

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Implementación de un sistema para la gestión del proceso de votación
digital en instituciones privadas**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Informático

AUTOR:

Jorge Renato León Chumpitaz

ASESOR:

Mag. Eder Ramiro Quispe Vilchez

Lima, Diciembre, 2021

Resumen

En la actualidad los procesos electorales, en su gran mayoría, se llevan a cabo de forma presencial y se procesan los votos casi en su totalidad de forma manual. Esta forma de llevar a cabo el proceso trae consigo problemas tales como el extenso tiempo que toma realizarlo, la logística que conlleva, la acumulación de información física y la dificultad en la gestión de la misma, y los casos de fraude electoral que se han dado a lo largo de la historia. Es por ello que el presente trabajo de investigación, tendrá como resultado un sistema de votación digital para instituciones privadas y que seguirá lineamientos de seguridad de la información para asegurar en lo posible la confidencialidad de la información y evitar fraudes en el proceso. A lo largo de este proyecto de fin de carrera, se presentarán los objetivos que este tiene comenzando por la definición del proceso y lo que este abarca, y en base a ello, se realizará un análisis y diseño del alcance del sistema. Además, se definirán los lineamientos de seguridad que seguirá el desarrollo e implementación del mismo y finalmente, se implementará el sistema y se generarán los manuales y documentación para el uso del mismo. De esta forma se culminará explicando como la realización de este sistema combate los problemas antes mencionados brindando a las instituciones privadas una herramienta que los ayude en la gestión y realización de sus votaciones.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mi familia por todo el apoyo que me dieron desde el comienzo de mi carrera profesional, pero de forma especial a mis padres, quienes confiaron en mi desde siempre y me acompañaron en todo momento motivándome a ser cada día mejor.

También se lo dedico a mis amigos, a mis incondicionales Andrea Reyes, Luis Dioses, Kaytlin Espinoza, Nicolás Cossio y Carmen Espinoza, quienes formaron parte de mi desarrollo académico para lograr culminar la carrera. Y un agradecimiento especial a Andrea, quien me apoyo en el desarrollo de este trabajo brindándome sus conocimientos, motivación y compañía a lo largo de todo este último paso en la carrera profesional.

Finalmente, se lo dedico a mi abuelito que ya desde su eterno descanso siempre tuvo fe en mí y me hizo presente que yo era capaz de lograr todos mis sueños, gracias abuelito siempre fuiste mi mejor compañía en los tiempos difíciles.

