrollado empezó a presentar problemas, tal y como se puede ver en el Anexo 1. De estos problemas, a continuación, se detallan algunos de ellos:

- Registro innecesario de los alumnos ingresantes que ya han sido previamente registrados en otra dependencia de la UNMSM.
- Creación de aulas ficticias para la asignación de los cursos a desarrollarse.
- Creación de cursos ficticios para la asignación de los docentes que lo dictaran.
- Descuadre del certificado de estudio con la presencia de nombres largos.
- Impresión de certificados físicos que generan un costo para la empresa, así como el no poder brindar su servicio de forma online.
- Sistema de escritorio que imposibilita el trabajo remoto.

Además de ello, durante los siguientes años a la implementación del SIGA, surgieron cambios en las reglas de negocio que hicieron que el personal administrativo busque alternativas para la continuidad de la automatización de sus procesos. Problemas como los antes mencionados fueron afectando cada vez más las labores operativas del personal que interactuaban con el sistema, es por ello que las autoridades del CINFO han considerado el desarrollo un nuevo de sistema y con ello se busca ofrecer un mejor servicio, donde no solo los

alumnos se vean beneficiados, sino también, el personal que utiliza con el sistema y la UNMSM por la mayor rentabilidad que se tendría al captar una mayor cantidad de estudiantes.

El ciclo de vida un estudiante en el CINFO inicia con su registro en el SIGA y finaliza con la entrega de un certificado de estudio. Los certificados de estudios son documentos que validan que un estudiante finalizó satisfactoriamente un curso. Según el Anexo 1, las actividades que se realizan en el CINFO para la emisión de este documento, luego de la matrícula del alumno, son:

- A. Llenado del Acta de notas del curso correspondiente por parte del docente.
- B. Entrega del Acta de notas al personal administrativo.
- C. Llenado de las notas en el SIGA por parte del personal administrativo.
- D. Impresión de los Certificados de estudio.
- E. Entrega de los Certificado de estudio al alumno.

Esta paso a paso desarrollado por el CINFO, luego de un análisis realizado por ellos, presenta varios problemas, donde resaltan los siguientes:

- Compra innecesaria de Certificados de estudio que podrían ser entregados virtualmente con apoyo de la tecnología existente y que, además, implican un gasto en la compra de papel e impresoras, así como la gestión para la compra de los mismos.
- Preocupación por el almacenamiento, búsqueda y entrega de los Certificados de estudio por parte del personal administrativo del CINFO.
- Preocupación por la espera, recojo y almacenamiento del Certificado de estudio por parte del alumnado.

- Inexistencia de una funcionalidad en el sistema que le permita al docente ingresar constantemente las calificaciones obtenida por los alumnos para cada curso que tiene asignado.
- Necesidad de que todas las actividades se realicen en las instalaciones del CINFO debido a la utilización de una aplicación de escritorio.

Sin embargo, todas estas actividades podrían realizarse de otra manera con la existencia de un sistema web, el cual le permitiría al CINFO realizar todas estas actividades de la siguiente manera:

- A. Llenado del Acta de notas virtual del curso por parte del docente.
- B. Realización automática del Certificado de estudio por parte del sistema utilizando la Firma Digital.
- C. Entrega vía correo electrónico del Certificado de estudio al alumno.

1.2 Definición o formulación del problema

Actualmente el Centro de informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos no cuenta con un sistema web que le permita emitir certificados de estudios digitalmente.

1.3 Justificación del problema

El año 2000 se aprobó en el Perú la Ley N.º 27269 de Firmas Y Certificados Digitales la cual trajo consigo un gran cambio en cómo se firmar y da validez a un documento (Ley N.º 27269, 2000). Bajo este nuevo concepto, la manera en cómo se firmaba un documento cambio radicalmente.

La firma digital cuenta con los siguientes beneficios (Rojas Mezarina, 2014):

- El documento llega inalterado y completo a su destinatario.
- Solo el destinatario podrá dar validez al documento por medio de una llave secreta.

- La firma del documento no puede ser transferido a otro.
- Implica un menor tiempo de realización en comparación con la firma manual.

Además, actualmente el gobierno del Perú cuenta con la Plataforma Digital de Gestión Documental - Cero Papel, que forma parte de un programa para la reducción del uso de papel en las instituciones, sobre todo en las públicas y esto debido a la utilización de sistemas de trámite documentario digitales. La iniciativa ha sido promovida por la Presidencia del Consejo de Ministros e implementada por medio de la Secretaría de Gobierno Digital y se da en base al apoyo recibido por el RENIEC y otras instituciones del Sistema Nacional de Informática en la propagación de sistemas de gestión documental que utilizan firmas y certificados digitales. Para su puesta en marcha, en el año 2017 se desarrolló el Modelo de Gestión Documental, el cual fue aprobado por Resolución de Secretaría de Gobierno Digital N.º 001-2017-PCM/SEGDI. En esta resolución se definen los componentes y procesos para su implementación, lo que permitirá a las entidades vincular correctamente sus sistemas de trámite documentario a través de la Plataforma de Interoperabilidad del Estado (Plataforma digital única del Estado Peruano, 2020).

Es por ello que hoy en día en el Perú se vienen realizando muchos proyectos entorno a la Firma Digital y Cero Papeles, como sucede con el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) donde se está desarrollando el proyecto Cero Papeles. Tal y como se menciona en su página oficial, el proyecto Cero Papeles se desarrolló en el año 2016 para optimizar la gestión de documentos, reducir la utilización papeles, crear oficinas ecoeficientes y promover el uso del correo electrónico. Con todas estas características se espera conseguir procesos y servicios más eficaces y eficientes. (Responsabilidad Social +, 2016)

Además del proyecto antes mencionado, la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP) durante el año 2014 lanzó el Sistema Intermediación Digital (SID). Como

se menciona en la página de la SUNARP, el SID se implementó la Firma Digital para procedimientos que involucren al ciudadano, el notario y el registrador público. Con este sistema, se busca eliminar la falsificación de documento y la agilización de los trámites.

Ante la importancia que viene teniendo el uso de la Firma digital, en el año 2018, el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), con el fin de promover la utilización de la Firma Digital, firmó un contrato con el Ejército del Perú haciendo uso del Documento Nacional de Identificación Electrónico (DNIE). Este contrato tenía como fin mostrar al público cómo era posible firmar contratos sin la necesidad de que ambas personas estén en un mismo lugar, además el contrato establecía que el RENIEC brindaría DNIE a miembros del ejército con lo cual podrán firmar digitalmente documentos electrónicos. (Diario Gestión, 2018)

Durante el año 2020, lamentablemente en el mundo se originó una pandemia, lo cual obligó a las personas a permanecer en sus casas por mucho tiempo, saliendo únicamente para actividades esenciales. Esto trajo consigo que muchas actividades se realicen en línea como fue el caso de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde se pudo emitir diplomas digitales de títulos profesionales como parte de su proyecto Cero Papeles donde hacen uso de la firma digital. Este proyecto estuvo a cargo de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática e involucró al decanato, docentes, egresados, estudiantes, personal administrativo y al equipo del proyecto. Estos diplomas emitidos cuentan con dos características que son importantes de resaltar, la primera es que para garantizar su seguridad se hace uso de la firma digital y segunda es que cuenta con los estándares sobre grados y títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2020).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema web que permita al Centro de informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos emitir certificados de estudio digitales vía correo electrónico utilizando la Firma Digital.

1.4.2 Objetivos específicos o secundarios

- Realizar una encuesta sobre la satisfacción de los estudiantes ante la solución planteada en esta Tesis.
- Desarrollar los módulos: Gestión de alumnos, Gestión de cursos y Mantenimiento.
- Desarrollar la emisión de certificados de estudio vía correo electrónico utilizando la Firma Digital.
- Desarrollar un módulo para validar los certificados de estudios que fueron firmados utilizando la Firma Digital.
- Proyección de retorno de inversión e impacto que generaría la implementación del sistema.

1.5 Alcance del estudio

El alcance de la tesis es elaborar un proyecto que cubra el ciclo de vida del software, el mismo que inicia con el análisis de la satisfacción de los estudiantes con la solución planteada, continua con el levantamiento de requisitos del sistema web a desarrollar y finaliza con el desarrollo de un sistema web utilizando la Firma Digital que permitirá al CINFO emitir certificados de estudios que llegarán vía correo electrónico al estudiante automáticamente luego que el docente a cargo del curso registre la nota aprobatoria del alumno. Además, se busca dar a

conocer los beneficios de utilizar la firma digital y una cultura donde se elimina por completo la utilización del papel.

1.6 Organización de la tesis

La presente tesis está dividida en 5 capítulos, los cuales están organizados de la siguiente manera:

- Capítulo I: Presenta antecedentes del problema, definición del problema, objetivo general y objetivos específicos, justificación de la solución y alcance del estudio.
- Capítulo II: Presenta el marco teórico.
- Capítulo III: Presenta el estado del arte metodológico.
- Capítulo IV: Presenta el desarrollo de la solución o del estudio.
- Capítulo V: Presenta las conclusiones y recomendaciones.
- Capítulo VI: Presenta las referencias bibliográficas.

2 CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentarán conceptos entorno a Automatización de procesos, Firma digital, CINFO, Desarrollo de software y los que estos involucren. Estos conceptos ayudarán a entender el desarrollo de la solución que esta tesis plantea.

2.1 Sistemas de automatización de procesos

2.1.1 Proceso

Un proceso es un conjunto de tareas, interacciones y recursos con el objetivo de transformar las entradas en resultados que busquen generar valor a los clientes. Esto es elaborado por personas organizadas basado en un lineamiento, teniendo el apoyo tecnológico y manejo de información (Bravo Carrasco, 2011).

2.1.2 Sistemas de automatización

Un sistema de automatización es aquel sistema que permite que las tareas de producción, que normalmente se realizaban por operadores humanos, pasen a realizarse con elementos tecnológicos. Estos sistemas constan de dos partes principales (Ingeniería Técnica Industrial, s.f.):

- Parte operativa: Parte que actúa directamente sobre el sistema de automatización.
- Parte mando: Parte autónoma, la cual ha sido programada.

2.1.2.1 Impacto de los Sistemas de automatización

Las Tecnologías de la información (TI) se han convertido en la inversión más importante de todo el mundo. Actualmente las inversiones en TI han multiplicado en porcentaje en comparación con el total de las efectuadas durante los años 1980 y actualmente se invierte más de un tercio del total (Ochando, s.f.).

Gracias a los sistemas de automatización se podrá obtener los siguientes beneficios (Ingeniería Técnica Industrial, s.f.):

- Mejorar la productividad de la empresa, buscando reducir los costos de la producción y mejorando la calidad.
- Realizar las operaciones muy difíciles de controlar intelectual o manualmente.
- Hacer más fácil el mantenimiento de forma que la persona encargada no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

Además, un estudio europeo sobre productividad empresarial elaborado por Lexmark ha puesto en evidencia las deficiencias en las labores desarrolladas por los empleados. El estudio ha demostrado que las empresas que no utilizan algún sistema automatizado demuestran mayores problemas en cuanto al rendimiento, como una menor productividad y ciclos lentos de trabajo. (Revilla, 2013).

2.2 Firma Digital

2.2.1 Criptología

La Criptología es el estudio de los sistemas, claves y lenguajes ocultos o secretos. (Real Academia Española, 2014) Además, se entiende como la suma de criptoanálisis y criptografía.

2.2.1.1 Criptoanálisis

El criptoanálisis es el conjunto de técnicas utilizadas para descifrar un mensaje sin ningún conocimiento de los detalles de cifrado. También es comúnmente llamado “romper el código” (Stallings, 2013).

2.2.1.2 Criptografía

La Criptografía es la rama inicial de las Matemáticas y, actualmente, también es considerada de la Informática y de la Telemática, haciendo uso de métodos y técnicas con el

motivo principal de cifrar, es decir, poner en resguardo un mensaje o archivo a través de un algoritmo, usando una o más claves (Aguirre, 2006).

2.2.1.2.1 Criptografía Simétrica

La criptografía simétrica o criptografía de la clave secreta es un método criptográfico donde la clave usada para cifrar y descifrar el mensaje es la misma. Podemos observar en la Figura 1 que el esquema de la criptografía simétrica está conformado por (Stallings, 2013):

- **Texto original:** Este es el mensaje original que forma parte de la entrada en el algoritmo.
- **Algoritmo de cifrado:** Este es el algoritmo que realiza varias sustituciones y modificaciones sobre el texto plano.
- **Clave secreta:** Esta clave, además del Texto original, es un valor de entrada para el algoritmo de cifrado. La clave es un valor no relacionado con el texto original ni del algoritmo. La sustitución y transformación realizada por el algoritmo depende de la llave.
- **Texto cifrado:** Mensaje resultante producido como salida. Para un mensaje determinado y dos claves diferentes se tendrá como resultado dos criptogramas distintos. El texto cifrado es ininteligible.
- **Algoritmo de descifrado:** Este algoritmo funciona en reversa. Procesa el mensaje cifrado, la clave secreta y tiene como resultado el mensaje original.

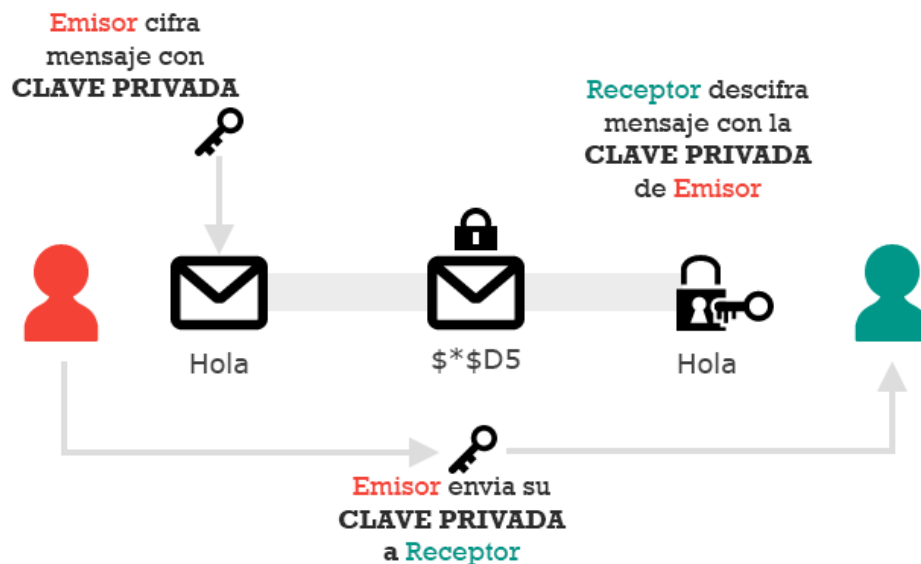


Figura 1. Esquema de criptografía simétrica (Amieva, 2015)

2.2.1.2.2 Criptografía Asimétrica

La criptografía asimétrica o criptografía de la clave pública es un método criptográfico donde las claves usadas para cifrar y descifrar el mensaje son diferentes, pero tienen relación para el descifrado. La criptografía asimétrica tiene la siguiente característica.

- Es imposible, por medio de computador, conocer la clave de descifrado teniendo solo conocimiento del algoritmo y su clave de cifrado.

Podemos observar en la Figura 2 que el esquema de la criptografía asimétrica está conformado por (Stallings, 2013):

- **Texto original:** Mensaje original que forma parte de la entrada del algoritmo.
- **Algoritmo de cifrado:** Algoritmo que efectúa modificaciones y cambios sobre el texto plano.

- **Clave pública y privada:** Par de claves elegidas de tal modo que una de ellas se utiliza para el cifrado, la otra se utiliza para el descifrado. El algoritmo realiza la sustitución y transformación que dependerá de la llave.
- **Texto cifrado:** Mensaje resultante producido como salida. Para un mensaje determinado, dos claves diferentes tendrán como resultado dos criptogramas distintos. El texto cifrado es ininteligible.
- **Algoritmo de descifrado:** Algoritmo de cifrado en reversa. Procesa el mensaje cifrado, la clave secreta y tiene como resultado el mensaje original.

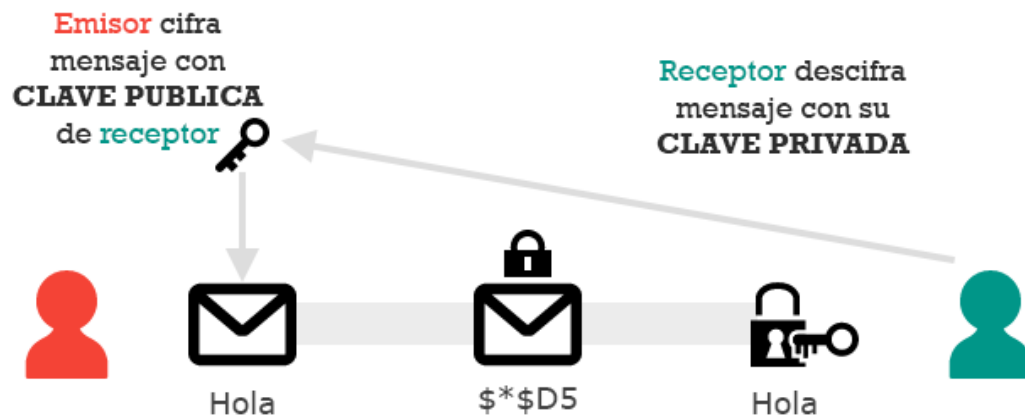


Figura 2. Esquema de criptografía asimétrica (Amieva, 2015)

Además, la criptografía asimétrica cuenta con algoritmos para su correcta realización. A continuación, definiremos dichos algoritmos.

2.2.1.2.2.1 Rivest, Shamir y Adleman (RSA)

Algoritmo desarrollado por Rivest, Shamir y Adleman y su principal complejidad radica en que no hay evidencia de una manera efectiva de factorizar números que surgen productos de dos grandes números primos.

Este algoritmo utiliza una función matemática donde el cálculo es sencillo, sin embargo, es complicado de invertir y la única forma de realizar el proceso inverso es haciendo uso de la clave privada. Estas funciones son conocidas como funciones trampa de un solo sentido pues requiere conocer la clave (Huguet Rotger, Rifà Coma, & Tena Ayuso, 2017).

2.2.1.2.2.2 Algoritmo de Firma Digital (DSA)

El DSA es un estándar desarrollado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos. Se define la firma digital DSA como el cálculo que de un conjunto de parámetros de dominio, una clave privada, un número secreto, datos a firmar, y una función de hash. Una firma digital es verificada usando los mismos parámetros de dominio, una clave pública que se asocia con la clave privada matemáticamente usada para generar la firma digital, los datos a ser verificados, y la misma función hash que se utilizó durante la generación de la firma (Varguese & Anjana S., 2013).

2.2.1.2.2.3 Criptografía de la Curva elíptica(ECC)

El algoritmo fue planteado por Neal Koblitz y Victor Miller de manera independiente. Lo planteado se basó en el logaritmo discreto. El cual presenta la siguiente ecuación:

$$a^b = c$$

La cual presenta una complejidad exponencial ya que los valores conocidos serán a y c. Estos valores a y c serán el equivalente a la clave pública y a la clave privada.

Por otro lado, tenemos a la ecuación de una curva elíptica

$$y^2 = x^3 + ax + b$$

La cual también presenta una complejidad exponencial ya que los valores conocidos serán a y c.

En función de estas dos ecuaciones, la ECC plantea que existirán un par de números que cumplan con la ecuación de la curva elíptica planteada y además con el logaritmo discreto a la vez. Este par de números que cumplan con ambas ecuaciones serán las que luego llamaremos las claves públicas y claves privadas (Huguet Rotger, Rifà Coma, & Tena Ayuso, 2017).

2.2.2 Función Hash

En la criptografía asimétrica se utilizan las funciones conocidas como hash o resumen. Los mensajes intercambiados pueden ser de gran tamaño, lo cual hace difícil la tarea de cifrado y por ello no se cifra el mensaje completo, sino un resumen obtenido luego de aplicar al mensaje una función hash.

Iniciando de un mensaje cualquiera, este se transforma mediante la función hash en un mensaje con un tamaño fijo (usualmente de 160 bits). Por tal motivo, el mensaje original se subdivide en pequeñas partes, donde cada una tendrá el tamaño de 160 bits, y una vez dividido se combinan para formar el mensaje-resumen, que tendrá un tamaño fijo de 160 bits. Este resumen de tamaño fijo es el que se procede a cifrar para la realización de la firma digital. (Taco Arias & Gamarra Ramirez, 2014)

2.2.3 Certificado digital

Documento digital emitido por una entidad autorizada o Entidad de Certificación. Este documento asocia un par de claves (una pública y otra privada) con una persona y, de esta forma, garantiza su identidad digital. Con la identidad digital, la persona puede realizar distintas acciones de comercio y gobierno electrónico con confianza, seguridad y valor legal (Registro Nacional de Identificación y Estado Civil, s.f.).

2.2.4 Firma electrónica

Símbolo basado en medios electrónicos que es utilizado para vincularse, autenticar y garantizar la integridad de un documento electrónico o un mensaje de datos, cumpliendo todas o algunas de las funciones que caracterizan a una firma manuscrita. (Iberico Suárez L. E., 2013)

2.2.5 Firma digital

Firma electrónica donde se utiliza una técnica de criptografía asimétrica para identificar al firmante y que ha sido elaborada por medios que éste mantiene en su poder, de esta forma la firma digital asocia únicamente al firmante y a la información enviada, lo que permite asegurar la integridad del contenido y localizar cualquier alteración. Tiene la misma validez jurídica que usar una firma manuscrita, siempre que haya sido creada por un Prestador de Servicios de Certificación Digital debidamente acreditado en la Infraestructura Oficial de Firma Electrónica. (Ley N.º 27269, 2000)

2.2.5.1 ¿Cómo funciona la Firma digital?

El procedimiento para realizar la firma digital se divide en dos subprocesos, la elaboración de la firma y la validación de la firma (Rojas Mezarina, 2014):

- **Primer subproceso: Realización de la firma**
 - A. A un documento se le aplica una función hash y se obtiene un resumen.
 - B. El resumen obtenido, se cifra con la clave privada del titular del certificado.
 - C. Se envía al destinatario el documento original, hash firmado y certificado.

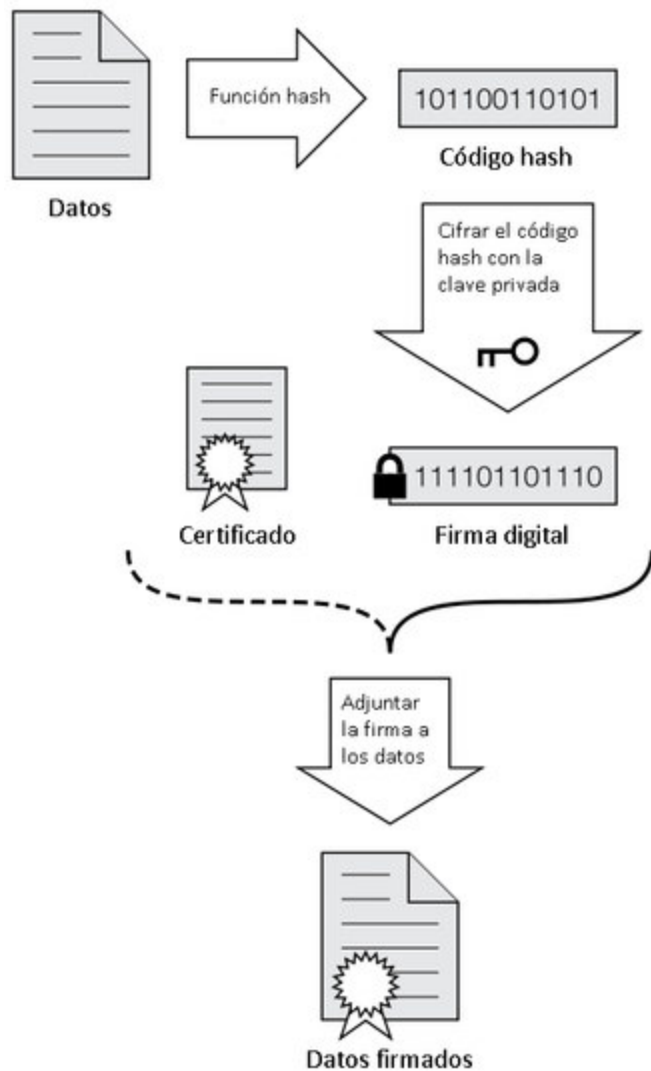
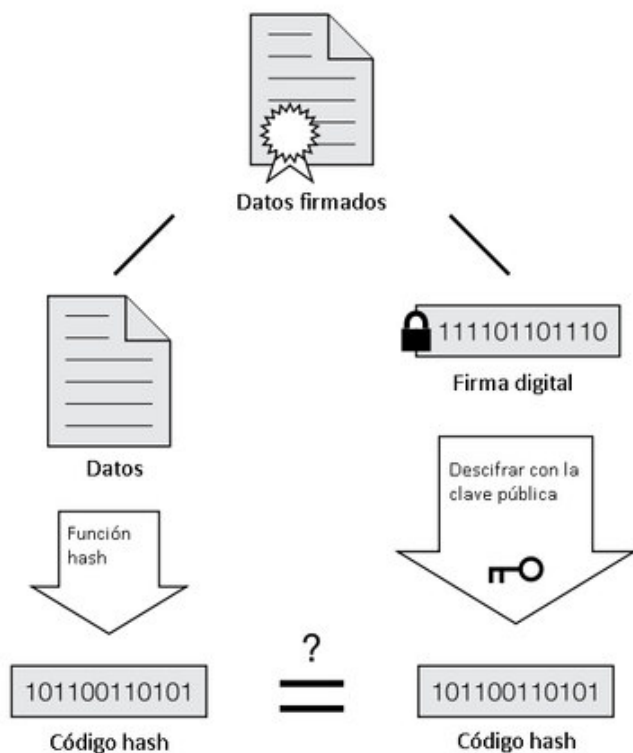


Figura 3. Realización de la Firma Digital (Jimenez Ortega, 2010)

- **Segundo subproceso: Comprobación de la firma**
 - A. El receptor recibe el documento original, el hash firmado y el certificado.
 - B. A partir del certificado, se extrae la clave pública del remitente, con la clave pública se desencripta el mensaje que había sido cifrado y resulta el hash que se obtuvo al inicio.
 - C. Se obtiene el hash a partir del documento original.
 - D. Comprobamos que el hash obtenido y el hash enviado sean idénticos.



Si los códigos hash coinciden, la firma es válida

Figura 4. Validación de la Firma Digital
(Jimenez Ortega, 2010)

2.2.5.2 ¿Qué ventajas y desventajas tiene la Firma Digital?