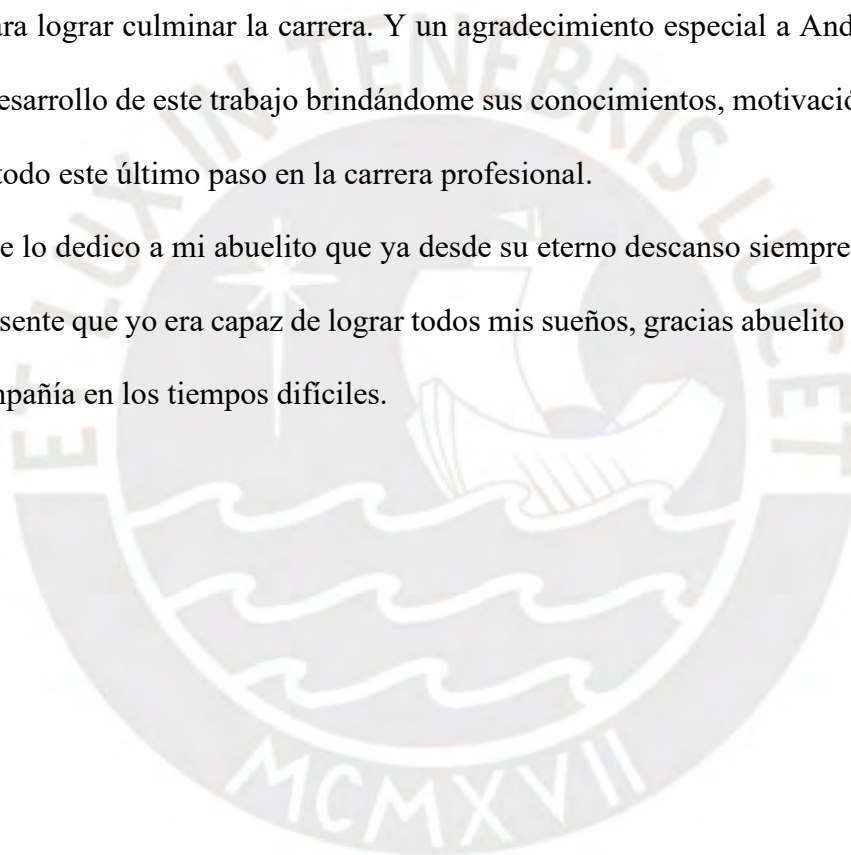


Tabla de Contenido

Resumen	i
Dedicatoria	iii
Tabla de Contenido	iii
Índice de Figuras	viii
Índice de Tablas	viii
Capítulo 1. Generalidades	1
1.1 Problemática	1
1.1.1 Árbol de Problemas	1
1.1.2 Descripción	2
1.1.3 Problema seleccionado	4
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.2.3 Resultados Esperados	5
1.2.4 Mapeo de objetivos, resultados y verificación	7
1.3 Herramientas, Métodos y Procedimientos	13
1.3.1 Herramientas	15
1.3.1.1 Lucidchart	15
1.3.1.2 Figma	15
1.3.1.3 Canva	15
1.3.1.4 React.js	15
1.3.1.5 Spring	16
1.3.1.6 Git	16
1.3.1.7 MySQL	16
1.3.1.8 Visual Studio Code	17
1.3.1.9 Amazon Web Services (AWS)	17
1.3.2 Métodos y Procedimientos	17
1.3.2.1 Escala de Likert	17
1.3.2.2 BPMN 2.0	18
1.3.2.3 Empathy Map	18
1.3.2.4 Journey Map	19
1.3.2.5 User Flow Design	19

1.3.2.6	User Storyboard	20
1.3.2.7	Test Driven Development (TDD)	20
1.3.2.8	Behavior Driven Development (BDD)	20
1.3.2.9	Tercera Forma Normal (3FN)	20
1.3.2.10	Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC)	21
1.3.2.11	Metodología incremental iterativa	21
1.3.2.12	Progressive Web App	21
Capítulo 2. Marco Conceptual		23
2.1	Introducción	23
2.2	Marco Teórico	23
2.2.1	Votación Digital o Electrónica No Presencial	23
2.2.1.1	Proceso de votación digital	24
2.2.1.1.1	Registro de los electores	24
2.2.1.1.2	Autenticación del elector	25
2.2.1.1.3	Registro del voto	25
2.2.1.1.4	Resultados de la votación	25
2.2.1.1.5	Auditoría	26
2.2.2	Seguridad de la Información	26
2.2.3	COVID-19	27
2.3	Marco Legal	27
2.3.1	ISO/IEC 27001:2013	27
2.3.2	Ley N° 29603	28
2.3.3	Resolución Jefatural N°211-2010-J/ONPE	28
Capítulo 3. Estado del Arte		30
3.1	Introducción	30
3.2	Objetivos de revisión	30
3.3	Preguntas de revisión	30
3.4	Estrategia de búsqueda	31
3.4.1	Motores de búsqueda a usar	31
3.4.2	Cadenas de búsqueda a usar	31
3.4.3	Documentos encontrados	33
3.4.4	Criterios de inclusión/exclusión	37
3.4.4.1	Criterios de inclusión	37

3.4.4.2	Criterios de exclusión	37
3.5	Formulario de extracción de datos	37
3.6	Resultados de la revisión	38
3.6.1	Respuesta a pregunta P1	38
3.6.2	Respuesta a pregunta P2	40
3.6.3	Respuesta a pregunta P3	42
3.7	Conclusiones	43
Capítulo 4.	Diseño del proceso de votación digital para instituciones privadas	45
4.1	Introducción	45
4.2	Resultados Alcanzados	45
4.2.1	Informe de los procesos de votación digital, que contenga una revisión sistemática de los procesos e información relacionada a entrevistas realizadas a instituciones privadas.	45
4.2.2	Modelo de procesos de voto digital para instituciones privadas, que contenga el diagrama de procesos y el manual de procedimientos.	47
4.3	Discusión	48
Capítulo 5.	Implementación de un sistema web para la gestión de votaciones digitales	50
5.1	Introducción	50
5.2	Resultados Alcanzados	50
5.2.1	Catálogo de indicadores de gestión para el proceso.	50
5.2.2	Análisis del Sistema	51
5.2.2.1	Catálogo de requisitos	51
5.2.2.2	Requisitos funcionales	53
5.2.2.3	Casos de prueba funcionales	55
5.2.3	Diseño del Sistema	57
5.2.3.1	Modelo de datos	57
5.2.3.2	Wireframes del sistema (User Flow)	59
5.2.3.3	Informe de arquitectura de software	60
5.2.4	Sistema web para la gestión de votaciones digitales	62
5.2.5	Guía de usuario del sistema	63
5.2.6	Documento de configuración e instalación del software	64
5.3	Discusión	66

Capítulo 6. Implementación de una aplicación web progresiva (PWA) para el registro de votación digital de forma segura	68
6.1 Introducción	68
6.2 Resultados Alcanzados	68
6.2.1 Análisis del Sistema	68
6.2.1.1 Catálogo de requisitos	68
6.2.1.2 Requisitos funcionales	71
6.2.1.3 Casos de prueba funcionales	72
6.2.1.4 Casos de prueba de integración con el sistema web	73
6.2.2 Diseño del Sistema	74
6.2.2.1 Modelo de datos	75
6.2.2.2 Wireframes del sistema (User Flow)	76
6.2.2.3 Informe de arquitectura de software	78
6.2.3 Informe de las consideraciones de seguridad para el registro de voto digital	79
6.2.4 Aplicación web progresiva para el registro del voto digital utilizando las consideraciones de seguridad definidas	80
6.2.5 Guía de usuario del sistema	82
6.3 Discusión	84
Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros	86
7.1 Conclusiones	86
7.2 Trabajos Futuros	87
Referencias	89
Anexos	95
Anexo A: Extracción de Información	95
Anexo B: Plan de Proyecto	95
• Estructura de descomposición del trabajo (EDT)	102
• Lista de tareas	102
• Cronograma del proyecto	110
• Lista de recursos	112
• Costeo del Proyecto	113
Anexo C: Documento de Procesos de Votación Digital	114
Anexo D: Documento del Modelo del Proceso	114
Anexo E: Catálogo de Indicadores de Gestión	114

Anexo F: Documento del Catálogo de Requisitos	114
Anexo G: Documento de Especificación Funcional	115
Anexo H: Modelo Relacional	115
Anexo I: Diccionario de Datos	115
Anexo J: Prototipo del Sistema Web de Gestión	115
Anexo K: User Flow del Sistema Web de Gestión	116
Anexo L: Prototipo de la Aplicación Web Progresiva (PWA)	116
Anexo M: User Flow de la Aplicación Web Progresiva (PWA)	116
Anexo N: Documento de Arquitectura	116
Anexo O: Especificación de Casos de Prueba	117
Anexo P: Plan de Pruebas	117
Anexo Q: Aplicación Web Progresiva (PWA)	117
Anexo R: Informe de Resultados de Pruebas	118
Anexo S: Documento de Consideraciones de Seguridad	118
Anexo T: Sistema Web de Gestión	118
Anexo U: Manual de Usuario	119
Anexo V: Documento de Configuración e Instalación	119
Anexo X: Resultados de los Medios de Verificación	119

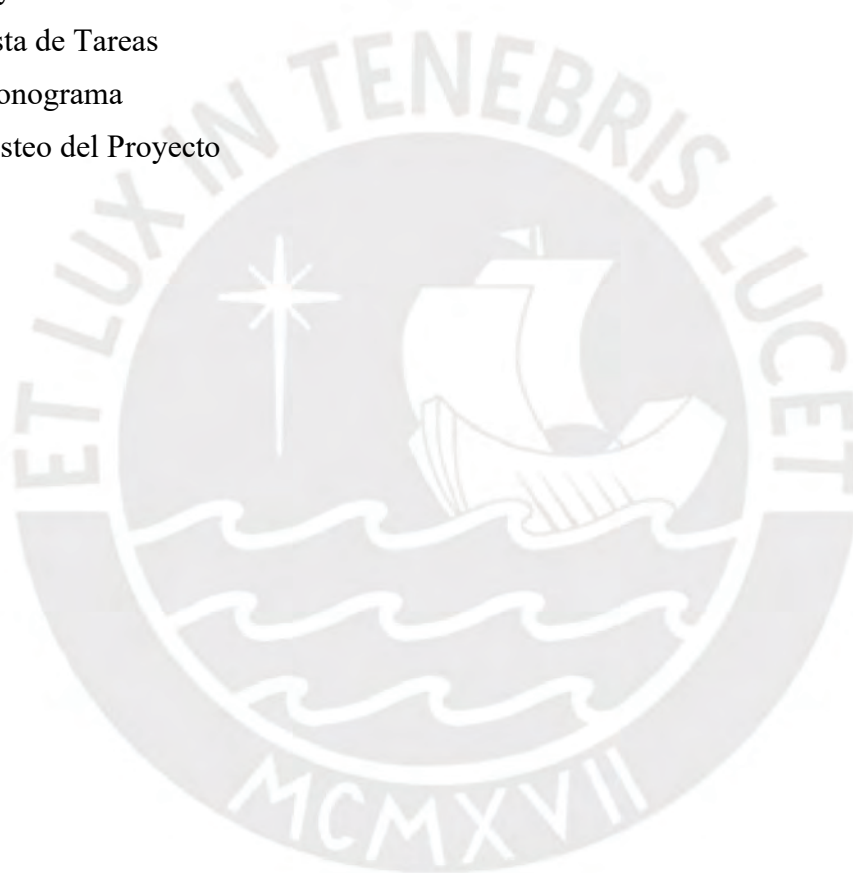
Índice de Figuras

Figura 1. Empathy Map	19
Figura 2. Diagrama del modelo del proceso	47
Figura 3. EDT	102