A continuación, se presentan las ventajas y desventajas más importantes (Priynka, Singhu, & Vani, 2012):

- Ventajas
 - Con el uso de la firma digital podemos eliminar la posibilidad de cometer fraude porque la firma digital no puede ser alterada.
 - El uso de una firma digital satisface algún tipo de requisito legal para que el documento en cuestión. Una firma digital se encarga de cualquier aspecto legal formal de ejecutar el documento.

- Aumenta la velocidad y la precisión de las transacciones.
- Las firmas digitales son un soporte electrónico de la firma que verifica que el paquete fue enviado por una determinada persona o empresa, o que la persona correcta en realidad firmo un documento. Estas firmas son seguras y legales, y pueden mejorar en gran medida su seguridad.
- Desventajas
 - El costo que debe tener el software debe ser necesario para codificar las firmas, y si usted está utilizando el hardware de modo que los clientes puedan firmar físicamente, entonces el costo sube aún más. Las firmas digitales son un costo adicional que deben sopesarse frente a los beneficios potenciales de seguridad.
 - Si sus empleados no están seguros de cómo utilizar una firma digital, entonces usted tendrá que pasar tiempo entrenando a ellos acerca de cómo funciona el proceso de la firma. Esto los llevará lejos de sus puestos de trabajo, que le cuesta dinero.
Adicionalmente, al igual que con todas las aplicaciones relacionadas con la informática, tarde o temprano habrá un problema en el sistema y necesitará que alguien solucione el problema. Si ninguno de sus empleados puede encontrar y corregir el problema, tendrá que contratar a alguien más para hacerlo.
 - Existe un claro consenso en que la tecnología digital la firma debe ser legalmente aceptable. Sin embargo, aún existen muchas preguntas sin respuestas en el campo legal.

2.2.5.3 ¿Cuál es el marco normativo de la Firma Digital en el Perú?

En el Perú, existe una norma que regula el uso de las firmas y certificados digitales, es la Ley 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo 052-2008-PCM, que brinda un marco regulatorio para la utilización de la firma

electrónica y firma digital, brindándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita.

En concordancia con el artículo 57.º del Reglamento de la Ley de Firmas y Certificados Digitales, aprobado por D.S. 052-2008-PCM, el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) ha sido seleccionado como la Autoridad Administrativa Competente (AAC) que tiene como función principal la implantación y buen funcionamiento de la Infraestructura Oficial de Firma Electrónica (IOFE) para lograr eficiencia, eficacia y transparencia en la gestión pública. Además, se busca promover su uso en el comercio electrónico.

Además, el artículo 28.º del Decreto Legislativo 1033 que aprueba la Ley de Organización y Funciones del INDECOPI, se le asigna a la Comisión de Normalización y Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias (CNB) la principal función de administrar la infraestructura oficial de firma electrónica, según lo estipulado en la normativa de la materia. Es por ello que se busca asegurar que con el funcionamiento de la “plataforma tecnológica para la administración y supervisión de la IOFE”, por parte de la AAC, se respaldan las transacciones del gobierno electrónico y que los actos jurídicos autenticados con el uso de firmas y certificados digitales tengan validez y eficacia jurídica (Rojas Mezarina, 2014).

2.2.5.4 Documento Nacional de Identidad Electrónico (DNIe)

Acredita la identidad de su titular, permite la firma digital de documentos electrónicos, y el poder realizar el voto electrónico. Además, el DNIe contribuye en la implementación de la Política Nacional de Gobierno Electrónico por medio de la identidad digital en las transacciones electrónicas, utilizando certificados digitales y asegurando el acceso eficiente y en cualquier

circunstancia a los servicios que brindarán las instituciones. (Registro Nacional de Identificación y Estado Civil, s.f.)



Figura 5. Documento Nacional de Identidad Electrónico (Registro Nacional de Identificación y Estado Civil, s.f.)

Para la obtención del certificado digital de un DNIe se utiliza un lector de tarjeta inteligente, que es un dispositivo que permite que la información del chip del DNIe pueda ser decodificada e interpretada por una computadora para su posterior utilización en lo que se requiera. (Writing, s.f.)

2.2.5.5 Cultura “Cero papeles”

En mayo del año 2014, la Presidencia del Consejo de Ministros por medio de su Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática, con el apoyo de RENIEC y otras instituciones del Sistema Nacional de Informática busca promover la iniciativa de la cultura “Cero Papel” y la utilización de Certificado Digitales, para lo que incentiva la implementación de Sistemas de Trámite Documentario, que hagan uso de la tecnología de Firma Digital. (Secretaría de Gobierno Digital, 2020)

Con la implementación de proyectos “Cero Papel” se busca incentivar (Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2014):

- Dividir los procesos y procedimientos administrativos.

- Eliminar el uso del papel en la gestión pública.
- Hacer que las instituciones públicas sean más eficaces.

Además, esto permitirá a las empresas:

- Incrementar la productividad.
- Dar un mejor uso a los espacios de trabajo y el almacenamiento.
- Hacer la información más accesible.
- Facilitar el trabajo en equipo y el teletrabajo.
- Fortalecer la seguridad de la información y el control que se tiene sobre los procesos.
- Ofrecer optimas herramientas para la toma de decisiones.
- Disminuir el impacto negativo en el medio ambiente.

2.3 Centro de informática de la UNMSM

2.3.1 Fundación

El Centro de Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (CINFO UNMSM) fue fundado el 19 de noviembre de 1997, con el objetivo de brindar servicios de capacitación en informática, desarrollo de software, soporte tecnológico de redes y todo lo que involucra el ecosistema de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). El CINFO UNMSM cuenta con programas para mejorar las competencias informáticas para el profesional de hoy en día basado en lo que exige el mercado laboral (Centro de informática de la UNMSM, 2010).

2.3.2 Organización

Actualmente el CINFO cuenta con el organigrama que se detalla en la figura 6.

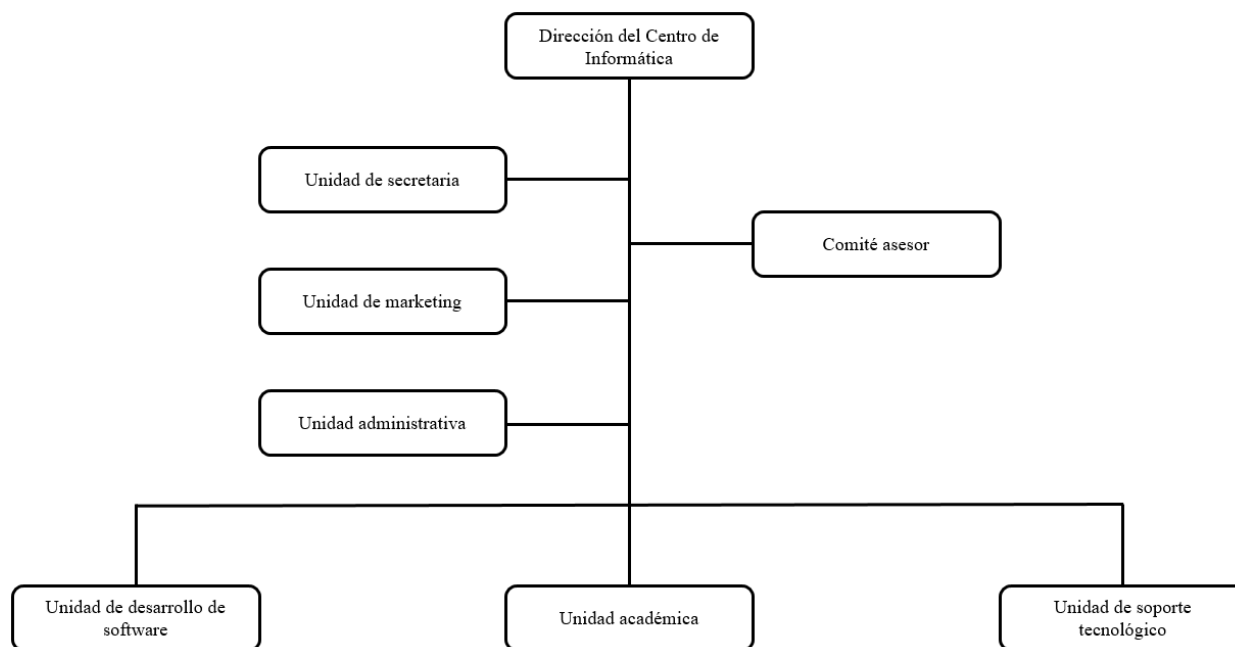


Figura 6. Organigrama del CINFO

2.3.3 Escenario actual

Actualmente el CINFO desarrolla cursos elaborados a la medida de cada organización, brindándoles como estrategia tener actualizados a sus trabajadores para su mejor desempeño y lograr un mayor apoyo en la toma de decisiones. Entre los principales cursos que se dictan en el CINFO se tiene (Centro de informática de la UNMSM, 2010):

- Ofimática
- Diseño gráfico web
- Programación – Hardware y Servidores
- Informática aplicada

2.4 Desarrollo de software

El Desarrollo de software implica la actividad clave de convertir la visión de un arquitecto de software en código de aplicación utilizable que genere el resultado requerido, funcione en las condiciones predefinidas, sea sólido y seguro, se ejecute dentro de los parámetros

especificados, y logre todo esto con eficiencia óptima y uso de los recursos disponibles (Microsoft, 2011).

2.4.1 Lenguaje de programación

Es un lenguaje que permite escribir un programa con el cual un procesador de computadora puede entender las instrucciones que este contiene. Los lenguajes de programación son usados por los programadores, que son los escritos y diseñadores de programas (Joyanes Aguilar & Zahonero Martinez, 2010).

Como ejemplo de lenguajes de programación se tiene a Java, C, C++, Python, C#, PHP, JavaScript, SQL, etc.

2.4.1.1 Framework

Estructura de software compuesta por componentes que son personalizables e intercambiables entre sí para el mejor desarrollo de una aplicación. Es decir, un framework se considera como una aplicación genérica incompleta y que se puede configurar de tal modo en que se le añada las últimas piezas para construir una aplicación sólida, la cual permite hacer más rápido el proceso de desarrollo, haciendo uso del código ya existente y promoviendo una cultura de buenas prácticas de desarrollo como lo es el uso de patrones (Gutiérrez, 2016).

2.4.2 Metodologías de desarrollo

Modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto con el fin de desarrollarlo con altas posibilidades de éxito. Esta comprende los procesos a seguir desde que inicia el desarrollo del software hasta conseguir el fin por el cual fue elaborado (Maida & Pacienza, 2015).

2.4.2.1 Metodologías tradicionales

Las metodologías tradicionales son aquellas que han surgido basando sus objetivos en la definición y el control del trabajo. Estas metodologías suelen caracterizarse por: Roles muy definidos por los participantes, Equipos de trabajo grandes, Fases de marcos de trabajo muy definido, entre otras. Como ejemplo de este tipo de metodología tenemos a *Rational Unified Process* (RUP), *Microsoft Solution Framework* (MSF) , entre otras. (Plaza, 2013)

2.4.2.1.1 Rational Unified Process

El Rational Unified Process (RUP) es una metodología desarrollada por Rational Software. Según IBM, esta metodología tiene las siguientes características (Rational Software, 2015):

- **Fases**
 - A. Fase de inicio: En esta fase se determina el caso de negocio para el sistema y el alcance que tendrá el proyecto. Con el fin de lograr este objetivo se tiene que encontrar el total de las entidades externas con las que el sistema tiene contacto y establecer como ocurre esta interacción a un nivel superior.
 - B. Fase de elaboración: En esta fase se busca analizar el rango del problema, determinar una base arquitectónica, elaborar el plan del proyecto y eliminar los elementos que representan un mayor riesgo en el proyecto.
 - C. Fase de construcción: En esta fase, todos los componentes adicionales y las características de la aplicación son desarrollan e integradas en el producto. Es importante mencionar que todas las características se prueban completamente.
 - D. Fase de transición: En esta fase se hace la transición del producto de software a la comunidad de usuarios. Debido a que, al usuario final, normalmente le suceden los

problemas que necesitan que se desarrollen nuevas versiones, corrijan algunos problemas o se finalicen las funciones que se habían pospuesto.

- **Fundamentos**

- Desarrollo de software iterativamente: Enfoque que permite hacer crecer progresivamente una solución efectiva en múltiples iteraciones.
- Gestionar requisitos: Descrito como obtener, organizar y documentar los requisitos de funcionalidad y restricción, rastrear y documentar las compensaciones y decisiones; y levantar y comunicar fácilmente los requisitos de negocio.
- Use arquitecturas basadas en componentes: Describe como elaborar una arquitectura robusta que, a su vez, puede ser flexible, cómoda al cambio, es intuitivamente comprensible y promueve una cultura para la utilización adecuada del software.
- Modelar visualmente el software: Las abstracciones visuales permiten entablar una comunicación de diferentes aspectos del software; los componentes del sistema deben estar relacionados; asegúrese de que guarden relación con el código; debe existir consistencia entre un diseño y su implementación; y el modelo promueva una comunicación inequívoca.
- Verifique la calidad del software: El bajo rendimiento de la aplicación y la baja confiabilidad son puntos similares los cuales impiden totalmente de las aplicaciones de software actuales. Ello tiene como consecuencia que la calidad tenga que revisarse en comparación a los requisitos se fundamenten en confiabilidad, funcionalidad, rendimiento de la aplicación y rendimiento del sistema.

- Controlar los cambios en el software: La capacidad de gestionar el cambio es estar seguro de la viabilidad de los cambios que deban realizarse, y realizar seguimiento de los cambios es primordial.
- **Roles**
No cuenta con roles específicos
- **Artefactos de documentación**
 - A. Fase de inicio: Documento de visión, modelado de caso de uso inicial, glosario inicial del proyecto, plan de proyecto, modelo de negocio y prototipos.
 - B. Fase de elaboración: Modelado de caso de uso avanzado, requisitos funcionales y no funcionales asociados a un caso de uso, descripción y prototipo de arquitectura de software y manual de usuario preliminar.
 - C. Fase de construcción: Manuales de usuario
 - D. Fase de transición: No se detalla documentación para esta fase.

2.4.2.1.2 Microsoft Solution Framework

Metodología desarrollada por Microsoft, esta metodología tiene las siguientes características (Microsoft, 2007):

- **Fases**
 - A. Fase de previsión: En esta fase se elaboran los objetivos para el proyecto y se crea una declaración de visión que tiene como objetivo definirlo por completo. Esta forma de verlo permite a los participantes del proyecto a dirigirse hacia una misma dirección. El equipo se reúne y sus miembros empoderan mediante la asignación de roles y responsabilidades.
 - B. Fase de planeamiento: En esta fase se analiza el contexto para diseñar una solución. Lo primordial de esta fase es realizar un plan detallado con el objetivo de garantizar el éxito

del proyecto. Además, se entrega una primera parte del plan maestro del proyecto que contiene todos los subplanos, como el plan de prueba y el plan de desarrollo.

- C. Fase de desarrollo: En esta fase se desarrollan componentes que requieren un nuevo planteamiento. En estos componentes se realizan cambios fundamentados en el cumplimiento de la sintaxis, el rendimiento y la seguridad. El entregable de esta etapa esta formada por el código y los ejecutables.
- D. Fase de estabilización: En esta fase todos los componentes se prueban en conjunto con el objetivo de garantizar que toda la solución funcione de manera correcta.
- E. Fase de implementación: En esta fase el equipo realiza la implementación de la solución y se asegura de su estabilidad y usabilidad. La solución probada se traslada al ambiente de producción y se transfiere al equipo de operaciones.

- **Fundamentos**

- Fomentar las comunicaciones abiertas: Dota a los miembros del equipo y los interesados de un ambiente donde la información es abierta y libre para evitar malentendidos y reducir la probabilidad de que el trabajo tenga que rehacerse.
- Trabajar hacia una visión compartida: Proporciona una fase (la fase de previsión) y un objetivo final distintivo (visión / alcance aprobado) con el fin de elaborar una visión compartida. La visión contiene el detalle de las metas y objetivos que la solución espera lograr. Una visión compartida resalta los supuestos para la solución que los miembros del equipo y los clientes.
- Empoderar a los miembros del equipo: Involucra a que los miembros del equipo acepten la responsabilidad y propiedad del trabajo que se les encarga.

- Establecer una responsabilidad clara y una responsabilidad compartida: Cada miembro comparte la responsabilidad del proyecto porque el proyecto puede funcionar incorrectamente debido a un error cometido por un solo miembro.
- Concéntrese en entregar valor comercial: La solución tiene que entregar valor a la empresa de manera comercial. Este tipo de valor se consigue únicamente, luego de que la solución se implementa completamente en el entorno de producción.
- Mantente ágil, espera un cambio: Se tiene como proyección que la solución ubicará cambios constantes luego de implementarse en el ambiente de producción. El equipo tiene que estar atento y listo para controlar dichos cambios.
- Invierte en calidad: Los miembros del equipo serán los responsables de las funcionalidades asignadas. Con el fin de dar por válida su calidad se forma un equipo encargado de las pruebas.
- Aprende de todas las experiencias: Se tiene evidencia de que las experiencias originadas en un proyecto deben usarse y compartirse con los distintos equipos de otros proyectos.
- **Roles**
 - Gestor de programas: Entregar la solución asumiendo las limitaciones que tiene el proyecto.
 - Desarrollador: Construir la especificación.
 - Tester: Aprobar el lanzamiento solo después de identificar y abordar todos los problemas de calidad del producto.
 - Usuario de experiencia: Mejorar la efectividad del usuario.
 - Gestor de liberación: Lograr una implementación fluida y operaciones continuas.
 - Gestor de producto: Satisfacer clientes.

- **Artefactos de documentación**

- A. Fase de previsión: Documento de visión/alcance, documento de estructura del proyecto y el documento de evaluación de riesgos.
- B. Fase de planeamiento: Documento de evaluación de riesgos actualizado, especificación funcional, plan maestro del proyecto y programa maestro del proyecto.
- C. Fase de desarrollo: Documentación de soporte.
- D. Fase de estabilización: Documentos para la fase de implementación.
- E. Fase de implementación: Actualización de documentos.

2.4.2.2 Metodología Agiles

Las metodologías ágiles son aquellas en la que existe una colaboración entre el cliente y el equipo de desarrollo de software, donde lo principal es satisfacer al cliente a partir de pequeñas entregas que permitan al equipo de desarrollo recibir una retroalimentación del producto entregado. Esta retroalimentación que recibe el equipo de desarrollo le permite entregar un mejor producto final en comparación al que se entregaría sin recibir una retroalimentación por parte del cliente. Como ejemplos de este tipo de metodologías tenemos a Scrum, Programación extrema, entre otras (Dingsoyr & Lassenius, 2016).

2.4.2.2.1 Scrum

Un proyecto Scrum esta determinado por la colaboración entre un equipo con el objetivo de crear un nuevo producto, servicio u otro resultado que debe ser especificado en la visión del proyecto. Esta metodología cuenta con las siguientes características (Satpathy, 2016).

- **Fases**

- Inicio: En esta fase se da la creación de la visión del proyecto, la declaración de la visión, la identificación del Scrum Master y las partes interesadas, se forma el equipo Scrum, se definen las épicas y se realiza el plan para realizar el lanzamiento del producto.
- Plan y estimación: En esta fase se da la creación de historias de usuario, su aprobación, estimación y confirmación, la creación de tareas, su estimación y la creación del Sprint Backlog.
- Implementación: En esta fase se da la creación de los entregables, los Daily Standup y la actualización de la priorización del Product Backlog.
- Revisión y retrospectiva: En esta fase se convoca una reunión de Scrum de Scrum, se da la demostración, validación y retrospectiva del Sprint.
- Lanzamiento: En esta fase ocurre la entrega del proyecto y la retrospectiva del mismo.
- **Fundamentos**
 - Control empírico de procesos: Este principio realiza la filosofía central de Scrum basada en las ideas centrales de transparencia, inspección y adaptación.
 - Autoorganización: Este principio se centra en que los colaboradores pueden entregar un valor notablemente mayor cuando se autoorganizan y ello da como resultado de una aceptación del equipo y propiedad compartida; y se busca crear un ambiente donde exista la innovación y creatividad el crecimiento de los colaboradores.
 - Colaboración: Este principio se basa en tres dimensiones principales relacionadas con el trabajo colaborativo: conciencia, articulación y apropiación
 - Priorización basada en valores: Este principio permite que Scrum brinde el mayor valor comercial, desde el comienzo y durante todo el proceso del proyecto.

- Time-boxing: Este principio describe cómo el tiempo es considerado una limitante en Scrum, y se utiliza para poder gestionar eficazmente la planificación y ejecución de proyectos. Los elementos con límite de tiempo en Scrum incluyen Sprints, Reuniones diarias Standup, Reuniones de planificación de Sprint y Reuniones de revisión de Sprint.
- Desarrollo iterativo: Enfatiza en cómo administrar de la mejor forma los cambios y elaborar productos que cumplan con las necesidades del cliente.
- **Roles**
 - A. Roles principales
 - Product Owner: Es la persona que tiene a su cargo maximizar el valor comercial del proyecto.
 - Scrum Master: Es el guía, facilitador y quien se encarga de educar en las buenas prácticas de Scrum a todo aquel que está involucrado en el proyecto.
 - Scrum Team: Es el equipo de personas quienes tienen la responsabilidad de comprender los requisitos indicados por el Product Owner para luego presentar los entregables del proyecto.
 - B. Roles no principales
 - Stakeholder: Término que hace referencia al conjunto de clientes, usuarios y patrocinadores que comúnmente interactúan con el equipo central de Scrum y participan en el proyecto a lo largo de su desarrollo.
 - Scrum Guidance Body: Función no usada frecuentemente, que usualmente se utiliza en una agrupación de documentos y/o un conjunto de conocedores que generalmente participan en el planteamiento de objetivos que están ligados con la calidad, las regulaciones del gobierno, la seguridad y otras métricas organizacionales clave.

- Vendors: Incluyen las personas u organizaciones externas que proporcionando productos y / o servicios que no forman parte del eje central de la organización.
- Chief Product Owner: Rol en grandes proyectos con múltiples Equipos Scrum. Este rol es quien tiene la responsabilidad de facilitar el trabajo de varios propietarios de productos y de mantener la justificación comercial para proyectos más grandes.
- Chief Scrum Master: Persona responsable de la coordinación de las actividades comunes con Scrum en grandes proyectos, lo que puede necesitar de múltiples equipos Scrum para el trabajo simultaneo.

- **Artefactos de documentación**

Esta metodología recomienda el uso solo de la documentación que sea necesaria.

2.4.2.2.2 Programación extrema

Extreme Programming (XP) es un marco de desarrollo de software ágil, el cual cuenta con el fin de producir software de calidad y calidad de vida para el equipo encargado del desarrollo. XP es el tiene un mayor detalle en comparación con otros marcos ágiles en relación con las buenas prácticas de ingeniería, las mismas que son apropiadas para el desarrollo de software. Esta metodología tiene las siguientes características (Agile Alliance, s.f.).

- **Fases**

Primero, comience describiendo los resultados deseados del proyecto haciendo que los clientes definan un conjunto de historias. A medida que se crean estas historias, el equipo estima el tamaño de cada historia. Esta estimación de tamaño puede proporcionar una indicación del valor relativo que el cliente puede usar para determinar la prioridad de las historias.

Si el equipo identifica algunas historias que no pueden estimar porque no entienden todas las consideraciones técnicas involucradas, pueden introducir un pico para hacer una

investigación enfocada en esa historia en particular o en un aspecto común de varias historias. Los picos son períodos cortos de tiempo separados para realizar investigaciones sobre un aspecto particular del proyecto. Los picos pueden ocurrir antes de que comiencen las iteraciones regulares o junto con las iteraciones en curso.

Luego, todo el equipo se reúne para crear un plan de lanzamiento que todos consideran razonable. Este plan de lanzamiento es un primer paso sobre las historias que se entregarán en un trimestre en particular, o lanzamiento. Las historias entregadas deben basarse en el valor que proporcionan y las consideraciones sobre cómo se apoyan entre sí varias historias.

Luego, el equipo se lanza a una serie de ciclos semanales. Al comienzo de cada ciclo semanal, el equipo (incluido el cliente) se reúne para decidir qué historias se realizarán durante esa semana. El equipo luego divide esas historias en tareas que se completarán dentro de esa semana.

Al final de la semana, el equipo y el cliente revisan el progreso hasta la fecha y el cliente puede decidir si el proyecto debe continuar o si se ha entregado un valor suficiente.

- **Fundamentos**

- Comunicación: Al igual que en un equipo de algún deporte, donde lo principal está en transferir la comunicación de un miembro a otro, el desarrollo de software tiene este principio.
- Sencillez: La simplicidad significa "¿qué es lo más simple que funcionará?" El objetivo es no realizar una mala utilización y realizar solo cosas totalmente necesarias, como mantener el diseño del sistema lo más simple posible con el fin de facilitar el mantenimiento, respaldo y revisión.

- Realimentación: Por medio de comentarios constantes, o diarios, un equipo se auto enriquecen y esto les permite mejorar e identificar sus buenas prácticas.
- Valor: Kent Beck definió el valor del coraje como "acción efectiva frente al miedo" (Programación extrema explicada, pág. 20) y evidencia una tendencia que está basada en distintos principios con el fin de no perjudicar al equipo.
- El respeto: El respeto mutuo es importante para comunicarse entre sí. De esta forma se asegura proporcionar y aceptar comentarios que mejoren la relación y trabajar juntos para identificar diseños y soluciones eficientes.
- **Roles**
 - Cliente: Este rol es responsable de la toma de las decisiones comerciales que tienen relación con el proyecto donde está incluido las características del sistema, los criterios de aceptación, el financiamiento disponible y el orden de entregas de las funciones.
 - Desarrollador: Debido a que XP no tiene mucha necesidad de definir roles, todos los miembros del equipo (con la excepción del cliente y un par de roles secundarios que se enumeran a continuación) son etiquetados como desarrolladores. Los desarrolladores tienen la responsabilidad de elaborar las historias de usuario.
 - Tracker: El objetivo principal de este rol es mantener un seguimiento de las métricas importantes que el equipo considera necesarias para seguir su progreso e identificar áreas de mejora.
 - Coach: Por lo general, es un consultor externo o alguien de la organización que ha utilizado XP y está dentro en su equipo para apoyar en guiar a los demás en el desarrollo de esta metodología y colaborar a su equipo a preservar su autodisciplina.
- **Artefactos de documentación**

La simplicidad indicada en los Fundamentos también se aplica para la documentación, por lo que se debe comentar el código en lo necesario de tal manera que este autodocumentado.