Índice de Tablas

Tabla 1. Árbol de Problemas	1
Tabla 2. Objetivos, resultados y verificación	7
Tabla 3. Mapeo de herramientas, métodos y procedimientos	13
Tabla 4. PICOC	31
Tabla 5. Términos PICOC	32
Tabla 6. Cadena de búsqueda PICOC	32
Tabla 7 Cantidad de documentos por motor de búsqueda	32
Tabla 8. Documentos seleccionados	34
Tabla 9. Formulario de extracción	37
Tabla 10. Resultados de la validación del informe de procesos de votación digital en instituciones privadas	46
Tabla 11. Resultados de la validación del modelo de procesos de votación digital en instituciones privadas	48
Tabla 12. Resultados de la validación del catálogo de indicadores de gestión	51
Tabla 13. Resultados de la validación del catálogo de requisitos - Responsable de las elecciones	53
Tabla 14. Resultados de la validación de la especificación de requisitos	55
Tabla 15. Resultados de la validación de los casos de prueba	56
Tabla 16. Resultados de la validación del modelo de datos del sistema web	58
Tabla 17. Resultados de la validación del prototipo del sistema web de gestión	60
Tabla 18. Resultados de la validación del documento de arquitectura	61
Tabla 19. Resultados de la validación del manual de usuario del sistema web de gestión	64
Tabla 20. Resultados de la validación del documento de configuración e instalación	65
Tabla 21. Resultados de la validación del catálogo de requisitos - Elector	70
Tabla 22. Resultados de la validación del catálogo de requisitos - Candidato	70
Tabla 23. Resultados de la validación de la especificación de requisitos	71
Tabla 24. Resultados de la validación del plan de pruebas y	

casos de prueba de la aplicación web progresiva	73
Tabla 25. Resultados de la validación de los casos de prueba de integración	74
Tabla 26. Resultados de la validación del modelo de datos del PWA	76
Tabla 27. Resultados de la validación del prototipo del PWA	77
Tabla 28. Resultados de la validación del documento de arquitectura con el PWA	78
Tabla 29. Resultados de la validación del informe de seguridad	80
Tabla 30. Resultados de la validación del manual de usuario del PWA	83
Tabla B1. Leyenda de Probabilidad	98
Tabla B2. Leyenda de Impacto	99
Tabla B3. Leyenda de Severidad	99
Tabla B4. Lista de Tareas	102
Tabla B5. Cronograma	103
Tabla B6. Costeo del Proyecto	113



Capítulo 1. Generalidades

1.1 Problemática

En la presente sección se presenta la problemática propuesta para el proyecto de fin de carrera. Estará compuesta por la presentación del árbol de problemas, la descripción de la problemática, presentando el contexto en el cual se centrará, y el problema seleccionado para el desarrollo del proyecto.

1.1.1 Árbol de Problemas

Para la visualización de la problemática, junto con sus causas y efectos correspondientes, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 1

Árbol de Problemas

ÁRBOL DE PROBLEMAS	PROBLEMAS EFECTOS	No se logra llevar a cabo el proceso de votación digital correctamente y de forma continua debido a la falta de documentación del proceso	Mayormente al finalizar el proceso solo se cuenta con información de los resultados de las votaciones, pero no un acceso a la participación y estadísticas generales.	El proceso de votación no se lleva de forma segura lo que ocasiona que existan fugas de información y no sea de alta confidencialidad
	PROBLEMA CENTRAL	Dificultades en la gestión y realización del proceso de votación digital en instituciones privadas, además de no contar con medidas de seguridad de la información al digitalizar el proceso		
	PROBLEMAS CAUSAS	Los procesos y actividades relacionados al proceso de votación digital para instituciones privadas no han sido modelados, según la literatura revisada	No se cuenta con una herramienta que soporte todas o varias de las actividades del proceso de votación de forma digital para una institución privada	No se cuenta con una herramienta de votación digital que asegure la seguridad de la información del proceso

Nota. Elaboración Propia

1.1.2 Descripción

La votación digital es una implementación que recién se está llevando a cabo en múltiples países alrededor del mundo, como se podrá observar en la literatura revisada, donde se presentan diferentes soluciones tecnológicas perteneciente a diferentes países entre ellas la situación específica de Colombia (Pardo, 2019); además, es una implementación vital para situaciones donde el distanciamiento social es necesario, presentes, por ejemplo, en la pandemia del COVID-19.

Lo mencionado lleva a reconocer una de las causas principales de la problemática, la cual es que los procedimientos y actividades relacionados al proceso de votación digital para instituciones privadas no han sido modelados, ello debido a que los métodos utilizados para la votación son principalmente presenciales utilizando dispositivos electrónicos como máquinas de votación dirigidos al sector público (Harrini, Gracia, Meharshirine y Sivakamasundari, 2020) y no existe un modelo de proceso específico para votaciones netamente digitales y en menor medida para instituciones privadas. La causa mencionada, tiene como efecto que no se logre llevar a cabo el proceso de votación digital correctamente y de forma continua debido a la falta de documentación que se pueda llevar como estándar del proceso. Esto se muestra también en la variedad de soluciones que se encontraron en la literatura donde partes del proceso se realizan de distinta forma. Por ejemplo, se presenta el modelo en Colombia en el cual para las votaciones electorales gubernamentales se utilizó la autenticación mediante un sistema biométrico (Pardo, 2019), mientras que en otras soluciones basta con credenciales brindadas previamente por la organización que realiza la votación.