3 CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se presentarán tesis de diferentes autores los cuales exponen cómo ellos decidieron darle solución a un problema en particular utilizando la Firma Digital, donde los criterios a considerarse serán: Estado del arte del autor, motivación del autor, descripción del aporte del autor, proceso para resolver el problema considerado por el autor y observaciones y/o críticas al trabajo del autor. Finalmente, se muestra un cuadro comparativo donde se resumirá esta sección para su mejor comprensión.

1. Autor(s): Taco Arias Luis Alfredo

Título: Publicación y compartimiento de documentos digitales en un sistema web utilizando firmas digitales y protocolos de seguridad de red, en universidades privadas, caso:

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez 2017

Universidad: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Tipo: Maestría

Año: 2019

- Estado del arte del autor

El estado de arte del autor es la firma digital como una tecnología que permite garantizar 3 aspectos acerca de la seguridad de los documentos digitales. Estos 3 aspectos son: integridad del documento, autoría del documento y no repudio de parte del autor. Además de ello, los protocolos de seguridad de red son usados para encriptar y proteger toda comunicación existente entre un cliente y un servidor, con esto se puede salvaguardar la confidencialidad de un medio de acceso global como es internet. Con esta tecnología y protocolo de seguridad, el autor indica que

una institución, en este caso en particular, podrá tener la certeza de que los autores de los documentos publicados no han sido suplantados.

- Motivación del autor

La motivación del autor es el riesgo que con lleva a las actividades académicas y administrativas de una universidad, la cual utiliza información de los documentos de internet, la cual está expuesta a todo tipo de ataques informáticos y en varias ocasiones se desconoce los peligros a los cuales se está expuesto, debido a que estos documentos pueden ser modificados sin nuestra autorización o pueden existir casos de suplantación de identidad. Es en tal escenario que surge la criptografía como una manera de proteger la información y varios estudios surge una técnica llamada firmas digitales, la cual garantiza tres aspectos de seguridad en los documentos digitales: integridad del documento, autoría del documento y no repudio de parte del autor.

Por otro lado, los protocolos de seguridad de red son usados para encriptar y proteger toda comunicación existente entre un cliente y un servidor, con esto podemos salvaguardar la confidencialidad en un medio de acceso global como es internet.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es el desarrollo de un sistema web que utiliza la firma digital y protocolos de seguridad de red, usados para encriptar y proteger toda comunicación existente entre un cliente y un servidor, para publicar y compartir documentos digitales en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, el cual nos permitirá conocer quiénes son los autores de los documentos con la certeza de que no han sido suplantados.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El proceso para resolver el problema considerado por el autor inició con un análisis sobre la realidad de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, donde se evaluaron dos puntos, uno es la gestión documental y dos, los problemas administrativos de la gestión documental.

Luego, se continuo con el desarrollo de un prototipo. Para esto se inició con la elección de la plataforma de TI donde se menciona que el sistema se implementara con protocolo SSL y que la clave privada y certificados digitales serán usados de acuerdo a los estándares PKCS y X.509. Además, se menciona que en cuanto al software se escogió como plataforma de desarrollo Java J2EE, como servidor de aplicaciones Tomcat, como base de datos PostgreSQL, como framework backend Spring MVC e Hibernate, como framework frontend bootstrap y librerías como JQuery y Bouncy Castle. A continuación, se realizó el análisis apoyándose en casos de uso, para lo que el autor identifico 6 módulos que son los módulos de documentos, conexión SSL, de usuario, de contactos, de notificaciones y de reportes. Finalmente se especificó el diagrama de clases, diagramas de secuencia, diagrama entidad relación, diagrama de componentes y diagrama de despliegue para continuar con el desarrollo del sistema.

Para finalizar los pasos que siguió el autor, se continuo con una capacitación al personal administrativo, el cual tuvo dos sesiones. Luego se realizó una encuesta que se dividió en 4 secciones: usabilidad, fiabilidad, eficiencia y seguridad, siendo los resultados satisfactorios. Además, se presenta un análisis de los nuevos costos que tendrían estos documentos con la implementación del nuevo sistema web.

- Observaciones y/o criticas

Considero que el autor debió realizar un análisis sobre las tecnologías que utiliza en su implementación, ya que, según la información mostrada en la tesis, estas tecnologías son

elegidas sin algún criterio que sustente su elección. Además, en la sección de estado del arte, solo se mencionan términos en base a la firma digital, sin embargo, si bien el pilar de la tesis es la firma digital, esto no quita que se utilicen otros conceptos para el entendimiento de la solución que plantea esta tesis.

Por otro lado, a nivel del desarrollo realizado, no se menciona la utilización de una metodología de desarrollo, la cual le hubiera permitido llevar un mejor orden y obtener un mejor resultado al tener que cumplir con todas las exigencias que implica la utilización de una metodología.

2. Autor(s): Jamanca Chávez Addo Misael y Ríos Damián Tito Gabriel

Título: Diseño y desarrollo de una aplicación web para apoyar la gestión de permisos del sistema BIOSIS desarrollado por la empresa Juvitec – Chiclayo, tomando como caso de estudio la implementación realizada en el Ministerio de Educación – sede Lima.

Universidad: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Tipo: Pregrado.

Año: 2019.

- Estado del arte del autor

El estado de arte del autor es la Firma Digital como aquella firma electrónica que utiliza una técnica de criptografía asimétrica, fundamentada en el uso de un par de claves únicas. Estas claves, una privada y otra pública, están relacionadas matemáticamente entre sí, de tal manera que las personas que conocen la clave pública no podrán obtener de ella la clave privada.

Esta tecnología nos proporciona autenticidad, integridad y no repudio de los documentos electrónicos. Permite, además, utilizar Internet como un medio seguro para la administración electrónica y el comercio electrónico.

- Motivación del autor

La motivación del autor es la inexistencia de un proceso fiable que permita al Ministerio de Educación tener un control en las asistencias del personal. El proceso de control de asistencia en las instituciones, tanto públicas como privadas, es un proceso vital pues a través de este proceso se mantiene el compromiso de cumplimiento de las labores de los empleados, además, permite aplicar las sanciones cuando el empleado comete una falta a las políticas establecidas

(tardanzas, inasistencias injustificadas, salidas sin autorización) que va desde una leve amonestación, descuentos del salario laboral o hasta la separación del empleado de la institución. Es ante este escenario que toma valor la existencia de una forma fiable y confiable de gestionar los permisos solicitados por un empleado. Ante esta problemática el autor propone el desarrollo de un sistema web para ayudar en la gestión de permisos del sistema de control de asistencia BIOSIS y para brindar la fiabilidad y confiabilidad que los permisos requieren se hará uso de la firma digital.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es el desarrollo de una aplicación web para la gestión de los permisos utilizando la firma digital. Este aplicativo permite a los empleados que cuenten con un usuario, registrar sus solicitudes de permiso en la aplicación y esta solicitud será revisada de acuerdo a los requisitos que tenga el tipo de permiso que figura en la solicitud, cada tipo de permiso tiene asignado un flujo de aprobación que contiene las instancias por las que debe ser aprobada. Cuando la solicitud de permiso ha sido revisada y aprobada por todas las instancias, el jefe de la oficina del empleado que solicitó el permiso firmará digitalmente el permiso y de esta forma se validará el permiso otorgado, además, al contar con una firma digital, permitirá garantizar la identidad del firmante, así como la integridad de la información, la confidencialidad de los datos y el no repudio de la información.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El autor inició con un análisis de cómo funciona actualmente el proceso de gestión de permisos, terminado este análisis se procedió a identificar las deficiencias y se realizó la

propuesta de un nuevo proceso. Luego, se procedió a detallar los requerimientos funcionales y no funcionales para cada módulo que tendrá el sistema: módulo de gestión de permisos, módulo de flujo de aprobación de permisos, módulo de gestión de firma digital, módulo de gestión de empleados, módulo de mensajería y módulo de reportes. Además, se listaron las restricciones o limitantes funcionales.

Se continuó realizando una comparación entre las metodologías PMBOK y SCRUM, donde, según el análisis realizado por el autor, la metodología SCRUM es mejor al contar con características como: solapamiento de actividades, visión del producto, adaptación y rápida respuesta a los cambios, enfoque centralizado en mostrar resultado constantemente y equipo de trabajo pequeño.

Luego, se definió y desarrollo la metodología Scrum para poder continuar con la evaluación de la plataforma de desarrollo donde se seleccionó el entorno de desarrollo, arquitectura de software y modo de firmado digital.

Finalmente, el autor muestra las pantallas del sistema desarrollado a fin de dar a mostrar el sistema que se implementó y termina mostrando los resultados de sus pruebas realizadas.

- Observaciones y/o críticas

Considero que el autor debió detallar toda la parte teórica en una sección o capítulo aparte, ya que hace uso de la parte donde detalla el desarrollo de la solución para definir y explicar algunos términos, herramientas o tecnologías que está utilizando. Además, se evidencia una falta de citas sobre las fuentes de donde ha adquirido la información, esto es algo muy importante ya que le dará fiabilidad a todo lo que pueda decir su documento. Algo que se resalta

del trabajo, es el detalle con el que se desarrolló la metodología que se evidencia en la información que da a conocer sobre el trabajo realizado.

3. Autor(s): Aguilar Alcarráz Gino Brehan

Título: Implementación de un modelo simplificado de firma digital basado en la tecnología PKI y la invocación por protocolos caso de estudio: Municipalidad de Miraflores.

Universidad: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Tipo: Pregrado.

Año: 2016.

- Estado del arte del autor

El estado del arte del autor es la Firma Digital como una tecnología que permite mejorar en una empresa la seguridad de la información y esto se debe a que la Firma Digital permite asegurar la integridad, autenticidad y confidencialidad de los datos. Con la implementación de esta tecnología se elimina el uso del papel y se consigue que estos mismos documentos sean digitalizados y enviados por medio del correo electrónico o, por ejemplo, seguir un ciclo de vida dentro de un sistema que utiliza documentos digitales y se busca que estos no pierdan su valor legal. Además, esto permite a las organizaciones ahorrar tiempo y costo en la compra de papel, almacenamiento de documentos y en personal dedicado a la gestión que involucra estas actividades.

- Motivación del autor

La motivación del autor es la inexistencia de un sistema que permita a la Municipalidad de Miraflores gestionar sus documentos de una manera más segura y, además, eliminar el uso del papel. Para ello se basó en la emisión de una ley que regula el uso de la Firma Digital en el Perú en donde detalla que los beneficios que se obtiene al hacer uso de esta nueva tecnología.

En el estudio que realizó el autor, identificó que la Municipalidad de Miraflores tiene una gran demanda de papel por las unidades organizativas, las cuales imprimen y firman constantemente documentos.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es la implementación de un módulo web donde haciendo uso de la Firma Digital permitió a la Municipalidad de Miraflores emitir documentos firmados digitalmente con valor legal gracias a que hace uso de un software acreditado ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI).

Con esta propuesta la Municipalidad de Miraflores ya no tendrá la necesidad de utilizar la cantidad de papel que utilizaba antes, ya que ahora los documentos que antes imprimían y se firmaban manualmente, pasaron a realizarse automáticamente y enviados vía correo electrónico.

El autor también menciona la importancia de su implementación al no tener dependencia de otra tecnología y, con ello, hacer el software más adaptable. Además, el autor recomienda replicar el trabajo realizado en otras instituciones que también cuenten con un flujo de trabajo basado en web.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El autor empezó realizando un análisis de cómo se encontraba actualmente la Municipalidad de Miraflores a nivel de tecnologías, listando así el Sistema operativo y el navegador que contaba por el Lado Cliente, la interface de desarrollo y lenguaje de programación por el Lado Aplicación y todos los componentes existentes por el Lado Servidor.

Luego, procedió a elegir el Lenguaje de programación, el algoritmo de cifrado, algoritmo de Firma Digital, contenedor criptográfico y definiendo la arquitectura que tendrá el módulo web de Firma Digital.

Finalmente, el autor procedió a instalar todos los softwares necesarios para su desarrollo e implementó la solución planteada. Es importante resaltar que el autor muestra el código usado para cada paso de su desarrollo y el funcionamiento del mismo.

- Observaciones y/o críticas

Considero que el autor al hacer una implementación debió mostrar datos estadísticos de cómo afectó a la Municipalidad de Miraflores el uso de un módulo web. Por ejemplo, pudo haber mostrado datos estadísticos de cuanto papel dejó de comprarse desde que se implementó su solución o hacer un estudio de la satisfacción de las personas que, en vez de recibir un documento físico, ahora reciben un documento vía correo electrónico.

Por otro lado, a nivel del desarrollo realizado, no se menciona la utilización de una metodología de desarrollo, la cual le hubiera permitido llevar un mejor orden y obtener un mejor resultado al tener que cumplir con todas las exigencias que implica la utilización de una metodología.

4. Autor(s): Tuisku Salminen

Título: Firma digital de documentos como servicio

Universidad: Universidad Metropolitana de Ciencias Aplicadas

Tipo: Pregrado

Año: 2016

- Estado del arte del autor

El estado del arte del autor es la firma digital como una nueva tecnología que ha permitido firmar documentos digitalmente en vez de hacerlo a mano, consiguiendo así que, en vez de realizarlo de la forma tradicional, se pueda realizar digitalmente a través de un servicio web teniendo el mismo valor que una firma a mano. Para la implementación de esta tecnología, se debe respetar lo establecido en la ley para que el documento firmado sea válido legalmente. Esta tesis fue desarrollada en Finlandia y el gobierno ha desarrollado un servicio que se conoce con el nombre de Vetuma y para su utilización se requiere realizar un contrato con el gobierno para obtener los derechos de uso.

- Motivación del autor

La motivación del autor es la inexistencia de un software que le permita al presidente de la Universidad Metropolitana de Ciencias Aplicadas el firmado automático de diplomas de los cerca de 3000 estudiantes que se gradúan anualmente en la variedad de carreras que brinda esta Universidad. Además, estos diplomas también son firmados por algunos otros miembros del personal de la Universidad incluidos en el proceso, como el jefe del programa de estudios del graduado. Haciéndose de esta forma un proceso muy tedioso al realizarse manualmente.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es un software que le permite a la Universidad Metropolitana de Ciencias Aplicadas firmar diplomas utilizando la firma digital a través de un servicio web. El servicio se diseñó de la manera en que la utilización de la firma digital era un módulo separado, por lo que su uso también podría extenderse a otros documentos. La autenticación del firmante se maneja a través del servicio Vetuma (Software desarrollado por el gobierno finlandés) mediante el uso de una tarjeta HST (Identificación digital de una persona).

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El proceso para resolver el problema que considera el autor inicia con un análisis sobre cómo funciona actualmente el proceso para la obtención de un diploma, posteriormente a eso, el autor indica el nuevo proceso que se obtendrá con la utilización del software que se desarrollará.

Luego se detallan la tecnología a usarse en este desarrollo que es JSF 2.0. Además, se menciona distintas herramientas de desarrollo como Apache Maven, Apache Tomcat, Apache Subversion, MySQL.

Finalmente, se menciona el desarrollo realizado.

- Observaciones y/o críticas

Considero que el autor debió mencionar en el desarrollo de su trabajo, la revisión de trabajos previos, para que de esa forma pueda obtener un mejor conocimiento sobre trabajos ya realizados y pueda él tomarlo como referencia en el suyo, ya que se evidencia una ausencia de orden en la redacción del procedimiento que realizó. Además, es importante que, para la

utilización de una herramienta o tecnología, esta se compare con otras, a fin de identificar cual es mejor según las características del proyecto que se piensa desarrollar.

Finalmente, considero que el autor debió utilizar una metodología de desarrollo a fin de llevar un trabajo más ordenado y obtener mejores resultados al cumplir con todo lo requerido en una metodología.

5. Autor(s): Palomeque Ávila John Guillermo

Título: Implementación de certificados y firmas digitales para sistemas de información transaccionales en una empresa gubernamental.

Universidad: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Tipo: Posgrado.

Año: 2015.

- Estado del arte del autor

El estado del arte del autor es la Firma digital como una tecnología que permite que los documentos sean digitalizados sin perder su valor legal. La utilización de esta tecnología tiene como beneficio que se ahorre tiempo en el firmado de documentos y mejoras en las labores cotidianas que se realizan en las empresas o entidades públicas, sin embargo, se debe tener presente que esta tecnología crea nuevos retos que deben ser considerados en donde se vayan a implementar. Por otro lado, el autor indica que, en su estudio al tratarse de una implementación en una entidad pública, se debe tener presente las regulaciones, obligaciones, leyes, disposiciones y reglamento interno de la institución ya que estas tienen un impacto directo sobre la forma en que cómo se utiliza una nueva tecnología.

- Motivación del autor

La motivación del autor es la inexistencia de un sistema que permita la legalización de los documentos que forman parte de las labores cotidianas de la entidad pública en estudio. Una diversidad de documentos llega constantemente a las oficinas de trabajo de la institución y si bien, al autor le parece una acción simple, existe la posibilidad de que este proceso se entorpezca

o retrase, y ante la avalancha de documentos que se genera, el autor menciona que existe una necesidad de fomentar la tendencia “Cero papeles”, lo que permitirá tener un mayor control sobre los documentos, además de un correcto seguimiento durante su ciclo de vida en el sistema.

- Descripción del aporte del autor

El aporte del autor es un sistema web que permite, a través de un canal *Transport Layer Security* (TLS), firmar documentos transaccionales utilizando un dispositivo que permite asegurar la operación en un sistema de información por medio de un certificado digital. De esta manera, se le permite a la institución pública lo siguiente: Disminución en el tiempo de espera de la legalización de documentos, disminución de gastos en papelería y aumentar la confianza en la seguridad de los sistemas informáticos transaccionales que se utilicen.

- Proceso para resolver el problema considerado por el autor

El proceso para resolver el problema considerado por el autor inició analizando la situación del sistema logístico, el cual tiene como actividades del “ciclo logístico” la determinación de la necesidad, la obtención del producto o servicio y la distribución, es en este ciclo donde el autor identificó la necesidad de la implementación de un sistema que pueda legalizar los documentos involucrados. Luego continuó con el levantamiento de los requerimientos para la implementación del sistema web, es en este punto donde se analizan los procesos que involucran los documentos legalizables para su posterior elección y trabajar en base ello.

Como parte de la implementación, el autor empezó detallando el paso a paso de lo que es necesario realizar en el sistema para poder firmar un documento, esto como parte del diseño.

Luego, el autor continuo con la elección de todo lo necesario para la firma digital, partiendo de la elección de una Autoridad Certificadora y finalizando con el algoritmo criptográfico que contará la firma digital. Después, continuo con la especificación de la infraestructura donde se almacenaría el aplicativo web, esta especificación incluía tanto software, como hardware. Por el lado de software mencionó el lenguaje de programación, frameworks a utilizarse y APIs y por el de hardware, mencionó el dispositivo a usarse para la validación de la firma digital, así como el tipo de arquitectura que utilizaría.

Finalmente, con lo detallado, el autor realizó el desarrollo del aplicativo web.

- Observaciones y/o criticas

Considero que el autor debió darle más énfasis al desarrollo de su solución, ya que en la mayoría del documento describe las actividades realizadas de la entidad pública. Por otro lado, si bien menciona las tecnologías utilizadas, el autor no detalla cómo fueron las elecciones de las mismas, además de no especificar si es que hace la utilización de algún framework para las tecnologías elegidas. Finalmente, considero que el autor debió utilizar una metodología de desarrollo a fin de llevar un trabajo más ordenado y obtener mejores resultados al cumplir con todo lo requerido en una metodología.

A continuación, se muestra en la Tabla 1 un cuadro comparativo donde se resume esta sección para su mejor comprensión.

Tabla 1

Cuadro comparativo del Estado del Arte

Criterios	(Taco Arias L. A., 2019)	(Jamanca Chavez & Rios Damian, 2019)	(Aguilar Alcarráz, 2016)
Estado del Arte	El estado de arte del autor es la firma digital como una tecnología que permite garantizar 3 aspectos acerca de la seguridad de los documentos digitales. Estos 3 aspectos son: integridad del documento, autoría del documento y no repudio de parte del autor. Además, existen protocolos de seguridad de red son usados para proteger toda comunicación entre un cliente y un servidor.	El estado de arte del autor es la Firma Digital como aquella firma electrónica que utiliza una técnica de criptografía asimétrica, fundamentada en el uso de un par de claves únicos. Estas claves, una privada y otra pública, están relacionadas matemáticamente entre sí, de tal manera que las personas que conocen la clave pública no podrán obtener de ella la clave privada.	El estado del arte del autor es la Firma Digital como una tecnología que permite mejorar la seguridad de la información de una empresa y esto se debe a que se pueda asegurar la integridad, autenticidad y confidencialidad de los datos.
Motivación del autor	La motivación del autor es el riesgo que con lleva a las actividades académicas y administrativas de una universidad la utilización de la información de los documentos de internet.	La motivación del autor es la inexistencia de un proceso fiable que permita al Ministerio de Educación tener un control en las asistencias del personal.	La motivación del autor es la inexistencia de un sistema que permita a la Municipalidad de Miraflores gestionar sus documentos de una manera más segura y el querer eliminar el uso del papel.
Descripción del aporte del autor	El aporte del autor es el desarrollo de un sistema web que utiliza la firma digital y protocolos de seguridad de red, usados para encriptar y proteger toda comunicación existente entre un cliente y un servidor, para publicar y compartir	El aporte del autor es el desarrollo de una aplicación web para la gestión de los permisos utilizando la firma digital.	El aporte del autor es la implementación de un módulo web donde, haciendo uso de la Firma Digital, la Municipalidad de Miraflores pudo emitir documentos firmados digitalmente con valor

documentos digitales en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

legal gracias a que hace uso de un software acreditado ante el INDECOPI.

Proceso para resolver el problema considerado por el autor	El autor inició con un análisis sobre la realidad de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Luego, se continuo con el desarrollo de un prototipo. Para esto se inició con la elección de la plataforma de TI y software a utilizarse. A continuación, se hizo un análisis sobre las funcionalidades a desarrollarse planteándose así casos de uso. Finalmente se desarrolló el sistema web planteado.	El autor inicio con un análisis de cómo funciona actualmente el proceso de gestión de permisos identificando así las deficiencias y propone un nuevo proceso. Luego detalla los requerimientos funcionales y no funcionales para cada módulo planteado del sistema para continuar con la elección de la metodología de desarrollo, plataforma de desarrollo. Finalmente, el autor muestra capturas del sistema desarrollado.	El autor empezó realizando un análisis de cómo se encontraba actualmente la Municipalidad de Miraflores. Luego, procedió a elegir el lenguaje de programación, el algoritmo de cifrado, algoritmo de Firma Digital, contenedor criptográfico y la arquitectura que tendrá el módulo web de Firma Digital. Finalmente, el autor implementó la solución planteada.
Observacion es y/o críticas	Considero que el autor debió realizar un análisis sobre las tecnologías que utiliza en su implementación, ya que, según la información mostrada en la tesis, estas tecnologías son elegidas sin algún criterio que sustente su elección.	Considero que el autor debió detallar toda la parte teórica en una sección o capítulo aparte, ya que hace uso de la parte donde detalla el desarrollo de la solución para definir y explicar algunos términos, herramientas o tecnologías que está utilizando.	Considero que el autor al hacer una implementación debió mostrar datos estadísticos de cómo afectó a la Municipalidad de Miraflores el uso de un módulo web.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4 CAPITULO IV. APORTE TEORICO

La solución que se plantea en esta tesis es la elaboración de un Sistema Web que le brinde al CINFO una herramienta para la emisión de certificados de estudio haciendo uso de la tecnología de la Firma Digital.

Para ello, se iniciará con la selección de la metodología de desarrollo, arquitectura de desarrollo, lenguaje de programación, frameworks y algoritmo criptográfico, donde se evaluará distintas tecnologías, así como, sus ventajas y desventajas de cada una de estas. Además, se tiene planificado realizar una encuesta a los alumnos del CINFO a fin de conocer su apreciación sobre la solución que plantea esta tesis. Para ello, se realizará el cálculo de la cantidad de estudiantes a encuestar y se elaborará una encuesta.

Finalmente, en el siguiente capítulo, se mostrarán los resultados obtenidos durante la encuesta, el detalle de la aplicación de la metodología de desarrollo seleccionada y una simulación del Sistema Web desarrollado a fin de poner en evidencia su correcto funcionamiento, además, se mostrarán el costo que tendría el Sistema Web y cómo el CINFO recuperaría la inversión.

El marco metodológico detallado anteriormente, se resume en la Figura 7.

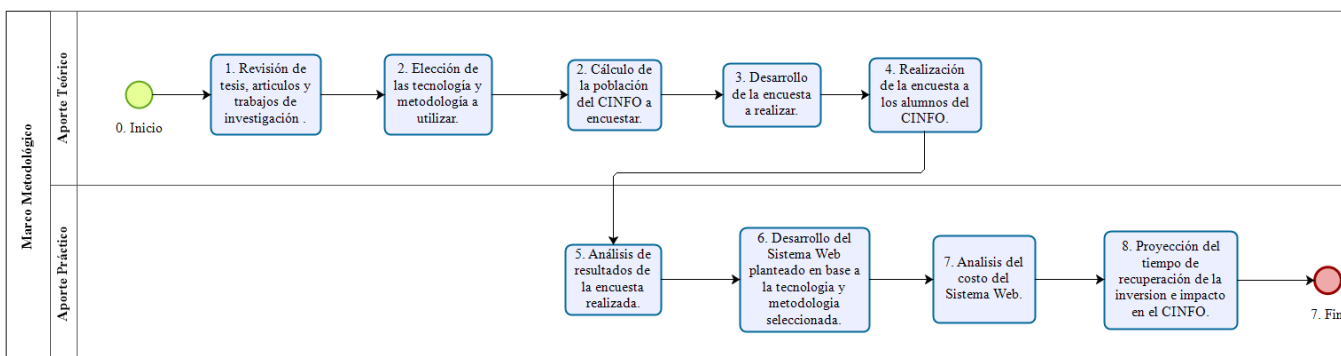


Figura 7. Marco metodológico

(Elaboración propia)

4.1 Metodología de desarrollo

Actualmente existen las metodologías tradicionales y las metodologías ágiles. En (Plaza, 2013) se menciona que las metodologías tradicionales son aquellas que han surgido basando sus objetivos en la definición y el control del trabajo. Estas metodologías suelen caracterizarse por: Roles muy definidos por los participantes, Equipos de trabajo grandes, Fases de marcos de trabajo muy definido, entre otras.

Por otro lado, en (Dingsoyr & Lassenius, 2016) se describe a las metodologías ágiles como aquellas en la que existe una colaboración entre el cliente y el equipo de desarrollo de software, donde lo principal es satisfacer al cliente a partir de entregas en plazos cortos que permitan al equipo de desarrollo recibir una retroalimentación del producto entregado. Esta retroalimentación que recibe el equipo de desarrollo le permite entregar un mejor producto final en comparación al que se entregaría sin recibir una retroalimentación por parte del cliente.

Además, en (Papadopoulos, 2015) se menciona que las metodologías tradicionales de desarrollo de software son inflexibles y no están preparadas para las solicitudes inmediatas de los clientes. En cambio, las metodologías de software ágil brindan buenas prácticas que tienen como objetivo permitir adaptaciones rápidas a los requerimientos modernos de desarrollo de productos.

De acuerdo con las características del proyecto a desarrollarse, el enfoque que se consigue con cada tipo de metodología de desarrollo y la flexibilidad ante las solicitudes del cliente, se llega a la conclusión que las metodologías a analizar para la solución que plantea esta tesis serán las metodologías ágiles.

En (Dingsoyr & Lassenius, 2016) se inicia con el concepto y beneficios que se obtiene con las entregas continuas, característica principal de las metodologías ágiles. Basándose en ello, los autores realizan un análisis sobre estas metodologías teniendo en cuenta el interés relativo a

lo largo del tiempo. Para este análisis, ellos consideraron las búsquedas realizadas en Google Trends y las realizadas en la base de datos científica Scopus.

Los resultados obtenidos se pueden visualizar en las figuras 5 y 6.

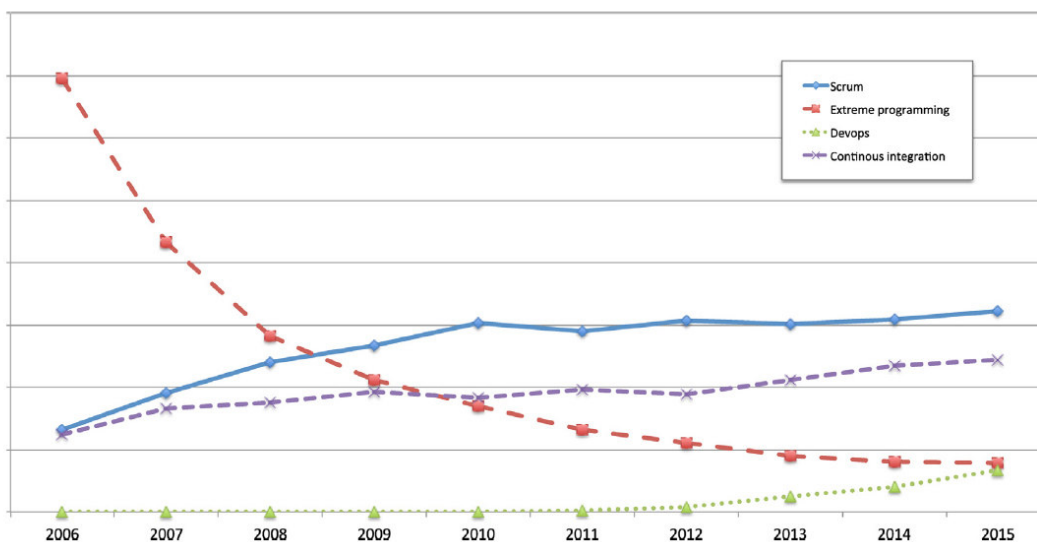


Figura 8. Interés relativo basado en búsquedas en Google Trends (Dingsoyr & Lassenius, 2016)

Como se observa en la Figura 8, del año 2006 al 2015 la metodología de desarrollo Scrum se considera como la que ha tenido mayor acogida por parte del público y esto demuestra el valor que le dan. Además, se menciona dos términos importantes, Devops e Integración continua, que alimentan en gran medida el concepto que hoy en día se tiene sobre metodología ágil.

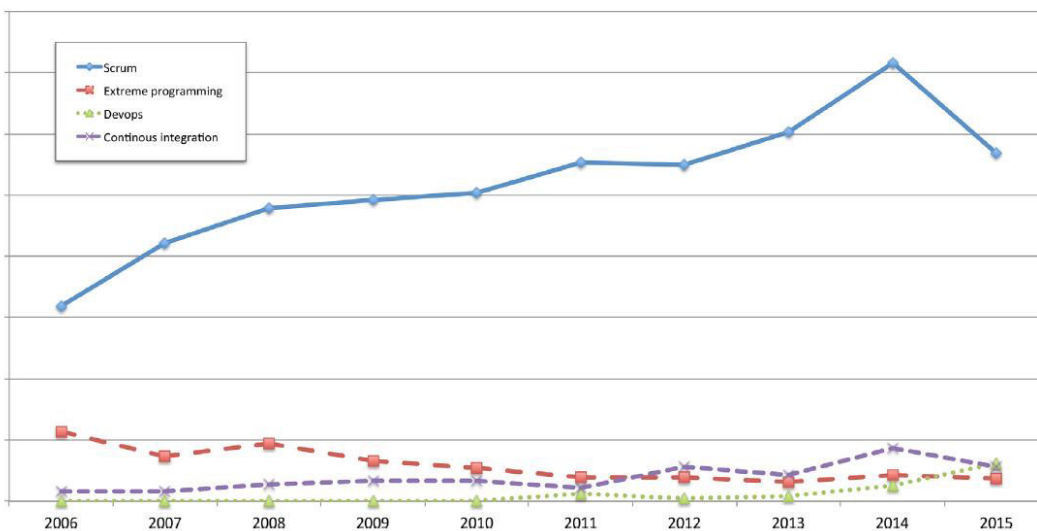


Figura 9. Interés relativo basado en búsquedas en la base de datos científica Scopus (Dingsoyr & Lassenius, 2016)

Como se observa en la Figura 9, del año 2006 al 2015 se han realizado un mayor número de búsquedas de la metodología Scrum en esta base de datos científica Scopus. Esto es un dato muy importante ya que muestra el interés por el público de obtener información veraz sobre esta metodología. Además, como en el caso anterior, los términos: Devops e Integración continua, van tomando valor también en esta plataforma.

De acuerdo con las características del proyecto a desarrollarse y, además, considerando los resultados de los estudios realizados sobre las metodologías ágiles más resaltantes durante este tiempo, se llega a la conclusión que la metodología a utilizarse para la solución que plantea esta tesis es Scrum.

4.2 Arquitectura de desarrollo

En (Sharmaa, Kumarb, & Agarwal, 2015) se menciona que el Ciclo de Vida del Desarrollo de Software (SDLC) es el que permite garantizar la confiabilidad, el rendimiento, la escalabilidad, la funcionalidad y la capacidad de mantenimiento del software. Aunque todas las fases de SDLC tienen su propia importancia, la arquitectura del software sirve como base para

cada una de estas fases. En base a ello, los autores realizaron un análisis de las arquitecturas de software que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Arquitecturas de software analizadas

Tipo de aplicación	Arquitectura de software
Memoria compartida	Pizarra
	Centrado en los datos
	Basado en reglas
Sistema distribuido	Cliente – servidor
	Arquitectura basada en el espacio
	Igual a igual
	Arquitectura nada compartida
	Broker
	Transferencia de estado representacional
	Orientado a servicios
Mensajería	Impulsado por eventos
	Mensajería asincrónica
	Publicar – suscribir
Estructurado	Basado en componentes
	Tubos y filtros
	Basada en la aplicación monolítica
	Basado en capas
Sistema adaptable	Complementos
	Reflexión
	Microkernel
Sistema moderno	Arquitectura para computación grid
	Arquitectura multi-tenencia
	Arquitectura para Big-Data

Nota. Fuente: (Sharmaa, Kumarb, & Agarwal, 2015)

Para este análisis se consideraron los siguientes atributos de calidad: Complejidad, fiabilidad, escalabilidad, funcionalidad, eficiencia, portabilidad, usabilidad y mantenibilidad. Los resultados del estudio realizado muestran las arquitecturas y sus áreas de aplicación. Esta información se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Arquitecturas de software y sus áreas de aplicación

Arquitectura de software	Área de aplicación
Pizarra	Inteligencia artificial
Cliente – servidor	Aplicaciones web
Basado en componentes	Estructurado
Tubos y filtros	Estructurado
Impulsado por eventos	Mensajería, sistema distribuido
Basado en capas	Estructurado
Computación en la nube	Sistema distribuido
Arquitectura para Big Data	Aplicaciones basadas en Big Data
Arquitectura para computación Grid	Distribuido

Nota. Fuente: (Sharmaa, Kumarb, & Agarwal, 2015)

En base a la solución que plantea esta tesis, las áreas de aplicación de cada arquitectura y las características de cada una de las arquitecturas que se resaltan en el estudio realizado, las arquitecturas analizadas serán Cliente – servidor y la arquitectura basada en capas. Para cada una de estas arquitecturas, los resultados obtenidos para los atributos de calidad mencionados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Resultados obtenidos en las arquitecturas Cliente–servidor y Basada en capas

Atributos de calidad	Arquitecturas de software	
	Cliente - servidor	Basado en capas

Complejidad	Medio	Bajo
Fiabilidad	Alto	Alto
Escalabilidad	Medio	Medio
Funcionalidad	Alto	Alto
Eficiencia	Alto	Alto
Portabilidad	Medio	Medio
Usabilidad	Alto	Alto
Mantenibilidad	Medio	Alto

Nota. Fuente: (Sharmaa, Kumarb, & Agarwal, 2015)

De acuerdo con las características del proyecto a desarrollarse y, además, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el estudio realizado sobre las distintas arquitecturas de software, se llega a la conclusión que la arquitectura a utilizarse para la solución que plantea esta tesis es la arquitectura basada en capas.

4.3 Lenguaje de programación

Teniendo en cuenta que la arquitectura de software seleccionada es la arquitectura basada en capas, en (Hinojosa Tinoco, 2013) se da a conocer que Java es un lenguaje de desarrollo de software que permite implementar una solución empresarial y que, además, cuenta con algunas características que hicieron que el autor elija este lenguaje para la implementación de la arquitectura basada en capa que se plantea en su investigación. Estas características, son las siguientes:

- Tiene servicios estándar y tecnologías de soporte.
- Cuenta con una variedad de framework para cada capa de la arquitectura basada en capas.
- Presenta contenedores que permiten orientar la preocupación del desarrollador solamente en la lógica del negocio.
- El despliegue de aplicativos se realiza por medio de archivos especiales que empaquetan archivos que contienen todo lo necesario.

Además, en (Taco Arias & Gamarra Ramirez, 2014) los autores concluyeron que el lenguaje de programación Java, para el sistema web que permite intercambiar documentos utilizando la firma digital, es el que mejor se adecua al escenario planteado en su tesis. La elección del lenguaje de programación por parte de los autores se basó en la investigación que realizaron, donde por medio de un estudio en el cual consideraron como criterios el costo, seguridad, herramientas y framework, robustez y velocidad de respuesta. Esta información se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Resultados de la comparación de lenguajes de programación.

Lenguaje de programación	Costo	Seguridad	Herramientas y framework	Robustez	Velocidad de respuesta	Total
Java	5	5	4	4	3	4.44
ASP.Net	2	5	5	4	4	3.82
PHP	5	3	3	3	4	3.73

Nota. Fuente: (Taco Arias & Gamarra Ramirez, 2014)

Además, en (TIOBE, 2018) mensualmente se publica una lista de lenguajes de programación basándose en la cantidad de ingenieros calificados alrededor del mundo que lo utilizan, cursos y proveedores externos. Los motores de búsqueda más famosos como Google, Bing, ¡Yahoo !, Wikipedia, Amazon, YouTube y Baidu son utilizados para elaborar las calificaciones. Es importante señalar que el resultado de TIOBE no se refiere al mejor lenguaje de programación.

Los lenguajes que ocupan los primeros 5 lugares para el mes de octubre del año 2018 son:

1. Java
2. C
3. C++

4. Python
5. Visual Basic .NET

De acuerdo con las características del proyecto a desarrollarse y, además, teniendo en cuenta los beneficios, experiencias de otros autores y el reconocimiento de los distintos ingenieros calificados, se llega a la conclusión que el lenguaje de programación a utilizarse para la solución que plantea esta tesis es Java.

4.4 Frameworks de desarrollo

En (Hinojosa Tinoco, 2013) se propone algunos frameworks para ser utilizados en cada capa de la arquitectura basada en capas. A continuación, se muestra en la Tabla 6 las características de los frameworks con la respectiva capa a la que pertenecen.

Tabla 6

Frameworks y sus características según la arquitectura basada en capas

Capa	Framework	Característica
Capa de persistencia	Mybatis	No permite realizar ORM. Utiliza SQL para las consultas a BD. Curva de aprendizaje baja. Alto rendimiento. Alta adaptabilidad a los cambios en el modelo de datos.
	Hibernate	Permite realizar ORM. Utiliza HQL para las consultas a BD. Curva de aprendizaje alta. Alto rendimiento. Adaptabilidad promedio a los cambios en el modelo de datos.
Capa de negocio	Spring	Fácil configuración. Manejo de transacciones. Permite la programación orientada a aspectos. Soporta clase para la elaboración de unidades de prueba.

Capa de presentación	Spring MVC	<p>Curva de aprendizaje alta.</p> <p>Implementa su estructura sobre Interfaces.</p> <p>Clara separación de los roles.</p> <p>Ofrece la integración de distintas estructuras además de JSP.</p> <p>Cuenta con flexibilidad, adaptabilidad y no intrusión.</p>
	JSF	<p>Estándar presentado por Sun.</p> <p>Curva de aprendizaje baja.</p> <p>Desarrollo de nuevas bibliotecas gracias a la riqueza y flexibilidad del framework.</p> <p>Constituye un marco de trabajo para el patrón MVC.</p> <p>Código muy parecido al HTML.</p> <p>Conversión automática de tipos de dato.</p> <p>Eventos ejecutados en el lado del servidor.</p>

Nota. Fuente: (Schalk, 2005) , (Pivotal Software, s.f.) , (Hinojosa Tinoco, 2013) y (Tutorials Point, s.f.) .

De acuerdo con las características del proyecto a desarrollarse y, además, teniendo en cuenta las características mencionadas de los frameworks, se llega a la conclusión que los frameworks a utilizarse para la solución que plantea esta tesis son Mybatis para la capa de persistencia, Spring para la capa de negocio, y JSF para la capa de presentación.

4.5 Algoritmo criptográfico

Según lo mencionado en (Dolendro Singh & Manglem Singh, 2015) , (Varguese & Anjana S., 2013) y (Taco Arias & Gamarra Ramirez, 2014) , actualmente los algoritmos criptográficos más utilizados son Criptografía de la Curva Elíptica, Algoritmo de Firma digital(DSA) y Rivest, Shamir y Adleman (RSA). A continuación, se muestra en la Tabla 7 las características de los algoritmos criptográficos.

Tabla 7

Características de los algoritmos criptográficos

Algoritmo criptográfico	Característica
Criptografía de la Curva Elíptica	La clave generada cuenta con una longitud de 160 bits. Su algoritmo se basa en la utilización de la fórmula matemática que define una Curva Elíptica. Más rápido que los otros algoritmos criptográficos.
Algoritmo de Firma digital (DSA)	La clave generada cuenta con una longitud de 1024 bits. Su algoritmo sirve para firmar más no para cifrar la información. Requiere mucho más tiempo de procesamiento en comparación con el RSA.
Rivest, Shamir y Adleman (RSA)	La clave generada cuenta con una longitud de 1024 bits. Su algoritmo se basa en tener que factorizar un número grande. Requiere un tiempo de procesamiento promedio entre los algoritmos mostrados.

Nota. Fuente: (Dolendro Singh & Manglem Singh, 2015) , (Varguese & Anjana S., 2013) y (Taco Arias & Gamarra Ramirez, 2014)

De acuerdo con las características del proyecto a desarrollarse y, además, teniendo en cuenta las características mencionadas de los algoritmos criptográficos, se llega a la conclusión que el algoritmo criptográfico a utilizarse para la solución que plantea esta tesis es RSA.

4.6 Planificación de encuesta

La encuesta por realizarse tiene como fin calcular la cantidad de estudiantes que están de acuerdo en que los certificados de estudio se entreguen de forma digital y ya no físicamente.

Según diversos portales web como surveymonkey.com, questionpro.com y feedbacknetworks.com la fórmula para el cálculo de la población a encuestar es la siguiente:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde:

N: Tamaño de la población.

e: Margen de error

p: Porcentaje o variabilidad

z: Puntuación.

Para mayo del año 2019, el CINFO cuenta con un total de 300 estudiantes, los cuales formarían parte del tamaño de la población. En cuanto al margen de error, se ha considerado un 8%. Para la variabilidad, según lo portales antes indicados, se recomienda usar el valor de 50% para las encuestas que se realizan por primera vez. Para la puntuación, se muestra en la tabla 8 los valores que podría tener de acuerdo con el nivel de confianza.

Tabla 8

Puntuación según el nivel de confianza deseado

Nivel de confianza	Puntuación
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Nota. Fuente: (SurveyMonkey, s.f.) y (QuestionPro, s.f.)

Según las fuentes mencionadas, el valor más común a elegirse para el nivel de confianza es del 95% y, por lo tanto, la puntuación correspondiente es de 1.65.

Resumiendo, los valores a utilizarse para el cálculo de la muestra serían los siguientes:

N: 300

e: 0.08 (8%)

p: 0.5 (50%)

z: 1.65

$$100.02 = \frac{\frac{1.65^2 \times 0.5(1 - 0.5)}{0.08^2}}{1 + \left(\frac{1.65^2 \times 0.5(1 - 0.5)}{0.08^2 \times 300}\right)}$$

Según lo calculado, el tamaño de la muestra sería 100 estudiantes.

Con la metodología de desarrollo, arquitectura de software, lenguaje de programación, frameworks, algoritmo criptográfico para la firma digital y la cantidad de estudiantes a encuestar, se tiene todo lo necesario para empezar con el desarrollo de la solución que plantea esta tesis.

5 CAPITULO V. APOORTE PRÁCTICO

En esta sección se mostrarán los resultados de la encuesta y el paso a paso que se siguió para el desarrollo planteado en esta tesis, según la definición dada en el Capítulo IV.

5.1 Ejecución de encuesta

Se inició coordinando el apoyo del CINFO, para lo cual se realizaron las gestiones para que desde la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática se envíe una carta al director del CINFO (ver Apéndice 1) solicitando facilidades para el desarrollo de esta tesis.

La encuesta se realizó considerando los siguientes puntos: datos generales como nombres, edad, sexo y área en la que estudian o laboran y 11 preguntas sobre si están de acuerdo con la solución que planteaba esta tesis, así como, si tienen conocimiento sobre algún término o tecnología utilizada actualmente para la realización de documentos digitales (ver Apéndice 2).

Se consiguió encuestar a 115 estudiantes del CINFO, donde los resultados fueron los siguientes (ver Apéndice 3):

A. Datos generales

- El 40% de los encuestados son del sexo masculino y el 60% del femenino.

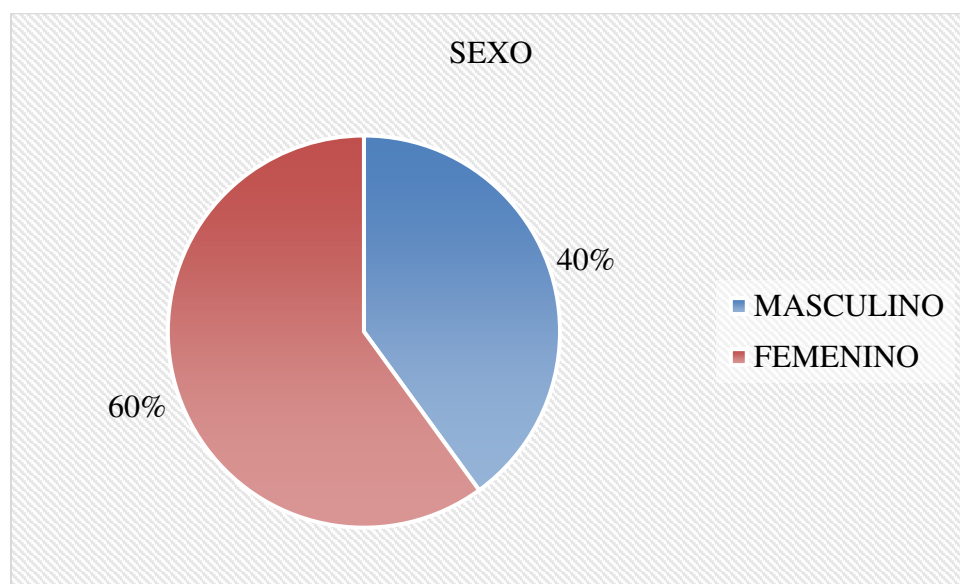


Figura 10. Resultados sobre el sexo de los encuestados.
(Elaboración propia)

- El 54% de los encuestados tiene menos de 20 años, el 29% entre 20 y 30 años, el 8% entre 31 y 40 años, el 6% entre 41 y 50 años y el 3% más de 50 Años.

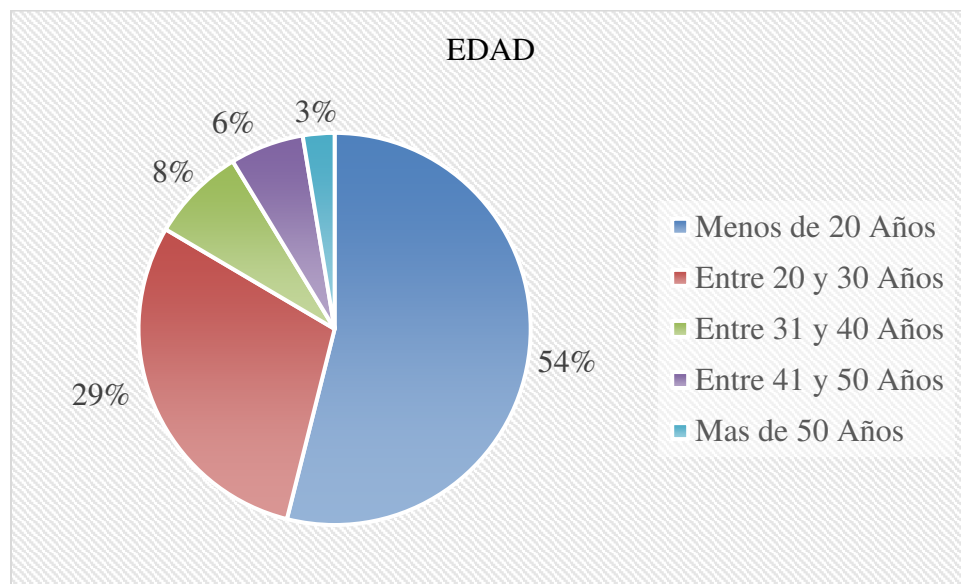


Figura 11. Resultados sobre las edades de los encuestados.
(Elaboración propia)

- El 39% de los encuestados indicó Otra, el 32% indicó el área Médica, el 10% indicó el área Educativa, otro 10% indicó el área Tecnológica y el 9% indicó el área Administrativa.

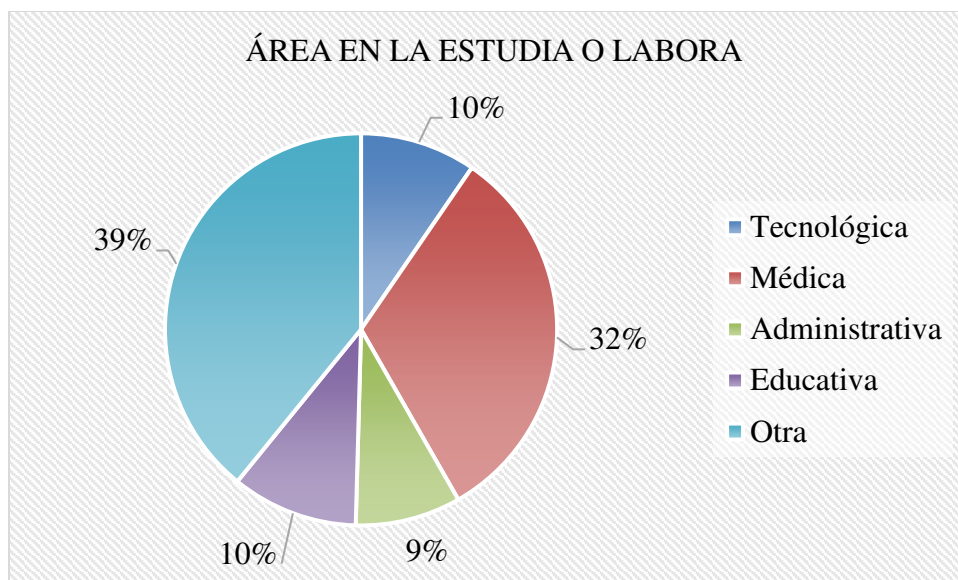


Figura 12. Resultados sobre las áreas de estudio de los encuestados.
(Elaboración propia)

B. Preguntas

- Para la pregunta 1, 63 de los encuestados respondieron que Si y 52 que No.

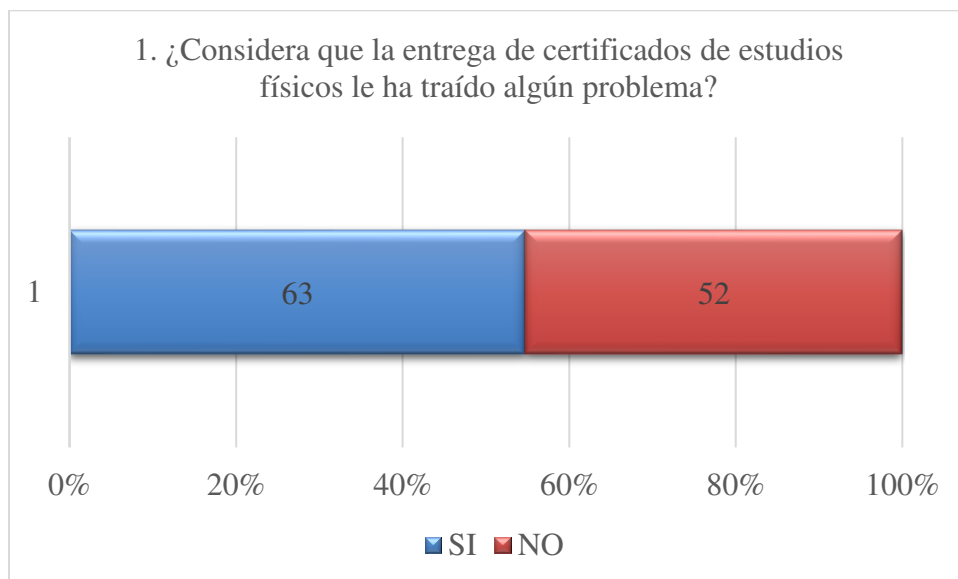


Figura 13. Resultados sobre si tuvieron problemas de la entrega de certificados de estudio físicos.
(Elaboración propia)

- Para la pregunta 2, 48 de los encuestados respondieron que tuvieron pérdida de tiempo en el recojo del certificado de estudio, 39 que tuvieron pérdida de tiempo en la espera a la generación del certificado de estudio, 34 que tuvieron la preocupación por mantener en buen estado el certificado de estudio durante el tiempo y 4 tuvieron otros problemas.