Una segunda causa, es que no existe una herramienta que soporte todas o varias de las actividades que conforman la votación de forma digital para una institución privada, esto viene además relacionado con la variedad de implementaciones de distintos procesos para el soporte de la votación digital. De la literatura revisada, se puede observar que las soluciones

tecnológicas no soportan la totalidad del proceso comprendido por el registro remoto de votantes, identificación electrónica, registro de votación a distancia, consolidación de resultados de votación y auditoría del proceso (Morales Rocha, 2009), por ejemplo, se ha realizado una implementación dirigida únicamente al conteo de votos, donde demuestran cómo reducir la complejidad del conteo pero sin perder la verificabilidad del funcionamiento del sistema (Bennett, Goré, Levy, Pattinson y Tiwari, 2017); mientras que se encontraron soluciones que se centran en el registro del voto utilizando técnicas de encriptación para el proceso (Larriba, Sempere y López, 2020). Esto genera que al finalizar el proceso solo se cuente con información de los resultados de las votaciones, pero no un acceso a la participación y estadísticas generales del proceso, así mismo, dificulta la generación de indicadores para la gestión del proceso.

Por otra parte, una causa importante es el hecho de que no existe una herramienta de votación digital que sea infalible en cuanto a la seguridad de la información del proceso. Esto es un problema mencionado por cada una de las literaturas revisadas y es donde principalmente se centran, por ejemplo, como se menciona en una de estas: “el sistema no garantiza la confidencialidad del voto ni la transparencia del proceso electoral para la imposibilidad de fraude” (Sfeir, Caparelli, Granata, y Vecco, 2017). Así mismo, nos mencionan que es de riesgo crítico el flujo de la información a lo largo de todo el proceso, por lo que se debe garantizar la transparencia y a la vez la protección de los votos. Además, se menciona que:

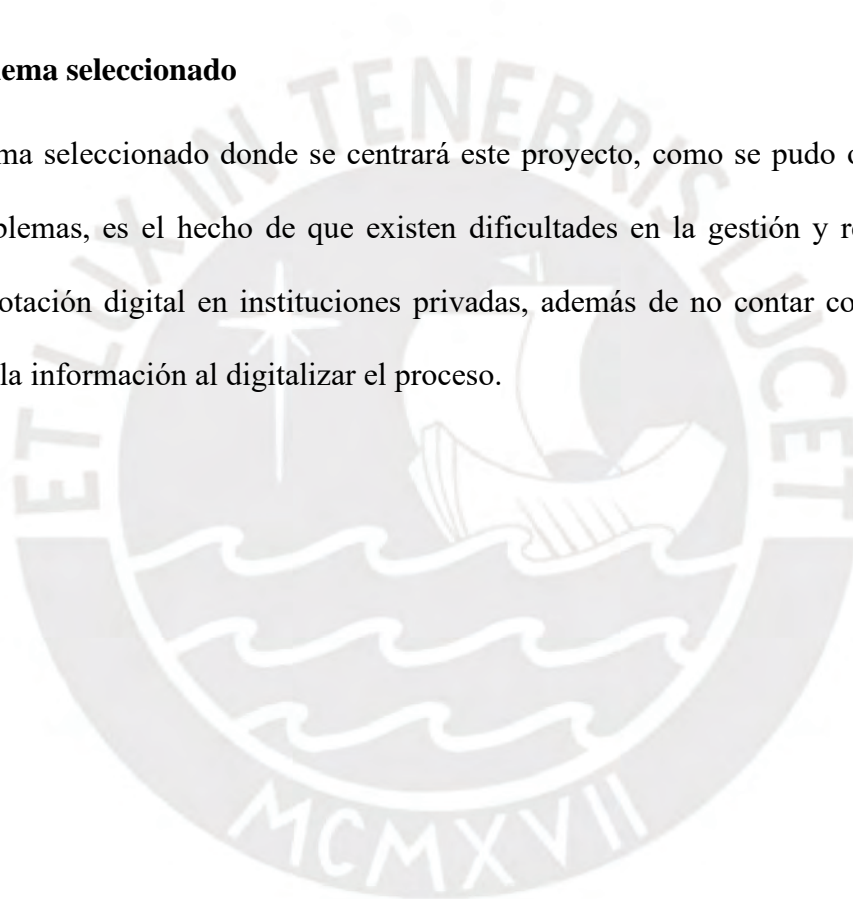
El voto electrónico resulta viable en el Perú; sin embargo, es necesario que los organismos del sistema electoral, en especial la ONPE, establezcan medidas que brinden seguridad a la población sobre su carácter secreto y al almacenamiento de la información, tanto antes de las elecciones, durante el proceso electoral y en el período post-electoral. (Carmen Velarde, 2016, pp.10)

Es por ello que, al no existir una herramienta con estas características, el proceso de votación no se lleva de forma segura lo que ocasiona que existan fugas de información y no sea un sistema que brinde confidencialidad, generando una desconfianza al público elector.

Finalmente, conforme a lo observado en la presente descripción de la problemática, se puede concluir que existe la necesidad de un sistema que soporte en su totalidad el proceso de votación en forma digital para instituciones privadas y facilitar de este modo su implementación.

1.1.3 Problema seleccionado

El problema seleccionado donde se centrará este proyecto, como se pudo observar en el árbol de problemas, es el hecho de que existen dificultades en la gestión y realización del proceso de votación digital en instituciones privadas, además de no contar con medidas de seguridad de la información al digitalizar el proceso.



1.2 Objetivos

En la presente sección se presentarán el objetivo general, los objetivos específicos y los resultados correspondientes al trabajo de investigación.

1.2.1 Objetivo General

En este trabajo de investigación, se estableció como objetivo general implementar un sistema de información para el soporte de las actividades que comprenden la votación digital y la gestión del proceso de la misma en instituciones privadas definiendo y aplicando lineamientos de seguridad de la información.

1.2.2 Objetivos Específicos

- O1. Diseñar el proceso de votación digital para instituciones privadas
- O2. Implementar un sistema web para la gestión de votaciones digitales
- O3. Implementar una aplicación web progresiva (PWA) para el registro de votación digital de forma segura

1.2.3 Resultados Esperados

- O1. Diseñar el proceso de votación digital para instituciones privadas
 - R1. Informe de los procesos de votación digital, que contenga una revisión sistemática de los procesos e información relacionada a entrevistas realizadas a instituciones privadas.
 - R2. Modelo de procesos de voto digital para instituciones privadas, que contenga el diagrama de procesos y el manual de procedimientos.
- O2. Implementar un sistema web para la gestión de votaciones digitales
 - R3. Catálogo de indicadores de gestión para el proceso.
 - R4. Análisis del Sistema

- Catálogo de requisitos
- Especificación Funcional
- Casos de prueba funcionales
- R5. Diseño del Sistema
 - Modelo de datos
 - Wireframes del sistema (User Flow)
 - Documento de arquitectura de software
- R6. Guía de usuario del sistema
- R7. Documento de configuración e instalación del software
- R8. Sistema web para la gestión de votaciones digitales
- O3. Implementar una aplicación web progresiva (PWA) para el registro de votación digital de forma segura
 - R9. Análisis del Sistema
 - Catálogo de requisitos
 - Especificación Funcional
 - Casos de prueba funcionales
 - Casos de prueba de integración con el sistema web
 - R10. Diseño del Sistema
 - Modelo de datos
 - Wireframes del sistema (User Flow)
 - Documento de arquitectura de software

- R11. Guía de usuario del sistema
- R12. Informe de las consideraciones de seguridad para la aplicación web progresiva.
- R13. Aplicación web progresiva para el registro del voto digital aplicando las consideraciones de seguridad definidas.

1.2.4 Mapeo de objetivos, resultados y verificación

Tabla 2

Objetivos, resultados y verificación

O1: Diseñar el proceso de votación digital para instituciones privadas		
Resultado	Medio de Verificación	Indicador objetivamente verificable
R1. Informe de los procesos de votación digital, que contenga una revisión sistemática de los procesos e información relacionada a entrevistas realizadas a instituciones privadas	Informe de los procesos de votación digital validado por un especialista	Validación del informe con un especialista en votación digital mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R2. Modelo de procesos de voto digital para instituciones privadas, que contenga el diagrama de procesos y el manual de procedimientos	Documento del modelo de proceso para voto digital en instituciones privadas validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en votación digital mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
O2: Implementar un sistema web para la gestión de votaciones digitales		
Resultado	Medio de Verificación	Indicador objetivamente verificable

R3. Catálogo de indicadores de gestión para el proceso	Documento del catálogo de indicadores de gestión validado por un usuario interesado	Validación del documento con los usuarios interesados mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R4.1. Catálogo de requisitos	Documento del catálogo de requisitos validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en procesos de votación mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R4.2. Especificación Funcional	Documento de especificación funcional validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en sistemas de información mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R4.3. Casos de prueba funcionales	Plan y especificación de casos de prueba validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en aseguramiento de calidad de software (QA) mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R5.1. Modelo de datos	Documento de modelo de datos con el diccionario	Validación del documento con un especialista en

	de datos validado por un especialista	administración de bases de datos mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R5.2. Wireframes del sistema	Prototipo del sistema validado por los usuarios interesados	Validación del prototipo con un especialista en experiencia de usuario y diseño de interfaces mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R5.3. Documento de arquitectura de software	Documento de arquitectura de software validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en arquitectura de software mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R6. Guía de usuario del sistema	Documento del manual de usuario validado por el usuario final	Validación del documento con el usuario final mediante un formulario con un puntaje de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R7. Documento de configuración e instalación del software	Documento de configuración e instalación validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en sistemas de información mediante un formulario con un puntaje de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5

		niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R8. Sistema web para la gestión de votaciones digitales	- Código fuente - Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración	Informe de resultados de ejecución de pruebas con todos los casos de pruebas realizados y satisfactorios al 100%
O3: Implementar una aplicación web progresiva (PWA) para el registro de votación digital de forma segura		
Resultado	Medio de Verificación	Indicador objetivamente verificable
R9.1. Catálogo de requisitos	Documento del catálogo de requisitos validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en procesos de votación mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R9.2. Especificación Funcional	Documento de especificación funcional validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en sistemas de información mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R9.3. Casos de prueba funcionales	Plan y especificación de casos de prueba funcionales validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en aseguramiento de calidad de software (QA) mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar