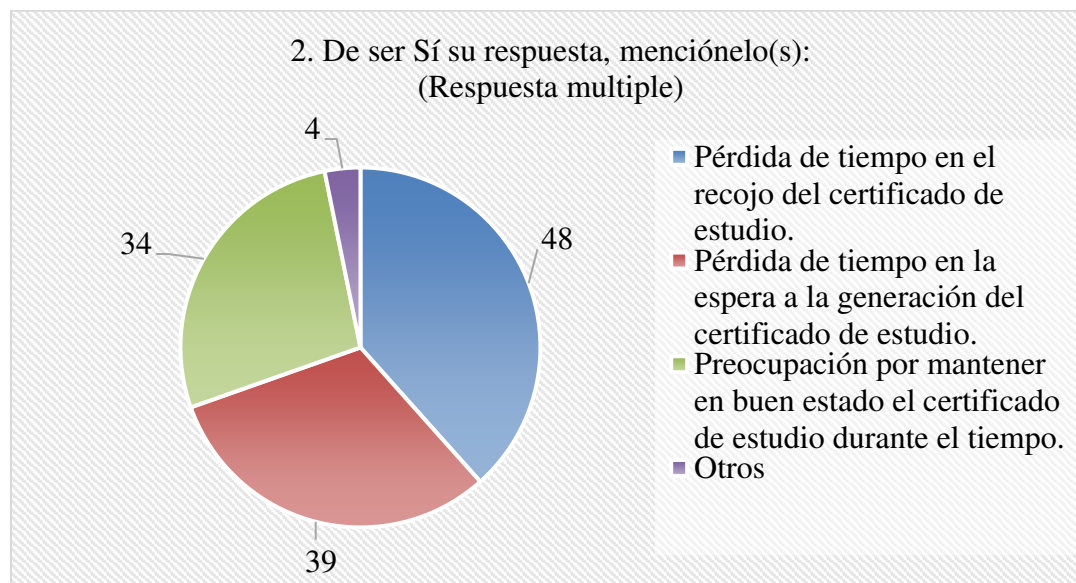


Figura 14. Resultados sobre los problemas de la entrega de certificados de estudio físicos.
(Elaboración propia)

- Para la pregunta 3, 111 de los encuestados respondieron Si, estoy de acuerdo y los otros 4 respondieron No, no están de acuerdo.

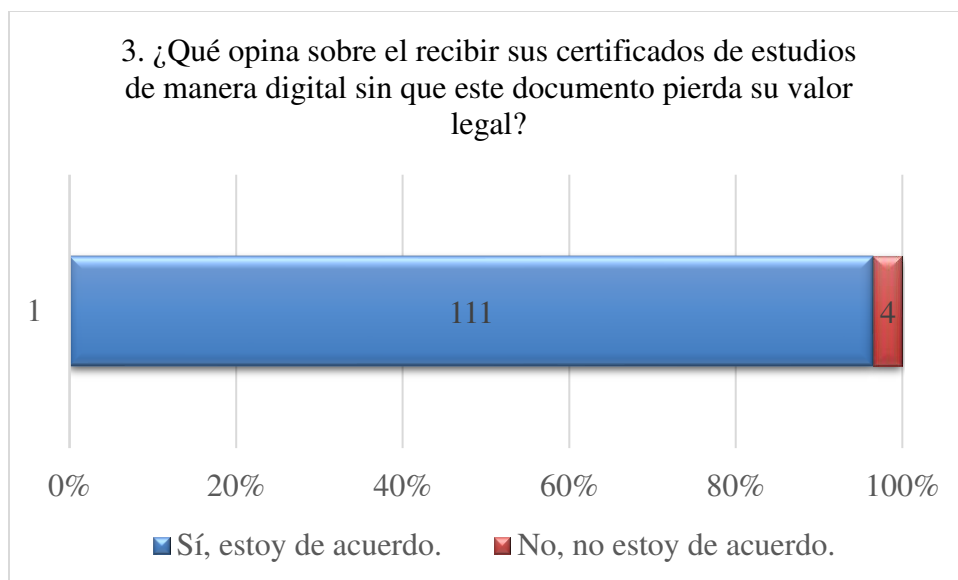


Figura 15. Resultados sobre si están de acuerdo con el recibir sus certificados de estudios digitalmente. (Elaboración propia)

- Para la pregunta 4, todos los encuestados respondieron Si, estoy de acuerdo.

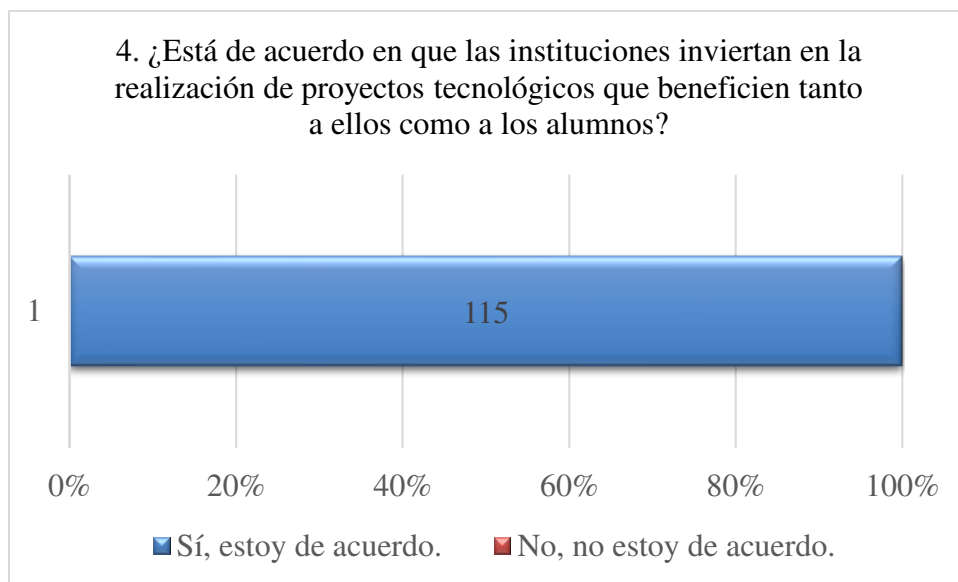


Figura 16. Resultados sobre si están de acuerdo con la inversión en proyectos tecnológicos (Elaboración propia)

- Para la pregunta 5, 68 de los encuestados respondieron Si y los otros 47 respondieron No.

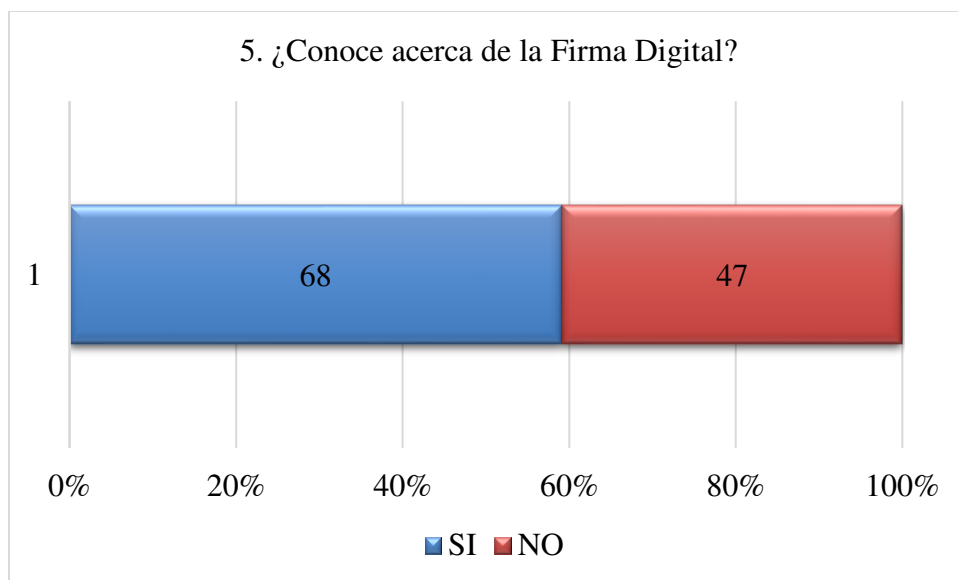


Figura 17. Resultados sobre el conocimiento de la Firma Digital.
(Elaboración propia)

- Para la pregunta 6, de los 68 encuestados que respondieron Si en la pregunta 5, 43 encuestados respondieron Si y 25 respondieron No.

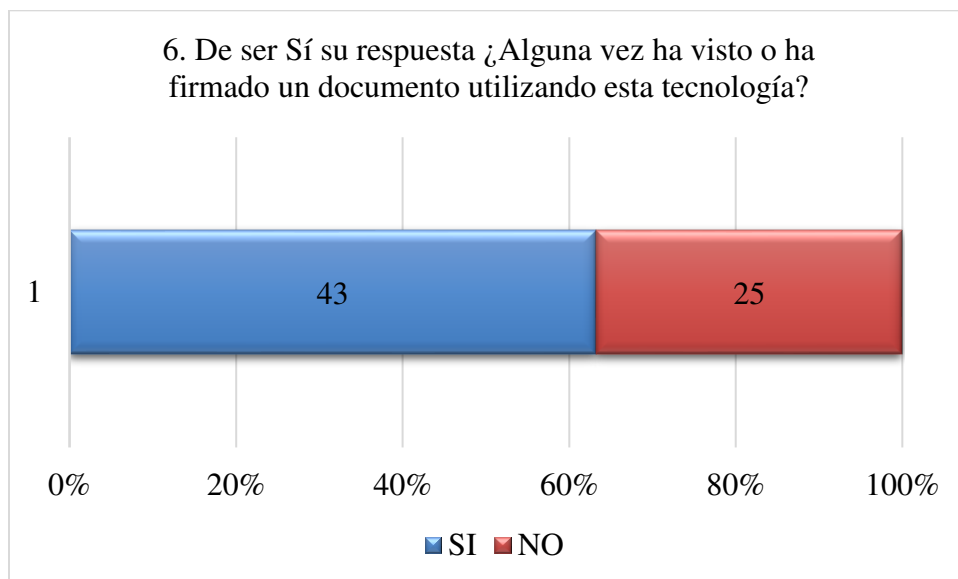


Figura 18. Resultados sobre la aplicación de la tecnología de Firma Digital.
(Elaboración propia)

- Para la pregunta 7, 51 de los encuestados respondieron S/ 10, 48 respondieron S/ 20, 15 respondieron S/ 30 y 1 respondió S/ 40.

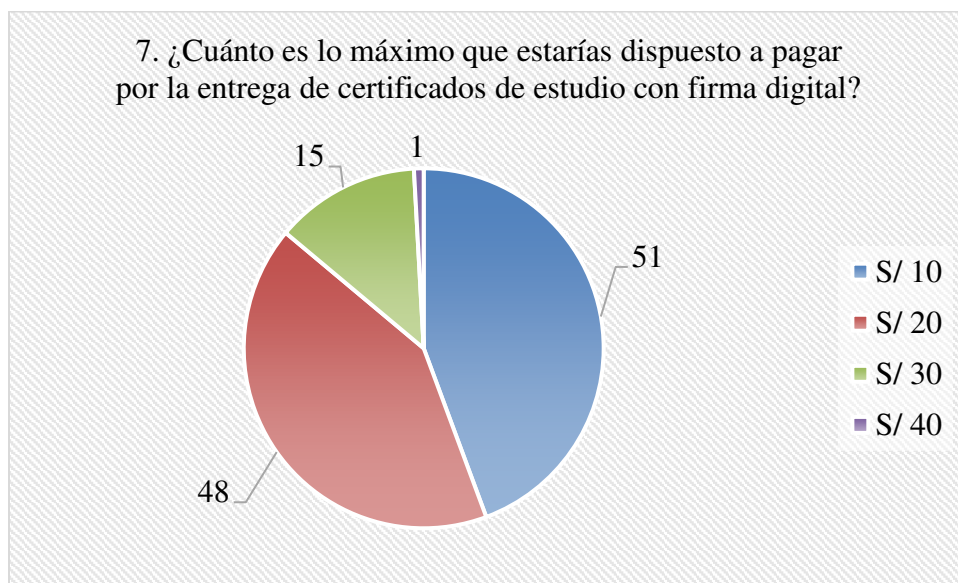


Figura 19. Resultados sobre el monto dispuestos a pagar por un certificado de estudio digital. (Elaboración propia)

- Para la pregunta 8, 94 de los encuestados respondieron Si y los otros 21 respondieron No.

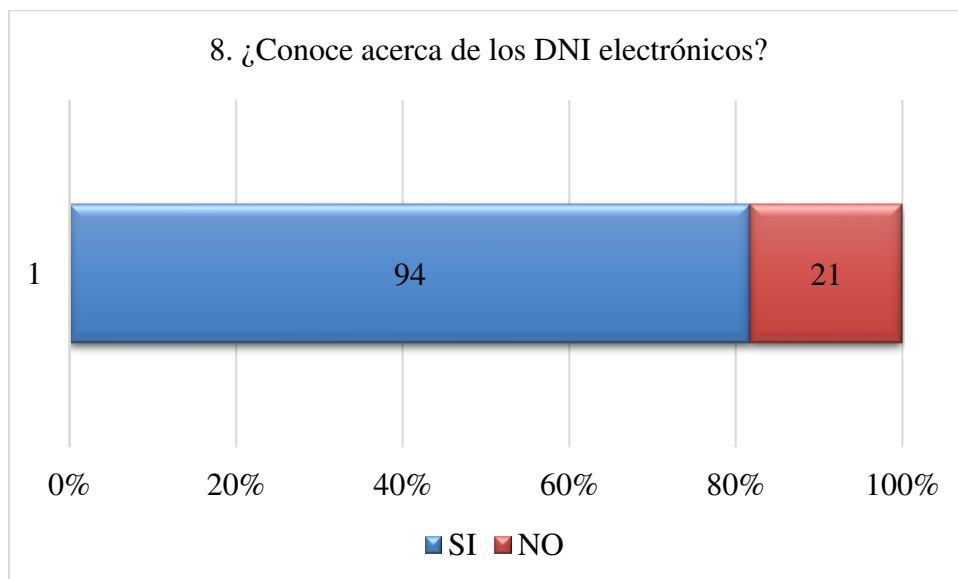


Figura 20. Resultados sobre el conocimiento de los DNI electrónicos. (Elaboración propia)

- Para la pregunta 9, de los 94 encuestados que respondieron Si en la pregunta 8, 6 encuestados respondieron Si y los otros 88 respondieron No.

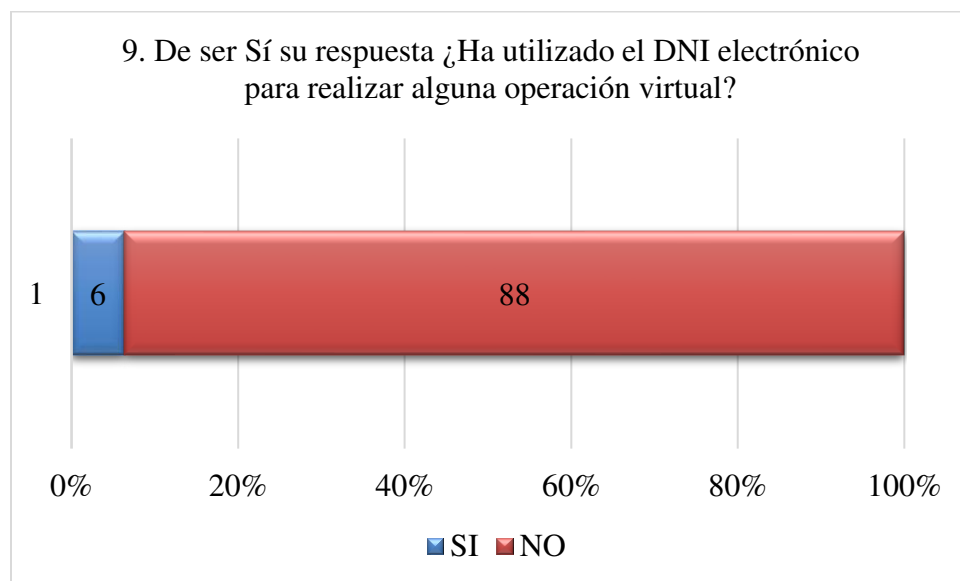


Figura 21. Resultados sobre la aplicación de los DNI electrónicos.
(Elaboración propia)

- Para la pregunta 10, 60 de los encuestados respondieron Si y los otros 55 respondieron No.

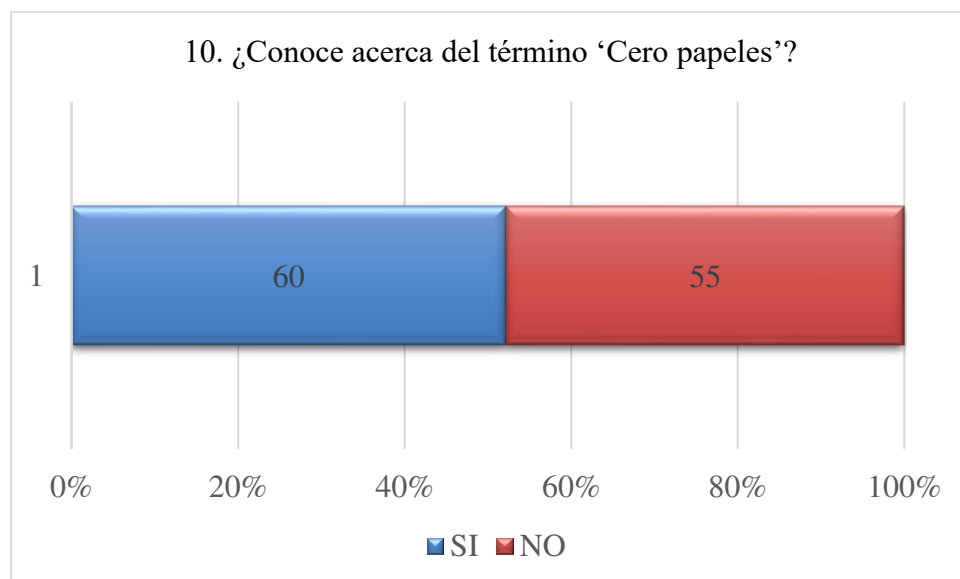


Figura 22. Resultados sobre el conocimiento del término Cero papeles.

(Elaboración propia)

- Para la pregunta 11, de los 60 encuestados que respondieron Si en la pregunta 10, todos los encuestados respondieron Si.

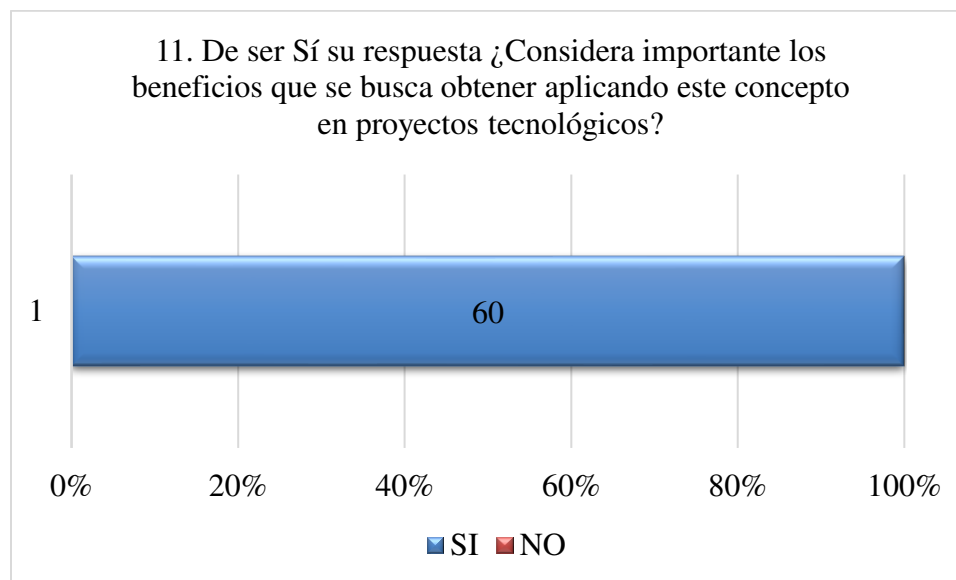


Figura 23. Resultados sobre la importancia de la aplicación de este concepto en proyectos tecnológicos. (Elaboración propia)

De los resultados de la encuesta se llega a la siguiente conclusión:

- El 96.5 % de los estudiantes del CINFO están de acuerdo con que los certificados de estudios sean entregados en forma digital sin que estos pierdan su valor legal.
- La mayoría de los estudiantes del CINFO no cuentan con conocimiento sobre alguna tecnología y término que se usan hoy en día para el desarrollo de proyectos que permiten entregar documentos de forma digital.

Estas conclusiones sirven como soporte para el desarrollo que plantea esta tesis, sin embargo, ante la segunda conclusión, se propone a continuación un conjunto de actividades que permitirían a los estudiantes del CINFO tener el conocimiento necesario sobre alguna tecnología y terminología que permite la entrega de documentos de forma digital.

- Realización de charlas informativas.
- Entrega de boletines informativos.
- Envío de información vía correo electrónico.

5.2 Metodología SCRUM

Se dio inicio al proyecto con una reunión con el personal del CINFO donde ellos indicaron las características y/o funcionalidades que esperan cubrir con el sistema web a desarrollarse. En esta reunión participaron el Ing. Jorge Esponda, director del CINFO, la Lic. Yanic Fredel, jefe de la UST, y Carlos Montor, encargado de soporte y tecnología del CINFO (ver Apéndice 4).

Luego de esta reunión, se planteó el siguiente Product Backlog:

Tabla 9

Product Backlog

Identificador	Historias de usuarios		
	Rol	Característica/Funcionalidad	Razón/Resultado
HU-1	Como Administrador	Yo debería gestionar (Registrar, buscar, modificar y eliminar) a los alumnos.	-
HU-2	Como Administrador	Yo debería gestionar los programas, módulos y cursos.	-
HU-3	Como Administrador	Yo debería matricular a los alumnos.	-
HU-4	Como Administrador	Yo debería registrar el consolidados de notas de un curso.	A fin de poder enviar un certificado de estudio firmado
HU-5	Como Usuario general	Yo debería poder verificar si un certificado de estudio fue emitido por el sistema.	-

Nota. Fuente: Elaboración propia

Con el planteamiento del Product Backlog y las estimaciones realizadas por parte del equipo Scrum, se da inicio al Sprint 1.

5.2.1 Sprint 1

Se inició con el planteamiento del Sprint Backlog, el cual detallará las Historias de Usuario (HU) que abarcará este Sprint, así como las actividades a desarrollar en cada HU.

Tabla 10

Sprint Backlog 1

Identificador	Tarea
HU-1	Iniciar con el modelo de Base de datos para soportar el registro de alumnos. Desarrollo de las funcionalidades de consulta, registro, modificación y eliminación de alumnos.
HU-2	Desarrollar el modelo de Base de datos para que soporte el registro de alumnos, programas, módulos y cursos. Desarrollo de las funcionalidades de consulta, registro, modificación y eliminación de programas, módulos y cursos.
HU-3	Modificar el modelo de base de datos para permitir la matrícula de los alumnos en un curso. Desarrollo de la funcionalidad que permite la matrícula de los alumnos en un curso.

Nota. Fuente: Elaboración propia

Luego del planteamiento del Sprint Backlog, se dio inicio al desarrollo de las tareas planteadas. El primer resultado de estas tareas fue el desarrollo del modelo de Base de datos, el cual se puede visualizar en la Figura 23.

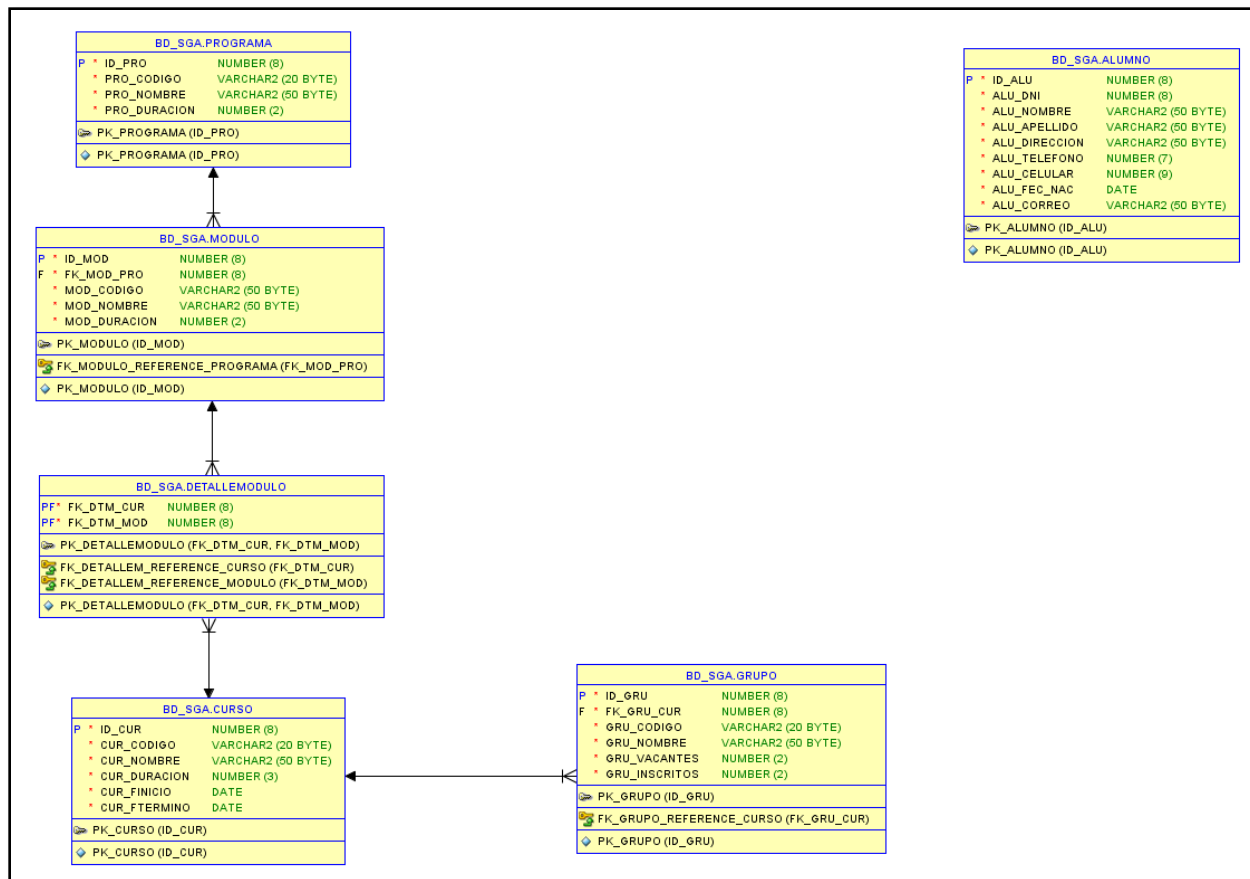


Figura 24. Modelo de base de datos N.º 1.
(Elaboración propia)

Luego del planteamiento del modelo de Base de datos, se continuó con las tareas planteadas en el Sprint Backlog con las tecnologías seleccionadas en el Capítulo IV.