		una revisión para evaluar cambios.
R9.4. Casos de prueba de integración con el sistema web	Plan y especificación de casos de prueba de integración validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en aseguramiento de calidad de software (QA) mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R10.1. Modelo de datos	Documento de modelo de datos con el diccionario de datos validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en administración de bases de datos mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R10.2. Wireframes del sistema	Prototipo del sistema validado por los usuarios interesados	Validación del prototipo con un especialista en experiencia de usuario y diseño de interfaces mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 2 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R10.3. Documento de arquitectura de software	Documento de arquitectura de software validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en arquitectura de software mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar

		cambios.
R11. Guía de usuario del sistema	Documento del manual de usuario validado por el usuario final.	Validación del documento con el usuario final mediante un formulario con un puntaje de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R12. Informe de consideraciones de seguridad para la aplicación web progresiva	Informe de consideraciones de seguridad validado por un especialista	Validación del documento con un especialista en seguridad de la información mediante un formulario con un puntaje mínimo de 75% en base a 3 preguntas con una escala de Likert de 5 niveles. En caso no se cumpla con el 100% del puntaje se procederá a realizar una revisión para evaluar cambios.
R13. Aplicación web progresiva para el registro del voto digital aplicando las consideraciones de seguridad definidas	- Código fuente - Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración	Informe de resultados de ejecución de pruebas con todos los casos de pruebas realizados y satisfactorios al 100%

Nota. Elaboración propia

1.3 Herramientas, Métodos y Procedimientos

En esta sección se presentarán las herramientas, métodos y procedimientos a utilizar para lograr los resultados planteados anteriormente, se utilizó el motor de búsqueda de Google Scholar para investigar acerca de los conceptos a desarrollar.

Tabla 3

Mapeo de herramientas, métodos y procedimientos

Resultado	Herramientas	Métodos y Procedimientos
R1. Informe de los procesos de votación digital, que contenga una revisión sistemática de los procesos e información relacionada a entrevistas realizadas a instituciones privadas	Google Drive	Escala de Likert Revisión Sistemática Entrevistas con usuarios
R2. Modelo de procesos de voto digital para instituciones privadas, que contenga el diagrama de procesos y el manual de procedimientos	Lucidchart	BPMN 2.0, Escala de Likert
R3. Catálogo de indicadores de gestión para el proceso	Google Drive	Escala de Likert Entrevistas con usuarios
R4.1. Catálogo de requisitos	Canva y Miro	Empathy Map, User Persona, Journey Map, Escala de Likert
R4.2. Especificación Funcional	Google Drive	User Storyboard, Escala de Likert
R4.3. Casos de prueba funcionales	Google Drive	BDD, Escala de Likert
R5.1. Modelo de datos	Lucidchart, Google Drive	Tercera Forma Normal (3FN), Escala de Likert
R5.2. Wireframes del sistema	Lucidchart, Figma	User Flow Design, Escala de Likert
R5.3. Documento de arquitectura de software	Google Drive, Lucidchart	Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), Escala de Likert

R6. Guía de usuario del sistema	Google Drive	Escala de Likert
R7. Documento de configuración e instalación del software	Google Drive	Escala de Likert
R8. Sistema web para la gestión de votaciones digitales	React.js, Spring, Git, MySQL, Visual Studio Code, Servicios AWS	Metodología incremental iterativa
R9.1. Catálogo de requisitos	Canva y Miro	Empathy Map, User Persona, Journey Map, Escala de Likert
R9.2. Especificación Funcional	Google Drive	User Storyboard, Escala de Likert
R9.3. Casos de prueba funcionales	Google Drive	BDD, Escala de Likert
R9.4. Casos de prueba de integración con el sistema web	Google Drive	BDD, Escala de Likert
R10.1. Modelo de datos	Lucidchart	Tercera Forma Normal (3FN), Escala de Likert
R10.2. Wireframes del sistema	Lucidchart, Figma	User Flow Design, Escala de Likert
R10.3. Documento de arquitectura de software	Google Drive, Lucidchart	Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), Escala de Likert
R11. Guía de usuario del sistema	Google Drive	Escala de Likert
R12. Informe de las consideraciones de seguridad para la aplicación web progresiva.	Google Drive	Escala de Likert
R13. Aplicación web progresiva para el registro del voto digital aplicando las consideraciones de seguridad definidas	React.js, Git, MySQL, Visual Studio Code, Servicios AWS	Progressive Web App, Metodología incremental iterativa

Nota. Elaboración propia

1.3.1 Herramientas

1.3.1.1 Lucidchart

Lucidchart es una herramienta que permite realizar diagramas tales como: diagramas UML o diagramas de flujo, de forma individual y colaborativa en tiempo real desde la nube. Además, cuenta con diferentes plantillas y tutoriales para poder aprender a desarrollar con esta herramienta sin conocimientos previos (Lucidchart, 2020).