A continuación, se muestran capturas del sistema web como evidencia del desarrollo realizado.



Figura 25. Captura del menú del sistema web.
(Elaboración propia)

MANTENER ALUMNOS

N°	DNI	Apellido	Nombre	Opciones
1	76478505	BURMESTER ROJAS	JULIO FERNANDO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	71926977	CALLO SANCHEZ	LIGIA MILAGROS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	717110194	CARRASCO YLIZARBE	ADOLFO VLADIMIR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	46653678	CASTAÑEDA JURO	EVELYN LISETH	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	71821070	CASTRO REYNA	JORGE JESUS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	73230346	CHAVEZ QUISPE	LENIN ANTONIO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	75896688	CHRINOS ROJAS	LIAN LOREN	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	44910847	COAQUIRA SANTIVAÑEZ	HECTOR DE JESUS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	71769191	CRUZ GUILLÉN	CLAUDIA SOFIA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	71505000	CUNO GUTIERREZ	NOELIA LISSET	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

1 de 2

Figura 26. Captura del formulario para el listado de los alumnos.
(Elaboración propia)

Agregar alumno

DNI *

Nombre *

Apellido *

Dirección *

Teléfono *

Celular *

Fecha de nacimiento *

Correo *

Figura 27. Captura del formulario para la creación de un alumno.
(Elaboración propia)

MANTENER CURSOS				
Agregar				
N°	Codigo	Nombre	Opciones	
1	HINFO2019-104	CURSO DE HERRAMIENTAS INFORMATICAS	<input type="checkbox"/>	

Figura 28. Captura del formulario para el listado de cursos.
(Elaboración propia)

Agregar Curso ✕

Codigo *

Nombre *

Figura 29. Captura del formulario para la creación de un curso.
(Elaboración propia)

MANTENER PROGRAMAS				
Agregar				
N°	Codigo	Nombre	Duración	Opciones
1	HINFO2019-104	PROGRAMA DE HERRAMIENTAS INFORMATICAS	50	<input type="checkbox"/>

Figura 30. Captura del formulario para el listado de los programas.
(Elaboración propia)

Agregar programa

Información general

Codigo *

Nombre *

Duración *

Información de los módulos

Agregar

N°	Codigo	Nombre	Duración	Opciones
Tabla de módulos vacía				

1 de 1

Guardar Cancelar

Figura 31. Captura del formulario para la creación de un programa.
(Elaboración propia)

Agregar módulo

Información general

Codigo *

Nombre *

Duración *

Información de los cursos

Agregar

N°	Codigo	Nombre	Opciones
Tabla de cursos vacía			

1 de 1

Guardar Cancelar

Figura 32. Captura del formulario para la creación de un módulo.
(Elaboración propia)

Figura 33. Captura del formulario para la matrícula de un alumno.
(Elaboración propia)

Finalizado el Sprint 1, se tuvo una segunda reunión con el personal del CINFO donde ellos se mostraron de acuerdo con los avances realizados y dieron algunas indicaciones para las siguientes funcionalidades a desarrollarse. En esta reunión participó Carlos Montor (ver Apéndice 5) y con ello, se dio inicio al sprint 2.

5.2.2 Sprint 2

El desarrollo del Sprint 2 inició con el planteamiento del Sprint Backlog, el cual detallará las HU que se cubrirán en este Sprint, así como las tareas a desarrollar por cada HU.

Tabla 11

Sprint Backlog 2

Identificador	Tarea
HU-4	Modificar el modelo de base de datos para permitir el registro del consolidado de notas

Desarrollar la plantilla del modelo de Certificado de estudio a enviar vía correo electrónico.

Desarrollar la plantilla del correo a enviar a los alumnos.

Desarrollar la funcionalidad que permita el registro del consolidado de notas.

Nota. Fuente: Elaboración propia

Luego del planteamiento del Sprint Backlog, se dio inicio al desarrollo de las tareas planteadas. El primer resultado de estas tareas fue la modificación del modelo de Base de datos del Sprint 1, el cual se puede visualizar en la Figura 30.

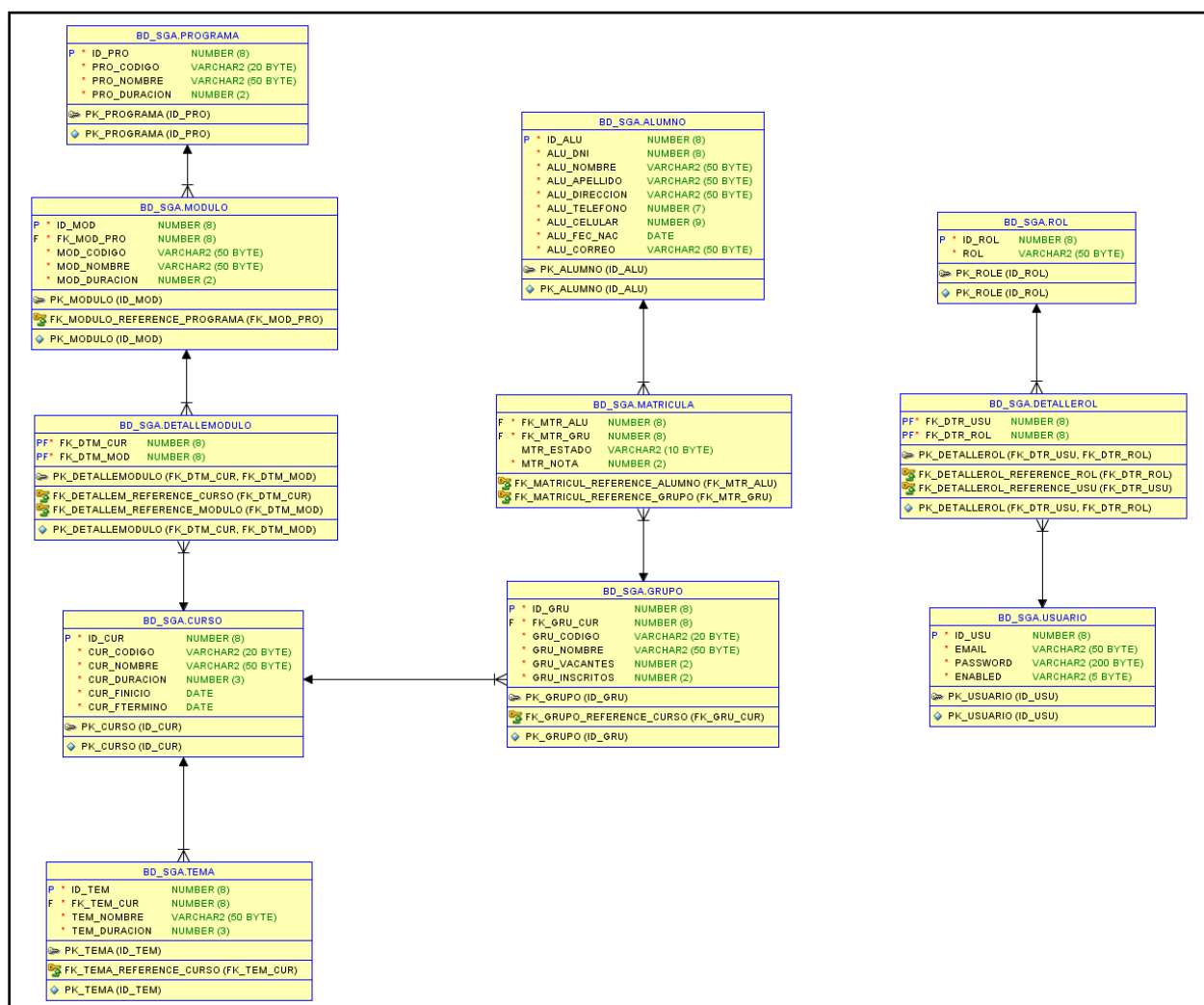


Figura 34. Modelo de base de datos N.º 2.
(Elaboración propia)

Luego del planteamiento del modelo de Base de datos, se continuo con las tareas planteadas en el Sprint Backlog. A continuación, se muestran capturas del sistema web como evidencia del desarrollo realizado.



N°	Apellido	Nombre	Notas
No se encontraron alumnos			

Figura 35. Captura del formulario que permite el llenado del acta de notas.
(Elaboración propia)



Figura 36. Captura de la primera versión del Certificado de estudio digital.
(Elaboración propia)

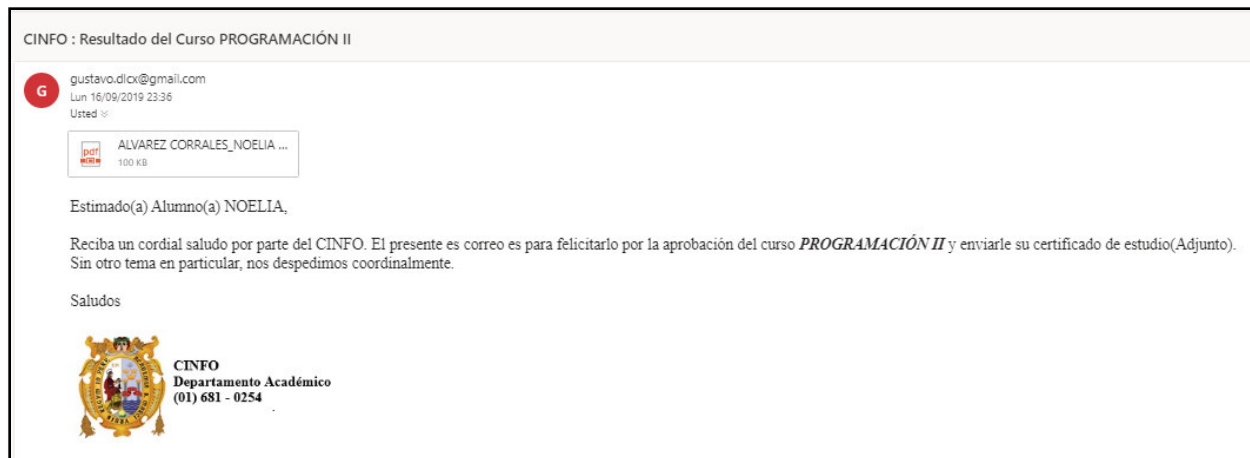


Figura 37. Captura del modelo de correo a enviarse cuando un alumno apruebe un curso.
(Elaboración propia)

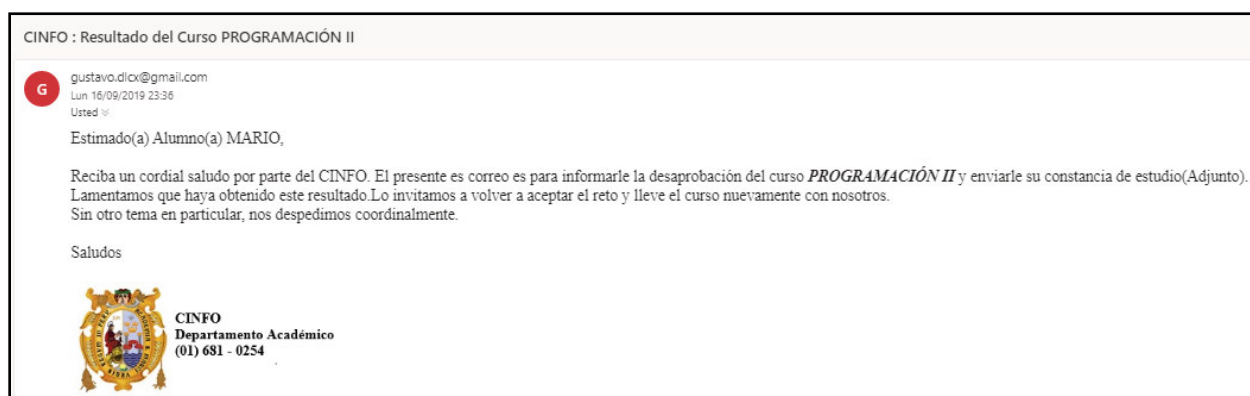


Figura 38. Captura del modelo de correo a enviarse cuando un alumno desapruere un curso.
(Elaboración propia)

Finalizado el Sprint 2, se tuvo una tercera reunión con el personal del CINFO donde ellos se mostraron de acuerdo con los avances realizados y dieron algunas indicaciones para las siguientes funcionalidades a desarrollarse. En esta reunión participó Carlos Montor (ver Apéndice 6) y con ello, se dio inicio al sprint 3.

5.2.3 Sprint 3

El desarrollo del Sprint 3 inició con el planteamiento del Sprint Backlog, el cual detallará las HU que se cubrirán en este Sprint, así como las tareas a desarrollar por cada HU. Es importante señalar que en este Sprint se volverá a trabajar con la HU-4, debido a que algunas tareas del Sprint 2 no pudieron ser finalizadas.

Tabla 12

Sprint Backlog 3

Identificador	Tarea
HU-4	Culminar el desarrollo de la plantilla del modelo de Certificado de estudio a enviar vía correo electrónico.
HU-5	Desarrollar la funcionalidad que permitirá validar si un certificado de estudio fue emitido por el sistema.

Nota. Fuente: Elaboración propia

Luego del planteamiento del Sprint Backlog, se dio inicio al desarrollo de las tareas planteadas. En este Sprint, el modelo de Base de datos no sufrió ninguna modificación, por lo tanto, se mantiene el mostrado en el Sprint 2.

Se continuo con las tareas planteadas en el Sprint Backlog. A continuación, se muestran capturas del sistema web como evidencia del desarrollo realizado.



Figura 39. Captura de la versión final del anverso del Certificado de estudio digital. (Elaboración propia)

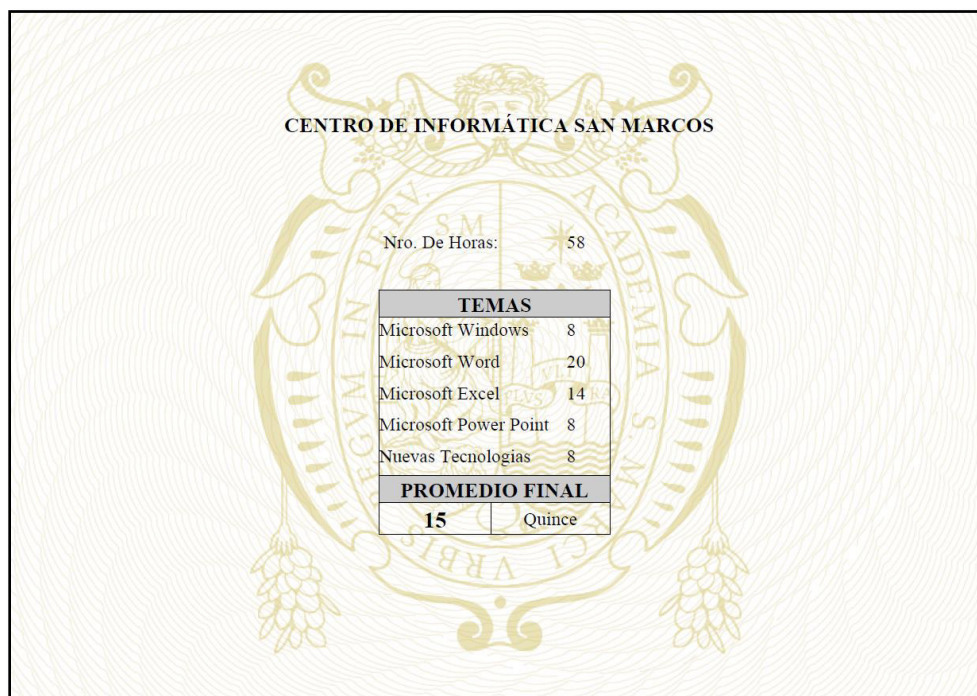


Figura 40. Captura de la versión final del reverso del Certificado de estudio digital. (Elaboración propia)

Como parte del sprint final, se muestra el siguiente Sprint Burndown Chart, donde las Historias de cada Sprint desarrollado tuvieron un puntaje de 60 Puntos de Historia.

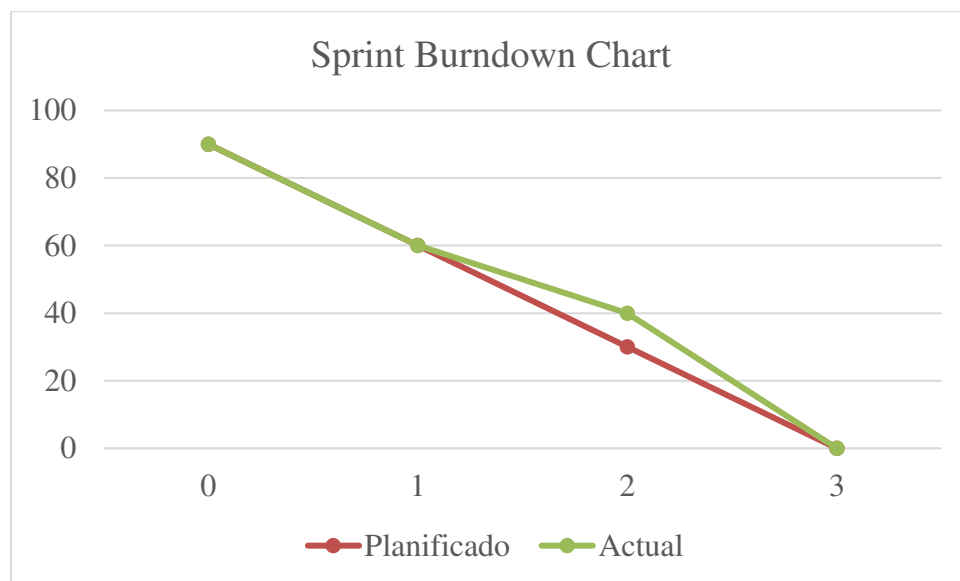


Figura 41. Comparación de Puntos de Historia por cada Sprint según lo planificado y actual. (Elaboración propia)

Finalizado el Sprint 3, se tuvo una cuarta reunión donde se presentó el sistema web finalizado, repasando cada una de las funcionalidades desarrolladas y detallando los beneficios que se podría lograr con su implementación. En esta reunión participaron el Ing. Jorge Esponda, la Lic. Yanic Fredel y Carlos Montor (ver Apéndice 7), quienes se mostraron de acuerdo con el sistema web desarrollado. Otro punto muy importante que se mencionó durante esta reunión es la planificación de una prueba del sistema con un aula que se seleccionaría en la siguiente reunión.

5.3 Prueba del aplicativo

Durante la siguiente reunión, en la que participaron el Ing. Jorge Esponda, Carlos Montor y Jennifer Ñauri (ver Apéndice 8), se explicó la metodología a usarse para la prueba del sistema web, la cual consistió en seleccionar un curso, explicarles a los alumnos de la prueba que se realizaría y realizar la emisión del certificado por medio del sistema desarrollado. Durante esta

reunión, también se seleccionó el curso con el que se realizaría la prueba. Este curso fue el siguiente:

- Código: HINFO2019-104
- Nombre: HERRAMIENTAS INFORMATICAS
- Docente: Toledo Luque Rubén
- Aula: 203
- Horario: MAR JUE 8:00 AM a 12:00 PM
- Duración: 10/10/19 al 07/11/19

En la reunión con los alumnos (ver Apéndice 9), se les explicó en qué consistía la tesis y el objetivo de esta, a fin de conseguir el apoyo esperado. Luego de ello, se les explicó la prueba que se realizaría, la cual consistía en emitir sus certificados de estudio por medio del sistema web desarrollado y que, una vez que ellos hayan recibido el correo con el certificado, respondan el correo enviado. Para esta prueba se contó con la participación de los alumnos mencionados en la Tabla 13.

Tabla 13

Alumnos participantes de la prueba del sistema web

DNI	Nombres	Apellidos	Correo
71926877	LIGIA MILAGROS	CALLO SANCHEZ	ligia.milagros1@gmail.com
46653678	EVELYN LISETH	CASTAÑEDA JURO	nayru_5@hotmail.com
71821070	JORGE JESUS	CASTRO REYNA	jotacho1809@hotmail.com
73239346	LENIN ANTONIO	CHAVEZ QUISPE	leninchavezquispe@gmail.com
71505000	NOELIA	CUNO GUTIERREZ	noeliacuno04@gmail.com
73932083	VICTOR EMILIO	ESPINOZA REYNA	emilio_12u@hotmail.com
72422661	BENJAMIN MIGUEL	INCIO SALDAÑA	benjamininciosaldana91@gmail
73174648	PIERO STEFANO	LOPEZ MORENO	pierolopezmoreno@gmail.com
75069203	JERRI JHON	QUISPE HUAMAN	jerrijhonqp@gmail.com

73481924	LAURA HAYDEE	QUISPE PUSARI	lauraqp05@gmail.com
73114603	SEBASTIAN GIBRANT	VELARDE	sbernaola29@gmail.com
73859506	NELSON	ESPINOZA	nelespi123@gmail.com

Nota. Fuente: Elaboración propia

Con la lista de los alumnos que participarían en la prueba, se procedió a realizar la emisión de los certificados con el sistema web. Estos certificados contaron con una marca de agua, tal y como se visualiza en la Figura 41 y Figura 42.



Figura 42. Captura del anverso del certificado de estudio de las pruebas del sistema.
(Elaboración propia)



Figura 43. Captura del reverso del certificado de estudio de las pruebas del sistema. (Elaboración propia)

Una vez que el certificado fue enviado, los alumnos procedieron a responder el correo enviado, tal y como se visualiza en la Figura 43.

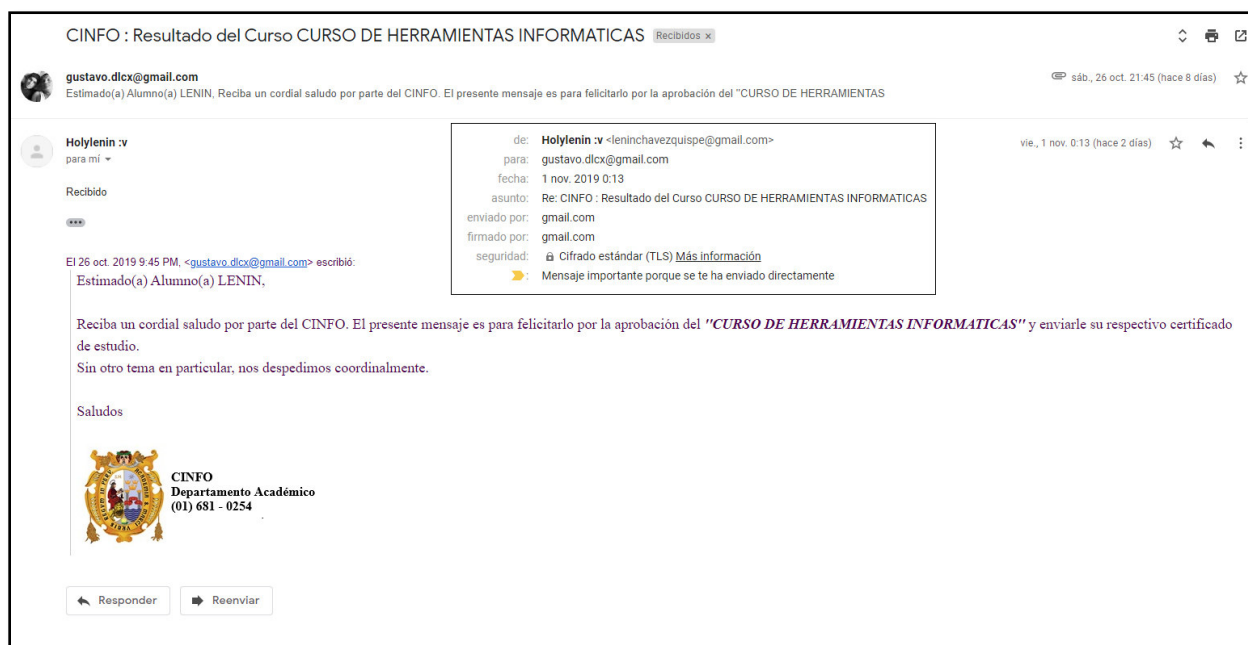


Figura 44. Captura de la respuesta al correo que envía el sistema con el certificado de estudio adjunto. (Elaboración propia)

Se tuvo una última reunión (ver Apéndice 10) donde se les agradeció a los alumnos por el apoyo brindado y se les recordó el responder el correo enviado a los que aún no lo habían realizado. Con esta última reunión se dio por finalizado el desarrollo de la solución que plantea esta tesis y se puso en evidencia el objetivo de desarrollar un sistema web que tenga la función de que CINFO pueda enviar certificados de estudio vía correo electrónico.

5.4 Proyección de retorno de inversión e impacto

Para el desarrollo de la solución que plantea esta tesis, se contó con la participación del siguiente equipo:

- Product Owner
- Scrum Master
- Scrum Developer: Compuesto por 2 Desarrolladores de software y 1 Analista de calidad.

Con este equipo, se cumplió el cronograma que se muestra en la Figura 44, el cual especifica cada etapa del desarrollo del sistema, así como, el tiempo que esto involucró.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
PROYECTO: SISTEMA WEB CINFO	160 días	mié 20/03/19	mar 29/10/19
Reunión de inicio del proyecto	1 día	mié 20/03/19	mié 20/03/19
Análisis y planteamiento del Product Backlog	2 días	jue 21/03/19	vie 22/03/19
Sprint 1	71 días	lun 25/03/19	lun 1/07/19
HU-1	20 días	lun 25/03/19	vie 19/04/19
HU-2	20 días	lun 22/04/19	vie 17/05/19
HU-3	30 días	lun 20/05/19	vie 28/06/19
Reunión de finalización Sprint 1	1 día	lun 1/07/19	lun 1/07/19
Análisis y planteamiento del Sprint Backlog	1 día	mar 2/07/19	mar 2/07/19
Sprint 2	17 días	mié 3/07/19	jue 25/07/19
HU-4	16 días	mié 3/07/19	mié 24/07/19
Reunión de finalización Sprint 2	1 día	jue 25/07/19	jue 25/07/19
Análisis y planteamiento del Sprint Backlog	1 día	vie 26/07/19	vie 26/07/19
Sprint 3	29 días	lun 29/07/19	jue 5/09/19
HU-4	14 días	lun 29/07/19	jue 15/08/19
HU-5	14 días	vie 16/08/19	mié 4/09/19
Reunión de finalización Sprint 3	1 día	jue 5/09/19	jue 5/09/19
Análisis y plantemiento de prueba	2 días	vie 6/09/19	lun 9/09/19
Reunión de planteamiento de prueba	1 día	mar 10/09/19	mar 10/09/19
Prueba del Sistema Web	34 días	mié 11/09/19	lun 28/10/19
Reunión de fin de proyecto	1 día	mar 29/10/19	mar 29/10/19

Figura 45. Cronograma del desarrollo del Sistema Web.
(Elaboración propia)

Con el detalle del cronograma del desarrollo del Sistema Web, en la Tabla 14 se visualiza un resumen de la participación de cada miembro del equipo, así como el costo total del proyecto.

Tabla 14

Resumen de la participación del equipo en el desarrollo del Sistema Web

Equipo	Tiempo de participación	Costo
Product Owner	5 meses	6 000 soles
Scrum Master	4 meses	4 500 soles
Analista/Programador 1	4 meses	3 000 soles

Scrum Team	Analista/Programador 1	4 meses	3 000 soles
	Analista de calidad	1 meses	3 000 soles

Nota. Fuente: Elaboración propia. Información de sueldos de las profesiones obtenidas del portal Bumeran www.bumeran.com.pe.

Con lo detallado en la Tabla 14, se da a conocer que el proyecto tendría un costo de 75 000 soles, los cuales serían recuperados por el CINFO considerando los siguientes puntos:

- Factor económico
 - Actualmente el CINFO ha realizado la compra de un total de 6 000 certificados de estudios para su impresión, los cuales tienen un valor de 9 000 soles y tendrían una duración aproximada de 2 años y medio.
 - Para la gestión de la compra, almacenamiento y utilización de los certificados de estudio, el CINFO destina un total de 1 personal, la cual realiza además otras actividades, sin embargo, podría realizar únicamente estas otras actividades en beneficio de la institución. Estas personas actualmente perciben un sueldo de 1 200 soles.
 - El CINFO cuenta con una impresora a laser para la impresión de los certificados, la cual tiene un valor de 1 000 soles. Adicional a ello, cada 2 meses se compra 1 tóner para la impresora, el cual tiene un valor de 600 soles.
- Factor no económico
 - Para la impresión de estos certificados, el CINFO destina oficinas, artículos de oficinas (Computadoras, impresoras, etc) y su mantenimiento respectivo. Esto se podría eliminar y sería utilizado en beneficio de la institución. Por ejemplo, la oficina se utilizaría con otro fin, en beneficio del CINFO, los artículos de oficinas pasarían a utilizarse en otras áreas o ya no sería necesaria su adquisición ni todo lo que involucra mantenerlos.

- Para la entrega de un certificado de estudio, hoy en día los alumnos realizan un pago al banco y, posteriormente, solicitan al CINFO la entrega del documento. Con la confirmación del CINFO, los alumnos se acercan a recoger el documento. Sin embargo, existen muchos casos donde, por distintos motivos, la entrega del documento no se llega a concretar, esto sumado al tiempo invertido por el alumno para el trámite y el recojo del documento. Esto se podría eliminar, y no solo se eliminaría el proceso de impresión y lo que involucra el mismo, sino también generaría satisfacción en los alumnos hacia el CINFO, lo que podría generar una mayor captación de alumnos.
- Se genera un impacto en el medio ambiente, al no utilizarse más papeles, promoviendo así una cultura Cero Papeles. Además, con la implementación de este proyecto, se daría a conocerse a los alumnos, personal del CINFO y público del CINFO, como hoy en día existen tecnologías que te permiten mejorar una empresa desde diferentes aspectos, generando así un impacto positivo tanto para la propia empresa como en el medio ambiente.

En la tabla 15, se visualiza un resumen de los gastos indicados anteriormente, además, se realizó un cálculo por años a fin de mostrar el tiempo en que se recuperaría el costo que tendría el desarrollo del sistema web.

Tabla 15

Resumen de gastos realizados por el CINFO para la impresión de certificados

Concepto	1 año	3 años	3 años y medio	4 años
Compra de 2 400 certificados	3 600	10 800	12 600	14 400
Sueldo de personal	18 000	54 000	63 000	72 000
Cambio de tóner	3 600	10 800	12 600	14 400
Compra de impresora	1 000	1 000	1 000	1000
Total	26 200	76 600	89 200	100 900

Nota. Fuente: Elaboración propia. Montos mostrados en soles.

Con estos puntos mencionados anteriormente y con el resumen que se muestra en la Tabla 15, se estima que el CINFO recuperaría su inversión en un tiempo máximo de 3 años, asumiendo que no habrá un crecimiento progresivo de alumnos, en caso hubiera un crecimiento el tiempo sería menor. Para este cálculo, se ha considerado únicamente los factores económicos, sin embargo, existen otros como la satisfacción que se generaría en los alumnos, lo cual podría generar que estos mismos continúen sus estudios y también, que se capten más estudiantes. Por otro lado, se tiene el impacto que se generaría en el medio ambiente con la no impresión de certificados de estudio y la concientización en toda persona que se vea afectado por el sistema, promoviendo así una cultura Cero Papeles.

6 CAPITULO VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó son las siguientes:

- Los resultados de la encuesta fueron satisfactorios y sirvieron de sustento para el desarrollo que en esta tesis fue propuesto. Los resultados evidenciaron que el 96.5% de los estudiantes encuestados estaban de acuerdo con la entrega en formato digital del Certificado de estudio.
- Se desarrolló satisfactoriamente el sistema web con los módulos de: Gestión de alumnos, Gestión de cursos y Mantenimiento donde fue clave la participación de los usuarios. El sistema web fue aprobado por los usuarios, quienes se mostraron de acuerdo con las funcionalidades y beneficios que se podrían obtener con el sistema web desarrollado.
- Se desarrolló satisfactoriamente el Certificado de estudio digital basado en el modelo que actualmente entrega el CINFO físicamente a sus alumnos, este certificado se encuentra debidamente respaldado por la firma digital. Es importante mencionar que en caso el alumno no apruebe el curso solamente se le enviará un correo electrónico para que gestione personalmente su Constancia de participación.
- Se desarrolló satisfactoriamente un módulo que permite validar los Certificado de estudio emitidos por el sistema web, donde, además, se muestra información adicional del certificado digital que contiene el Certificado de estudio.
- El CINFO tendría un retorno de inversión en un tiempo máximo de 3 Años. Además, dentro de este tiempo, el CINFO podría generar una mayor satisfacción en los alumnos, lo que podría implicar que estos continúen sus estudios y recomienden a otros futuros alumnos. Por otro lado, se crearía una concientización del perjuicio que tiene la utilización de papel, promoviendo así una cultura Cero Papeles.

- La metodología Scrum permitió que la solución planteada por la tesis se ejecute de manera correcta, cumpliendo con la expectativa de las funcionalidades requeridas por el cliente y el tiempo que se esperaba invertir. Además, permitió realizar un trabajo ordenado, gracias a roles, eventos y artefactos con los que cuenta.

7 CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son las siguientes:

- Para el funcionamiento del sistema desarrollado, el certificado digital ha sido colocado en un directorio de la fuente, sin embargo, en el Perú se tiene una proyección de que para el año 2021 el 79% de las personas cuenten con DNIE (DNI electrónico) y esto permitirá el acceso a un certificado digital por medio de un sistema creado únicamente para los que poseen un DNIE sea posible. Para lo cual se recomienda desarrollar una funcionalidad donde permita cargar un certificado digital al sistema y sea este el certificado digital utilizado para firmar los certificados de estudio.
- La mayor población de alumnado del CINFO actualmente son los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), por tal motivo se recomienda que exista una interoperabilidad entre el Sistema Único de Matricula (SUM) y el sistema desarrollado, para así evitar el registro de los alumnos que ya pertenecen a la UNMSM.
- Desarrollar software basado en capas permite que este sea fácil de modificar y mantener a futuro. Siempre existirán nuevos requerimientos y por la forma en que se desarrolló hacerlo no será complicado. Por tal motivo se recomienda el uso de esta arquitectura para otros desarrollos.
- La metodología de desarrollo Scrum permite que los avancen en los desarrollos se conviertan en pequeñas entregas que el cliente puede ir probando como muestra de cómo va quedando su producto. Por tal motivo se recomienda el uso de una metodología ágil ya que convertir en un participante del desarrollo al cliente, además de que este puede visualizar el avance.

- Para una mejora de la propuesta que desarrolló esta tesis, se puede usar tecnologías que permitan tener un mayor rendimiento tanto a nivel de software y de hardware, como, por ejemplo, el uso de microservicios/servicios y/o APIs desplegados en la nube, así como también, el uso de una arquitectura orientada a microservicios/servicios. Además, esto puede estar acompañado de una cultura Devops para un mayor rendimiento al momento de su implementación y posterior mantenimiento.

8 CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1 Libros

- Aguirre, J. (2006). *Electrónica de la seguridad informática y criptografía*. Madrid, España: Ramio.
- Área de desarrollo e Investigación del CINFO. (2004). *Sistema de informática de Gestion Académica: Manual de Usuario*. Lima, Perú: Centro de Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Bravo Carrasco, J. (2011). *Gestión de procesos*. Santiago de Chile, Chile: Evolución S.A.
- Romero Volpentesta, Jorge. (2014). *Sistemas e Información*. Buenos Aires, Argentina: Osmar D. Buyatti Librería Editorial.
- Huguet Rotger, L., Rifà Coma, J., & Tena Ayuso, J. (2017). *Criptografía con Curvas Elípticas*. Barcelona, España: Universidad Abierta de Cataluña.
- Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martinez, I. (2010). *Programación en C: Metodología, algoritmos y estructuras de datos*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw Hill.
- Stair, R., & Reynolds, G. (2010). *Principios de sistemas de información: Un enfoque administrativo*. México D.F., México: Cengage Learning Editores.
- Stallings, W. (2013). *Criptografía y seguridad de redes*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.

8.2 Tesis

- Aguilar Alcarráz, G. B. (2016). *Implementación de un modelo simplificado de firma digital basado en la tecnología PKI y la invocación por protocolos caso de estudio*:

- Municipalidad de Miraflores* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Hinojosa Tinoco, D. (2013). *Propuesta de arquitectura de software para el desarrollo de aplicaciones empresariales basadas en JEE* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
 - Iberico Suárez, L. (2013). *Mejoramiento de la gestión de trámite documentario utilizando Firma Digital en el proyecto especial Alto Mayo – Moyobamba* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
 - Jamanca Chavez, A. M., & Rios Damian, T. G. (2019). *Diseño y desarrollo de una aplicación web para apoyar la gestión de permisos del sistema BIOSIS desarrollado por la empresa Juvitec – Chiclayo, tomando como caso de estudio la implementación realizada en el Ministerio de Educación – sede Lima* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
 - Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). *Metodologías de desarrollo de software* (tesis de Pregrado). Universidad Católica de Argentina, Buenos Aires, Argentina.
 - Taco Arias, L. A. (2019). *Publicación y compartimiento de documentos digitales en un sistema web utilizando firmas digitales y protocolos de seguridad de red, en universidades privadas, caso: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez 2017* (tesis de maestría). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Arequipa, Perú.
 - Taco Arias, L., & Gamarra Ramirez, S. (2014). *Sistema Web para el intercambio seguro de documentos electrónicos, utilizando firmas y certificados digitales X509, sobre un canal SSL* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

8.3 Sitios Web

- Agile Alliance. (s.f.). *Extreme Programming*. Tennessee, Estados Unidos: Agile Alliance. Obtenido de <https://www.agilealliance.org/glossary/xp/>
- Amieva, E. (13 de diciembre de 2015). *Criptografía simétrica, asimétrica e híbrida*. Obtenido de <https://enekoamieva.com/criptografia-simetrica-asimetrica-e-hibrida/>
- Centro de informática de la UNMSM. (1 de enero de 2010). *Nosotros*. Lima, Perú: Centro de informática de la UNMSM. Obtenido de <http://www.cinfo.unmsm.edu.pe/index.php/nosotros>
- DataScope. (21 de octubre de 2016). *¿Qué beneficios puede ofrecer la firma electrónica para su organización?* Santiago de Chile, Chile: DataScope. Obtenido de <https://www.mydatascope.com/blog/es/2016/10/21/que-beneficios-puede-ofrecer-la-firma-electronica-para-su-organizacion/>
- Gutiérrez, J. (5 de mayo de 2016). *¿Qué es un framework web?* Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Obtenido de http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf
- Ingeniería Técnica Industrial. (s.f.). *Automatización*. País Vasco, España: Universidad del País Vasco. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>
- Jiménez Ortega, R. (26 de mayo de 2010). *Todo lo que siempre quiso saber, pero no hubo manera sobre certificados y firmas electrónicas*. Obtenido de <http://www.rauljimenez.info/blog/2010/05/26/todo-lo-que-siempre-quiso-saber-pero-no-hubo-manera-sobre-certificados-y-firmas-electronicas/>

- Microsoft. (12 de mayo de 2007). *Introduction to the Microsoft Solutions Framework*. Washington, Estados Unidos: Microsoft. Obtenido de [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/tn-archive/bb497060\(v=technet.10\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/tn-archive/bb497060(v=technet.10))
- Microsoft. (18 de Julio de 2011). *Detalles sobre el desarrollo*. Washington, Estados Unidos: Microsoft. Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/hh126387>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (s.f.). *Cero papeles en la administración pública*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Obtenido de http://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-8257_papel_buenaspracticass.pdf
- Ochando, F. (s.f.). *El impacto de los Sistemas de Información*. Alicante, España: Universidad de Alicante. Obtenido de <https://www.doeua.es/el-impacto-de-los-sistemas-de-informacion-francisco-ochando-programa-superior-en-control-de-gestion/>
- Pivotal Software. (s.f.). *Web MVC framework*. California, Estados Unidos: VMware. Obtenido de <https://docs.spring.io/spring/docs/3.2.x/spring-framework-reference/html/mvc.html>
- Plataforma digital única del Estado Peruano. (23 de enero de 2020). *Plataforma Digital de Gestión Documental*. Lima, Perú: Gobierno del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/744-presidencia-del-consejo-de-ministros-plataforma-digital-de-gestion-documental>
- Plaza, R. (20 de septiembre de 2013). *Agilismo Vs Metodologías tradicionales*. Madrid, España: BBVA. Obtenido de <https://www.beeva.com/beeva-view/metodologiasagiles/agilismo-vs-metodologia-tradicional/>

- QuestionPro. (s.f.). *Calculadora de Muestras*. Yucatán, México: QuestionPro. Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html>
- Rational Software. (3 de Julio de 2015). *Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams*. Nueva York, Estados Unidos: IBM. Obtenido de https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf
- Real Academia Española. (16 de octubre de 2014). *Criptología*. Madrid, España: Real Academia Española. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=BHlxqHy>
- Registro Nacional de Identificación y Estado Civil. (13 de enero de 2012). *Identidad Digital*. Lima, Perú: Registro Nacional de Identificación y Estado Civil. Obtenido de <https://portales.reniec.gob.pe/web/identidaddigital/principalpki>
- Registro Nacional de Identificación y Estado Civil. (s.f.). *Certificado Digital*. Lima, Perú: Registro Nacional de Identificación y Estado Civil. Obtenido de http://portales.reniec.gob.pe/web/identidaddigital/b01_bpki
- Registro Nacional de Identificación y Estado Civil. (s.f.). DNI Electrónico. Lima, Perú: Registro Nacional de Identificación y Estado Civil. Obtenido de <https://portales.reniec.gob.pe/web/dni>
- Responsabilidad Social +. (14 de octubre de 2016). *SENASA protege al planeta con firma electrónica*. Lima, Perú: Responsabilidad Social+. Obtenido de <https://www.rsmas.pe/senasa-protege-al-planeta-con-firma-electronica/>
- Revilla, J. M. (18 de diciembre de 2013). *Las empresas sin sistemas automatizados tienen más problemas de rendimiento*. Madrid, España: IT Espresso. Obtenido de

- <https://www.itespresso.es/empresas-sin-sistemas-automatizados-mas-problemas-rendimiento-119247.html>
- Satpathy, T. (1 de enero de 2016). *A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE*. Arizona, Estados Unidos: SCRUMstudy. Obtenido de <https://www.scrumstudy.com/SBOK/SCRUMstudy-SBOK-Guide-2016.pdf>
 - Schalk, C. (1 de abril de 2005). *Introduction to Javaserer Faces*. California, Estados Unidos: Oracle. Obtenido de <https://www.oracle.com/technetwork/topics/index-090910.html>
 - Secretaria de Gobierno Digital. (23 de enero de 2020). *Plataforma Digital de Gestión Documental*. Lima, Perú: Gobierno del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/744-plataforma-digital-de-gestion-documental>
 - Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (26 de diciembre de 2014). *¿Qué es Cero Papeles?* Barranquilla, Colombia: Gobierno del Atlántico. Obtenido de <http://www.atlantico.gov.co/index.php/preguntas-frecuentes-45027/4325-que-es-cero-papel>
 - SurveyMonkey. (s.f.). *Calculadora del tamaño de muestra*. California, Estados Unidos: SurveyMonkey. Obtenido de <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
 - Tutorials Point. (s.f.). *MYBATIS - Hibernate*. Telangana, Republica de la India: Tutorials Point. Obtenido de https://www.tutorialspoint.com/mybatis/mybatis_hibernate.htm
 - Writing, A. (s.f.). *¿Que son las PC Cards y las Smart Cards?* California, Estados Unidos: Techlandia. Obtenido de https://techlandia.com/son-pc-cards-smart-cards-info_77201/
 - TIOBE. (01 de octubre de 2018). *TIOBE Index for October 2018*. Eindhoven, Países Bajos: TIOBE. Obtenido de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (09 de abril de 2020). *¡Histórico! San Marcos es la primera universidad pública en emitir diploma digital de título profesional*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <http://www.unmsm.edu.pe/noticias/ver/San-Marcos-primera-universidad-publica-emitir-diploma-digital-titulo-profesional>

8.4 Artículo de periódico

- Diario Gestión. (15 de enero de 2015). Indecopi y la Oficina de Taipei promoverán desarrollo de la firma digital en el Perú. *Diario Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/>
- Diario Gestión. (04 de abril de 2018). Reniec pone en marcha sistema para firma de contratos con DNI electrónico, ¿cómo funciona? *Diario Gestión*, Obtenido de <https://gestion.pe/>

8.5 Artículo de revista

- Dingsoyr, T., & Lassenius, C. (2016). Emerging themes in agile software development: Introduction to the special section on continuous value delivery. *Information and Software Technology*, (77), p. 56-60.
- Dolendro Singh, L., & Mangle Singh, K. (2015). Implementation of Text Encryption using Elliptic Curve Cryptography. *Eleventh International Multi-Conference on Information Processing*, (1), p. 73-82.
- Martiri, E., & Baxhabu, A. (2011). Monotone digital signatures: an application in software copy protection. *World Conference on Innovation and Computer Science*, (1), p. 275-279.

- Papadopoulos, G. (2015). Moving from Traditional to Agile Software Development Methodologies Also on Large, Distributed Prohect. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (175), p. 455–463.
- Priynka, Y., Singhu, S., & Vani, T. (2012). Digital Signature. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, (3), p. 115-118.
- Rojas Mezarina, L. (2014). Firma digital en el Instituto Nacional de Salud. *Instituto Naional de Salud*, (1), p. 16-19.
- Sanches Acosta, C., Tuesta Monteza, V., & Mejia Cabrera, I. (2015). Análisis comparativo de framework para el desarrollo de aplicaciones web en Java. *Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, (1), p. 60-72.
- Sharmaa, A., Kumarb, M., & Agarwal, S. (2015). A Complete Survey on Software Architectural Styles and Patterns. *International Conference on Eco-friendly Computing and Communication Systems*, (1), p. 16-28.
- Tiwari, N. (2015). On the security of pairing-free certificateless digital signature schemes. *Information & Communications Technology Express*, (1), p 94-95.
- Varguese, P., & Anjana S., C. (2013). An Indepeth Understanding Of Digital Signature Algorithm: A Case Study. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, (3), p. 169-171.

8.6 Leyes

- Congreso de la Republica del Perú (2000). Ley 27269 del 8 de mayo del 2000 Ley de Firmas y Certificados Digitales. Lima: Congreso de la Republica del Perú.

9 CAPITULO VIII. APENDICE

1. Carta de solicitud de apoyo al CINFO por parte de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Universidad del Perú. Decana de América
Facultad De Ingeniería De Sistemas E Informática
Decanato

Ciudad Universitaria, 26 de marzo de 2019

Carta N° 0042-D-FISI-2019

Ingeniero
JORGE ESPONDA VELIZ
 Director del Centro de Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo presentarle al señor **Gustavo Néstor De la Cruz Castro**, con código N° 12200053, egresado de la Escuela de Ingeniería de Software del año 2017-I, el mismo que se encuentra desarrollando una tesis titulada. **DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA LA EMISION DE CERTIFICADOS DE ESTUDIO DEL CENTRO DE INFORMATICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS UTILIZANDO LA FIRMA DIGITAL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Software.

Por lo expuesto, solicito a usted brindarle las facilidades necesarias para que el mencionado bachiller pueda desarrollar su tesis.

Agradezco la atención que se sirvan brindar a la presente.

Atentamente,

Dr. Hugo Froilán Vega Huerta
 Decano (e)

//fa

2. Encuesta realizada.

ENCUESTA SOBRE EL CONOCIMIENTO DEL ALUMNADO DEL CINFO ACERCA DE LA FIRMA DIGITAL Y SUS BENEFICIOS

Con motivo del desarrollo de la tesis titulada “Desarrollo de un sistema web para la emisión de certificados de estudio del Centro de Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos utilizando la firma digital” se le solicita y agradece su colaboración en contestar las siguientes preguntas acerca de la tecnología de Firma Digital y los beneficios que se lograría con su implementación.

FECHA: _____

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

SEXO: Masculino Femenino

EDAD: Menos de 20 Años
 Entre 20 y 30 Años
 Entre 31 y 40 Años
 Entre 41 y 50 Años
 Mas de 50 Años

ÁREA EN LA QUE ESTUDIA O LABORA Tecnológica
 Médica
 Administrativa
 Educativa
 Otra: _____

PREGUNTAS

Marque la casilla correcta con un aspa (X).

1. ¿Considera que la entrega de certificados de estudios físicos le ha traído algún problema?

SÍ NO

2. De ser Sí su respuesta, méncionelo(s):

Pérdida de tiempo en el recojo del certificado de estudio.
 Pérdida de tiempo en la espera a la generación del certificado de estudio.
 Preocupación por mantener en buen estado el certificado de estudio durante el tiempo.
 Otros: _____

3. ¿Qué opina sobre el recibir sus certificados de estudios de manera digital sin que este documento pierda su valor legal?

Sí, estoy de acuerdo.
 Sí, estoy de acuerdo, pero deberían considerar lo siguiente: _____
 No, no estoy de acuerdo. Indique el motivo: _____

4. ¿Está de acuerdo en que las instituciones inviertan en la realización de proyectos tecnológicos que beneficien tanto a ellos como a los alumnos?

- Sí, estoy de acuerdo.
 Sí, estoy de acuerdo, pero deberían considerar lo siguiente: _____
 No, no estoy de acuerdo. Indique el motivo: _____

5. ¿Conoce acerca de la Firma Digital?

- Sí
 Sí, he escuchado, pero no lo comprendo.
 No, desconozco totalmente.

6. De ser Sí su respuesta ¿Alguna vez ha visto o ha firmado un documento utilizando esta tecnología?

SI NO

7. ¿Cuánto es lo máximo que estarías dispuesto a pagar por la entrega de certificados de estudio con firma digital?

- S/ 10
 S/ 20
 S/ 30
 S/ 40

8. ¿Conoce acerca de los DNI electrónicos?

- Sí
 Sí, he escuchado, pero no comprendo su utilidad.
 No, desconozco totalmente.

9. De ser Sí su respuesta ¿Ha utilizado el DNI electrónico para realizar alguna operación virtual?

SI NO

10. ¿Conoce acerca del término 'Cero papeles'?

- Sí
 Sí, he escuchado, pero no lo comprendo.
 No, desconozco totalmente.

11. De ser Sí su respuesta ¿Considera importante los beneficios que se busca obtener aplicando este concepto en proyectos tecnológicos?

- Sí, lo considero importante
 Sí, lo considero importante, pero deberían considerar lo siguiente: _____
 No, no me parece importante. Indique el motivo: _____

Muchas gracias

3. Resultados de encuesta.

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	SEXO	EDAD	ÁREA EN LA QUE ESTUDIA O LABORA														
					1	2A	2B	2C	2D	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	VICTOR ALFREDO OTAROLA BRAVO	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	3		1	3		3	
2	CAROLINE TELLO AZHOMIZO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X	X	X		1	1	3		2	1	2	3	
3	JAIR ANTHONY VILLAVICENCIO HUARACA	MASCULINO	Menos de 20 Años	Educativa	1			X		1	1	3		1	3		1	1
4	JOEL	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	1	2	1	1	2	3	
5	HEYNER REYNALDO POLO CARROLLO	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	1		X			1	1	1	2	1	1	2	3	
6	DANNE VANESSA PINEDO VELASQUEZ	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X				1	1	2	2	2	1	2	3	
7	DIANA NANCY BERNAOLA MEDINA	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X				1	1	3		1	3		3	
8	XIOMARA VASQUEZ	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	2	2	1	1	2	3	
9	CESAR ENRIQUE CHAVEZ SOTO	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	2					1	1	1	1	1	3		3	
10	ANA LUCIA APONTE	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	2					1	1	1	1	1	1	2	3	
11	GABRIEL ALEXANDER REVILLA CHIRINO	MASCULINO	Menos de 20 Años	Educativa	1		X			1	1	1	1	2	1	1	3	
12	ADA KEIKO ARANGO QUISPE	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	2	1	1	1	2	3	
13	JOSE ORLANDO MEDINA RODRIGUES	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	2	1	1	2	2	3	
14	VALERY ROSSYBEL DIAZ SALVATIERRA	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	1	1	1	3		3	
15	ALEXANDRO RAMIREZ LLANICO	MASCULINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X		X		1	1	3		1	2	2	3	
16	MARIANA GABRIELA CAMARA CALLA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	1	X				1	1	3		1	3		3	
17	DASTO LONGOLO ESCORBA QUISPE	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	1	1	2	2	2	3	
18		FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	2					1	1	1	1	1	1	2	1	1
19	LISSETH QUISPE VILLAREAL	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	1	X				1	1	3		2	3		3	
20	BIHANELLY JACINTO MORALES	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	2					1	1	1	1	1	1	2	3	
21	GEREMY CANDELA MOLINA	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	3		1	1	2	3	
22	RENZO RENZITO BLANCOS	MASCULINO	Menos de 20 Años	Médica	1		X			1	1	2	2	1	1	2	1	1
23	ANGELICA PEÑA LIZANA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1	X				1	1	3		1	2	1	3	
24	DAYANE MONTES	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	1	1	3	1	2	1	1

25	JESENIA HERRERA	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1		X			1	1	1	1	1	1	2	3	
26	ARIANA MICAELA CUSIHUAMAN OSCANO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X				1	1	1	1	1	2	2	3	
27	DAFFER FERNANDEZ SERRANO	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	1	1	2	1	2	1	1
28	GONZALO AGUIRRE OCHOA	MASCULINO	Menos de 20 Años	Educativa	1	X	X	X		1	1	1	1	1	1	2	1	1
29	DOMINIQUE LEIA FERNANDEZ CASTILLO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	2					1	1	3		1	1	2	1	1
30	KAROLAY ECHEGARAY	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1			X		1	1	2	1	1	1	2	3	
31	FABRIZIO CABREJOS	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	2	1	2	2	2	3	
32	RUTH ELIZABETH CALIA LIANTOY	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	1	X	X	X		1	1	3		1	3		3	
33	OCHOA AROTEGUE	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	1	X				1	1	2	2	1	1	2	1	1
34	ENRIQUE BRAÑEZ	MASCULINO	Entre 41 y 50 Años	Tecnológica	2					1	1	2	2	1	1	2	1	1
35	VIVIAN OJEDA MELLADO	FEMENINO	Entre 41 y 50 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	1	1	2	1	2	1	1
36		FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	2	2	1	2	2	3	
37	PALOMINO AGUILAR MELANIE	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	3		2	3		3	
38	ROBERTO ANDRE ROCO TERRES	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					3	1	3		1	2	2	3	
39	OBER RIVERA SANCHEZ	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	1			X		1	1	1	2	1	3		1	1
40	CARLOS SANTOS AZURADO QUISPE	MASCULINO	Mas de 50 Años	Tecnológica	2					3	1	1	1	1	2	2	1	1
41	JUAN ALBERTO VALCARCEL AMADOR	MASCULINO	Entre 31 y 40 Años	Tecnológica	1	X	X	X	X	1	1	1	1	3	1	1	1	1
42	DAVID CARLOS JUAREEZ MADRID	MASCULINO	Entre 31 y 40 Años	Administrativa	2					1	1	1	1	1	1	2	3	
43	JONATHAN ORTEGA	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Educativa	2					1	1	3		2	1	2	2	1
44	ANTONIO VALIENTE	MASCULINO	Entre 31 y 40 Años	Otra	2					1	1	2	2	2	1	2	1	1
45	MEDICO MEJIA PAUL	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	2	2	2	1	2	2	1
46	SARAI MELAN PEREZ NUÑEZ	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	1	2	1	1	2	3	
47	POVIS SALVADOR ABRYCEIL ESTHER	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X				1	1	3		1	2	2	2	1
48	CIEZA MOSQUERA BRASAR	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	2	1	2	1	2	3	
49		FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	1	2	1	3		3	
50	ALBA SATILLA ANTON	FEMENINO	Menos de 20 Años	Administrativa	1	X				1	1	3		3	2	2	3	
51	SALVATIERRA AVITA JHOCENA VICTORIA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	2					1	1	3		3	1	1	3	

52	FLOR DE ISABEL NINA GARCIA	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	2	2	1	1	2	1	1
53	ORDOÑEZ VASQUEZ ISABEL	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	3		2	1	2	1	1
54	EDITH QUISPE RIVERA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	2					1	1	3		1	3		3	
55	ALLYSON CAUTTI TORRES	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X	X		X	1	1	3		3	1	2	3	
56	JURRO DUEÑAS JAIDY JAZMIN	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	3		2	3		3	
57	BUACIDO ESPINOZA RICCARDO	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Tecnológica	1	X	X	X		1	1	3		2	1	2	1	1
58	GERSON JOSE SALAS RAMIREZ	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	1	1	1	1	1	3	
59	ALLISON MICHEL ESCOBAR TANIPE	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1	X				1	1	3		2	1	2	1	1
60	LUIS MARCELO SOLORZANO HUAMAN	MASCULINO	Menos de 20 Años	Tecnológica	1	X	X			1	1	1	1	2	1	2	3	
61	IVET VILLAVICENCIO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X	X			1	1	3		2	1	2	1	1
62	INGRID NICOLE QUISPE FLORES	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	3		1	2	2	3	
63	HAEIDY CATHLEEN VILCAPAZA HUAMAN	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Tecnológica	2					1	1	1	1	1	1	2	1	1
64	ARANTXA CHAVEZ ROJAS	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X	X	X		1	1	2	2	2	1	2	3	
65	VALERIA ALESSANDRA ROSAS GRANDE	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	3		2	1	2	3	
66	RAFAELE BAUTISTA	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	1	X	X	X		1	1	3		2	3		1	1
67		FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X				1	1	3		1	1	2	1	1
68	ROBERT ISAAC SEMINARIO JIMENEZ	MASCULINO	Entre 41 y 50 Años	Administrativa	1	X	X			1	1	3		2	1	2	1	1
69	ALESSANDRA BRISEL VALENZUELA OCOA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Tecnológica	1			X		1	1	1	1	2	1	2	1	1
70	KATHERINE HUAPAYA PAQUEYAURI	FEMENINO	Entre 31 y 40 Años	Administrativa	1	X		X		1	1	3		3	1	2	3	
71	KIMBERLY SOLANO MEDINA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Tecnológica	1	X	X	X		1	1	1	1	2	2	2	1	1
72	BORJA GARCIA OFELIA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1		X	X		1	1	1	1	3	1	2	1	1
73	STEPHANIA ZELADA SANTAMARIA	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Administrativa	1	X	X			1	1	1	1	1	1	2	1	1
74	AMANDA ALBERCA PISCO	FEMENINO	Entre 41 y 50 Años	Administrativa	1	X	X	X		1	1	1	1	3	2	2	1	1
75	ESDRAS KORAFI APONTE	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Tecnológica	2					1	1	2	1	2	1	2	2	1
76	JOSE FRANASCO EGUILITA FRANDA	MASCULINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	3		2	2	2	3	
77	JORGE ANTHONY HUAYANAY ARCOS	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Tecnológica	2					1	1	1	1	2	1	2	1	1
78	JESUS FERNANDO CAYCHO RODRIGUEZ	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	2	1	2	3		3	

79	VASQUEZ GOMES DAVID EDUARDO	MASCULINO	Entre 31 y 40 Años	Otra	1	X				1	1	1	1	2	1	2	1	1
80	YECLITZA NICOLE RAMIREZ CAJAN	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1			X		1	1	2	2	2	1	2	1	1
81	SARA ABIGAIL DE LA TORRE CASTILLO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X				1	1	2	2	1	1	2	1	1
82	GUSTAVO RICARDO ALANA LEVANO	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1		X			1	1	2	1	2	1	2	2	1
83	KIARA ALEXANDRA CARTAGENA PRINCIPE	FEMENINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	3		1	3		1	1
84	NATALY RUIZ RAMIREZ	FEMENINO	Menos de 20 Años	Educativa	2					1	1	3		2	2	2	3	
85	JOAQUIN JEAN JULIA ALVARADO	MASCULINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X		X		1	1	3		1	1	2	1	1
86	KAREN CRISTINA CUEVA OCAÑA	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X	X	X		1	1	3		2	3		2	2
87	LUISA ARIANA CHALLCO MACEDO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X	X	X		1	1	3		2	1	2	3	
88		FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1	X				1	1	1	1	2	1	2	1	1
89	NICOLE PILCO AVELINO	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	1	1	3	1	2	1	1
90	CAMILA APCHO SANCHEZ	FEMENINO	Menos de 20 Años	Médica	1	X	X	X		1	1	3		2	2	2	2	1
91	HECTOR JESUS ALVAREZ	MASCULINO	Menos de 20 Años	Médica	2					1	1	2	2	3	1	2	1	1
92	STEPHANIE TALLEDO WHITEMBURY	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Administrativa	2					1	1	1	2	2	1	2	2	1
93	RETUERTO LOPEZ BERTOLT ROMRIN	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	1		X			1	1	1	1	2	1	2	3	
94	JAHAIRA YERLA PACCORI	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	2					1	1	2	2	3	1	2	1	1
95	HECTOR LAMELA CAZARTELL	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	2					1	1	1	2	1	1	2	1	1
96	KAREN TORREJON ORDOÑEZ	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1	X	X			1	1	2	2	3	1	2	1	1
97		FEMENINO	Mas de 50 Años	Tecnológica	2					1	1	3		2	1	2	3	
98	MARGOT MAYRA MILLEDA ROMAN	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	2	1	1	1	2	3	
99	YONETA ISABEL GIRALDO QUIÑONES	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Administrativa	1	X	X	X		1	1	3		2	3		3	
100		FEMENINO	Entre 31 y 40 Años	Médica	1	X	X	X		1	1	1	2	3	1	2	1	1
101	CAROL PEÑA TELLO	FEMENINO	Entre 31 y 40 Años	Educativa	1		X			1	1	1	1	1	1	2	1	1
102	LUIS ALEJANDRO GUTIERREZ LOPEZ	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	2					1	1	3		3	1	2	1	1
103		MASCULINO	Entre 41 y 50 Años	Médica	2					3	1	1	1	1	1	2	1	2
104	ANGELICA LUZ HUAQUIN VARGA	FEMENINO	Entre 41 y 50 Años	Otra	1	X				1	1	3		1	1	1	1	1
105	CESAR SILVA ENCALADA	MASCULINO	Menos de 20 Años	Otra	1		X	X		1	1	2	1	2	1	2	3	

106	CINTHIA CORREA	FEMENINO	Entre 31 y 40 Años	Otra	1	X	X	X		1	1	1	1	1	1	2	1	1
107		FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	2					1	1	3		2	1	2	1	1
108	MERCEDES CESAR M.	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	2					1	1	2	2	2	1	2	1	1
109	ANNIE DANIELA CASTAÑEDA CAOTILLO	FEMENINO	Entre 20 y 30 Años	Médica	1	X	X		X	1	1	3		3	1	2	3	
110	EDUARDO LUIS ECHEVARRIA BEAS	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Administrativa	2					1	1	3		4	1	2	2	1
111	BETTY MARITZA RAMOS VALLADARES	FEMENINO	Entre 41 y 50 Años	Otra	1	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	2	1	1
112	MILAGROS VERTIZ	FEMENINO	Mas de 50 Años	Otra	1			X		1	1	1	2	2	3		1	1
113	FABIAN RAFAEL LUNA MICLLO	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Otra	2					1	1	3		2	3		1	1
114	OSCAR AGUSTIN GOMEZ AGUILAR	MASCULINO	Entre 31 y 40 Años	Otra	2					3	1	3		2	1	2	3	
115	FREDMAY FASMANJ ALVA RAMOS	MASCULINO	Entre 20 y 30 Años	Administrativa	2					1	1	3		2	3		3	



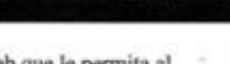
Consideraciones:

- Algunos estudiantes decidieron no brindar su nombre, sin embargo, fueron considerados como parte de los estudiantes encuestados.
- Los números de las respuestas son lo equivalente a la opción marcada por cada estudiante.
- Las preguntas que se encuentran sin respuesta son por su dependencia con la pregunta anterior.
- La pregunta 2 es de opción múltiple, por ello la forma en que se muestra su resultado.

4. Acta de reunión N° 001.

ACTA DE REUNIÓN N° 001

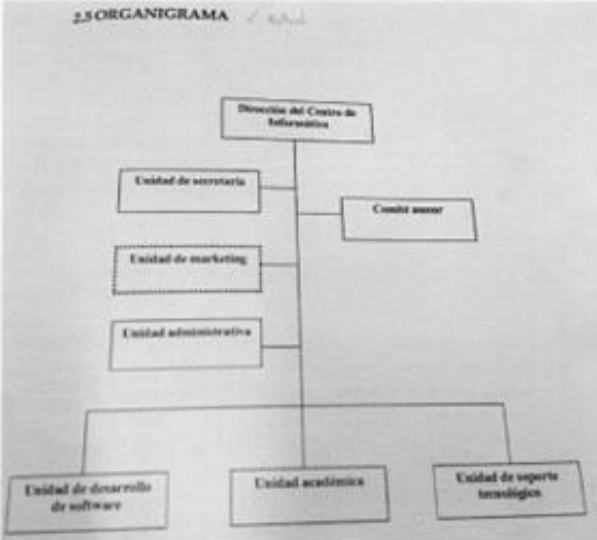
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	20/03/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	2:30 PM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	4:00 PM	Asunto	Estado actual del CINFO.

PARTICIPANTES		
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad
Jorge José Esponda Veliz	Director del CINFO	
Yanic Fredel Navincopa	Jefe de la UST	
Carlos Montor	Encargado de soporte y tecnología	
Gustavo De la Cruz Castro	-	

TEMAS TRATADOS

- Se expresó la consideración del desarrollo de un sistema web que le permita al CINFO realizar funcionalidades adicionales, entre las cuales estaría brindar clases online donde los certificados de estudio ya no sean físicos sino virtuales, eliminando así la barrera actual que tienen que solo dar clases presenciales.
- Se brindó el organigrama actual con el que cuenta el CINFO.

2.5 ORGANIGRAMA



```

graph TD
    D[Director del Centro de Informática] --- U1[Unidad de secretaría]
    D --- U2[Unidad de marketing]
    D --- U3[Unidad administrativa]
    D --- CA[Comité asesor]
    D --- U4[Unidad de desarrollo de software]
    D --- U5[Unidad académica]
    D --- U6[Unidad de soporte tecnológico]
  
```

- Se indicó los problemas actuales con los que cuenta el Sistema de gestión académica actual del CINFO:
 - Sistema de escritorio que imposibilita el trabajo remoto, así como su modificación al ser obsoleto.
 - Registro innecesario de los alumnos ingresantes que ya han sido previamente registrados en otra dependencia de la UNMSM.
 - Creación de aulas ficticias para la asignación de los cursos a desarrollarse.
 - Creación de cursos ficticios para la asignación de los docentes que lo dictaran.
 - Descuadre del certificado de estudio con la presencia de nombres largos.

- Impresión de certificados físicos que generan un costo para la empresa, así como el no poder brindar su servicio de forma online.
- El CINFO actualmente les ha brindado servicios a las siguientes empresas:
 - Ministerio de salud.
 - Seguro social de salud del Perú.
 - Superintendencia nacional de los registros públicos.
 - Organismo supervisor de inversión privada de telecomunicaciones.
 - Autoridad nacional de agua.
 - Corte suprema de justicia.
 - Perufarma.

ACUERDOS

- El desarrollo del Sistema Web se hará centrado en la emisión de certificados de estudios debido a la complejidad que involucra actualmente el desarrollo de un sistema web que abarque cada punto que necesita el CINFO.
- Se realizará la entrega del Manual de usuario del Sistema de Gestión Académica en la siguiente reunión.
- Para el Certificado de estudio que emita el sistema, se debe considerar el siguiente modelo:



CENTRO DE INFORMÁTICA SAN MARCOS

Perú, De: _____ M. Alumno: _____

CURSOS	
Microsoft Windows	8 h
Microsoft Word	12 h
Microsoft Excel	14 h
Microsoft Power Point	8 h
Nuevas Tecnologías	8 h
PROMEDIO FINAL	
14	Calificación

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Nº 457792

- Para el llenado de notas de los alumnos, se debe considerar que el Acta de notas será virtual y permitirá que las notas por cada curso sean variables. El modelo a considerar será el siguiente:

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
CENTRO DE INFORMÁTICA
CENTRO DE ASISTENCIA



Cont. Control: 104702016.000
 Curso: CURSO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS
 Profesor: CIVIL OF. FLORENCIO SUEL AMARILLO
 Aula: 10301
 Fecha: DOM LUN MAR MIÉ JUE VIÉ

Fecha Inicio: 08/02/16
 Fecha Término: 26/02/16
 Fecha Reporte: Mar 25 10:16:24 2016

Nº	Matrícula	Apellidos y Nombres	Asistencia	Nota	P.P.
01	147024	PELLACONEROS LAMARCA JEREMY	XXXXXXXXXX		
02	148003	PENAFORNOS OLIVERA PEREZ JHO	XXXXXXXXXX		
03	151000	PELLAFRANCO RAMOS DANIEL	XXXXXXXXXX		
04	151000	PEREZ RAMOS DE POLICIANO	XXXXXXXXXX		
05	147144	PEREZ RAMOS RAMOS JULIA MARIE	XXXXXXXXXX		
06	148001	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
07	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
08	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
09	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
10	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
11	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
12	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
13	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
14	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
15	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
16	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
17	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
18	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
19	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
20	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
21	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
22	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
23	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
24	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		
25	148004	PEREZ RAMOS RAMOS ANDREY	XXXXXXXXXX		



Entregado Por: _____ Recibido Por: _____ Fecha de Cierre: _____

5. Acta de reunión N° 002.

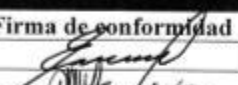


ACTA DE REUNIÓN N° 002			
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	30/06/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	12:30 PM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	1:30 PM	Asunto	Avance del sistema Web
PARTICIPANTES			
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad	
Carlos Montor	Encargado de soporte y tecnología		
Gustavo De la Cruz Castro	-		
TEMAS TRATADOS			
<p>Se presentó el avance del sistema web con lo acordado en el Acta de Reunión N° 001, donde los puntos más resaltantes fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación del certificado de estudio según el modelo brindado. • Envío del certificado de estudio por medio del correo electrónico. <p>Carlos Montor, realizó las siguientes observaciones y recomendación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el cálculo del promedio final, según las notas de cada tema de un curso, se debe realizar considerando un porcentaje del promedio final. • Para la búsqueda de un Acta de notas se debe considerar solamente el código del Curso. • Al momento dar por cerrado un Acta de notas, debe aparecer una opción que permita confirmar la acción, previa visualización de las notas a registrar donde, además, se mostraran el total de alumnos aprobados y desaprobados. • Para los alumnos que desaprueben el Curso, se les enviará por correo una constancia que acredita el haber llevado el Curso. • En el correo que se envía al alumno, se debe agregar la firma del departamento encargado del envío de resultados de las notas. Además, se recomienda que en el correo se adjunte publicidad donde se le invite al estudiante a llevar otro Curso. 			
ACUERDOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Para la siguiente reunión, se presentará un avance donde se deben cubrir las observaciones indicadas. Además, se realizará un análisis para evaluar la implementación de las recomendaciones dadas. 			

6. Acta de reunión N° 003.

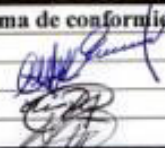
ACTA DE REUNIÓN N° 003

INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	25/07/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	12:00 PM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	1:00 PM	Asunto	Avance del sistema Web
PARTICIPANTES			
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad	
Carlos Montor	Encargado de soporte y tecnología		
Gustavo De la Cruz Castro	-		
TEMAS TRATADOS			
<p>Se presentó el avance del sistema web con lo acordado en el Acta de Reunión N° 002, donde los puntos más resaltantes fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la búsqueda de un Acta de notas se debe considerar solamente el código del Curso. • Al momento dar por cerrado un Acta de notas, debe aparecer una opción que permita confirmar la acción, previa visualización de las notas a registrar donde, además, se mostraran el total de alumnos aprobados y desaprobados. • En el correo que se envía al alumno, se debe agregar la firma del departamento encargado del envío de resultados de las notas. <p>Sin embargo, hubo puntos que, según lo acordado con Carlos Montor, serian difícil de abarcar. Estos puntos fueron los siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el cálculo del promedio final, según las notas de cada tema de un curso, se debe realizar considerando un porcentaje del promedio final. • Se recomienda que en el correo se adjunte publicidad donde se le invite al estudiante a llevar otro Curso. <p>Además, sobre el punto que indicaba el envío de una constancia de estudio para los alumnos que desaprobaran el curso, se acordó que se enviaría un correo donde se le indicaría al alumno que de desear la constancia debería acercarse a las oficinas del CINFO.</p> <p>Queda pendiente finalizar el desarrollo de la plantilla de certificado de estudio y la funcionalidad para la validación de dicho certificado.</p>			
ACUERDOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Se acordó realizar una reunión de cierre del proyecto con el fin de mostrar el sistema web con todas las funcionalidades desarrolladas donde deberían participar el Ing. Jorge Esponda, la Lic. Yanic Fredel y Carlos Montor. 			



7. Acta de reunión N° 004.

ACTA DE REUNIÓN N° 004			
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	05/09/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	16:00 PM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	17:00 PM	Asunto	Presentación de la versión final del sistema Web
PARTICIPANTES			
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad	
Jorge José Esponda Veliz	Director del CINFO		
Carlos Montor	Encargado de soporte y tecnología		
Gustavo De la Cruz Castro	-		
TEMAS TRATADOS			
<p>En esta reunión se presentó la versión final del sistema web con lo acordado en el Acta de Reunión N° 003. Las funcionalidades con las que cuenta el sistema son las siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de los alumnos. • Gestión de los cursos, módulos y programas. • Matricula de los alumnos. • Cierre del acta de notas el cual permite el envío del certificado de estudio. • Validación del certificado de estudio emitido por el sistema. <p>El director del CINFO, Jorge Esponda, y el Encargado de soporte y tecnología, Carlos Montor, dieron su aprobación sobre el sistema presentado.</p>			
ACUERDOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Se realizarán las coordinaciones para poder realizar una prueba del sistema con un aula seleccionada, donde se tendrá como objetivo validar el correcto funcionamiento del sistema con la emisión de certificados de estudio. 			

8. Acta de reunión N° 005.

ACTA DE REUNIÓN N° 005			
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	07/10/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	10:00 AM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	11:00 AM	Asunto	Planificación de la prueba del sistema.
PARTICIPANTES			
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad	
Jorge José Esponda Veliz	Director del CINFO		
Carlos Montor	Encargado de soporte y tecnología		
Jennifer Nauri	Auxiliar académica		
Gustavo De la Cruz Castro	-		
TEMAS TRATADOS			
<p>En esta reunión se explicó la metodología a usarse para la prueba del sistema web, la cual consiste en seleccionar un aula y realizar la emisión del certificado por medio del sistema desarrollado.</p> <p>El Ing. Jorge Esponda, Carlos Montor y Jennifer Nauri hicieron algunas observaciones, las cuales fueron consideradas para el mejor desempeño de la prueba a realizarse.</p> <p>El aula seleccionada es la que conforman los alumnos del curso "HERRAMIENTAS INFORMATICAS" con código de curso HINFO2019-104.</p>			
ACUERDOS			
<ul style="list-style-type: none"> • El día 22/10 se realizará una explicación de la prueba a realizarse al aula seleccionada donde se les pedirá que respondan el correo enviado por el sistema a fin de validar la recepción del certificado de estudio. • El certificado a enviarse a los alumnos contará con una marca de agua que diga "SIN VALOR OFICIAL" y, para fines didácticos, todos los alumnos serán aprobados en la prueba del sistema. 			



9. Acta de reunión N° 006.

ACTA DE REUNIÓN N° 006			
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	22/10/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	9:30 AM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	10:00 AM	Asunto	Explicación a los alumnos de la prueba del sistema.
PARTICIPANTES			
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad	
Jennifer Ñauri	Auxiliar académica		
Gustavo De la Cruz Castro	-		
TEMAS TRATADOS			
<p>Con el apoyo de la Srta. Jennifer Ñauri se les explico a los alumnos del aula 'HINFO2019-104' el procedimiento que se seguiría para la prueba del sistema y además que el certificado que se les enviará contará con una marca de agua que diga "SIN VALOR OFICIAL" para evitar el posible mal uso del certificado enviado.</p> <p>Los Alumnos participantes fueron los siguiente:</p>			
DNI	APELLIDOS	NOMBRES	CORREO
71926877	LIGIA MILAGROS	CALLO SANCHEZ	ligia.milagros1@gmail.com
46653678	EVELYN LISETH	CASTAÑEDA JURO	nayru_5@hotmail.com
71821070	JORGE JESUS	CASTRO REYNA	jotacho1809@hotmail.com
73239346	LENIN ANTONIO	CHAVEZ QUISPE	leninchavezquispe@gmail.com
71505000	NOELIA	CUNO GUTIERREZ	noefiacuno04@gmail.com
73932083	VICTOR EMILIO ADEMAR	ESPINOZA REYNA	emilio_12u@hotmail.com
72422661	BENJAMIN MIGUEL	INCIO SALDAÑA	benjamininciosaldana91@gmail.com
73174648	PIERO STEFANO	LOPEZ MORENO	pierolopezmoreno@gmail.com
75069203	JERRI JHON	QUISPE HUAMAN	jerrijhonqp@gmail.com
73481924	LAURA HAYDEE	QUISPE PUSARI	lauraqp05@gmail.com
73114603	SEBASTIAN GIBRANT	VELARDE BERNAOLA	sbernaola29@gmail.com
73859506	NELSON	ESPINOZA CHOQUEPURA	nelesp123@gmail.com
ACUERDOS			
<ul style="list-style-type: none"> El día 22/10 se realizará una segunda reunión con los alumnos para brindarle los resultados de las pruebas obtenidas, recordarles que deben responderme el correo para que quede como evidencia y agradecerles el apoyo brindado. 			

10. Acta de reunión N° 007.


ACTA DE REUNIÓN N° 007


INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha	29/10/2019	Tipo de Reunión	Presencial
Hora de Inicio	9:30 AM	Elaborado Por	Gustavo De la Cruz Castro
Fin	10:00 AM	Asunto	Presentación final del proyecto.

PARTICIPANTES		
Apellidos y nombre	Cargo	Firma de conformidad
Jennifer Nauri	Auxiliar académica	
Gustavo De la Cruz Castro	-	

TEMAS TRATADOS

Los certificados enviados contaron con una marca de agua tal y como se puede visualizar a continuación:





CURSO	
Historia del Perú	5
Historia del Perú	12
Historia del Perú	14
Historia del Perú	5
Historia del Perú	5
PROMEDIO FINAL	
20	Varón

Se les recordó a los alumnos que forman parte de la prueba que respondan el correo enviado ya que servirá como evidencia de la recepción del certificado de estudio.

Con la prueba realizada exitosamente, queda evidenciado el correcto funcionamiento del sistema y se da por cerrado el proyecto.

ACUERDOS