Para el presente proyecto se utilizará la herramienta para la realización de los distintos diagramas requeridos por los resultados propuestos.

1.3.1.2 Figma

Figma es una herramienta que permite el desarrollo de prototipos y diseños. Además, cuenta con un sistema que permite el desarrollo colaborativo en un mismo proyecto en tiempo real (Figma, 2020).

Se utilizará Figma para poder desarrollar el prototipo del proyecto y poder compartirlo de una forma más sencilla.

1.3.1.3 Canva

"Canva es una web de diseño gráfico y composición de imágenes para la comunicación fundada en 2012, y que ofrece herramientas online para crear tus propios diseños, tanto si son para ocio como si son profesionales" (Fernández, 2020). Se utilizará Canva para poder desarrollar parte de los diagramas para el análisis del sistema.

1.3.1.4 React.js

React es una biblioteca de JavaScript se define como declarativa, es decir, ayuda a crear interfaces de forma sencilla y eficiente, logrando un mejor entendimiento del código. Está

basada en componentes encapsulados, los cuales manejan su propio estado apoyando la transferencia sencilla de datos (React, 2020).

Esta herramienta será utilizada para el desarrollo frontend del sistema web y la aplicación web progresiva.

1.3.1.5 Spring

Spring ayuda a tener una programación de Java más rápida, fácil y segura. Además, se enfoca en la velocidad, simplicidad y productividad, lo que ha logrado que sea el framework más popular de Java (Spring, 2020).

Se utilizará Spring para poder realizar el backend del sistema web y la aplicación web progresiva, implementando todos los servicios necesarios para el funcionamiento de los mismos.

1.3.1.6 Git

Git es un sistema de control de versiones libre y de fuente abierta diseñado para poder manejar desde pequeños proyectos hasta proyectos altamente complejos con velocidad y eficiencia. Asimismo, es fácil de aprender y sobrepasa el rendimiento de otras herramientas de control de versiones (Git, 2020).

Git servirá para poder guardar el código del proyecto en un repositorio y manejar las versiones del mismo.

1.3.1.7 MySQL

MySQL es la base de datos de acceso libre más popular en el mundo, brindando un servicio de base de datos de costo efectivo para poder generar aplicaciones de alto rendimiento y gran escalabilidad (MySQL, 2020).

Se utilizará MySQL para la creación y mantenimiento de la base de datos y el posterior desarrollo del diccionario de datos.

1.3.1.8 Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente liviano, pero a la vez poderoso que está disponible en los diferentes sistemas operativos tales como Windows, macOS y Linux. Cuenta con soporte para JavaScript, TypeScript y Node.js y con extensiones para el soporte de otros lenguajes de programación. Además, cuenta con una documentación completa para su utilización y con tutoriales ejemplificando algunos proyectos pequeños (Microsoft, 2020).

Se utilizará Visual Studio Code como editor para el desarrollo de la programación del proyecto de ambas soluciones tecnológicas mencionadas anteriormente.

1.3.1.9 Amazon Web Services (AWS)

Amazon Web Services se autodefine como: “la plataforma en la nube más adoptada y completa en el mundo, que ofrece más de 175 servicios integrales de centros de datos a nivel global” (Amazon, 2020).

Se utilizarán los servicios brindados por Amazon para el despliegue del proyecto en la nube.

1.3.2 Métodos y Procedimientos

1.3.2.1 Escala de Likert

Melissa Hammond define la escala de Likert como “un método de investigación de campo que permite medir la opinión de un individuo sobre un tema a través de un cuestionario que identifica el grado de acuerdo o desacuerdo de cada pregunta. Regularmente se emplean 5 niveles” (Hubspot, 2020).

Se utilizará esta escala para poder medir los resultados en los diferentes cuestionarios que se realizarán para validar los resultados de la investigación, donde se encontrarán definidas preguntas referentes a la aceptación de los resultados, en un principio el cuestionario contendrá tres preguntas, pero se evaluará en caso se requieran adicionales.

1.3.2.2 BPMN 2.0

Business Process Model and Notation (BPMN) es una notación que permite a las empresas tener la capacidad de entender sus procesos de negocio internos en una forma gráfica y les brinda, además, la habilidad de comunicar dichos procesos de forma estándar. En la documentación de la versión 2.0 se puede encontrar todos los componentes que conforman la notación para su posterior uso. Asimismo, presenta ejemplos para poder entender la forma de uso de la notación de manera práctica (Object Management Group, 2020).

Se utilizará esta notación para poder elaborar el modelo del proceso de votación digital de una forma gráfica y simple de entender.

1.3.2.3 Empathy Map

Ferreyra define el mapa empático (Empathy Map) como un método que consiste en el diseño de modelos de negocio, de acuerdo a las perspectivas del público objetivo. Además, menciona que va más allá de características demográficas y desarrolla un mejor entendimiento del cliente y su comportamiento, su ambiente, sus aspiraciones y preocupaciones (2015). La figura 1 muestra un ejemplo de la composición de un mapa empático.

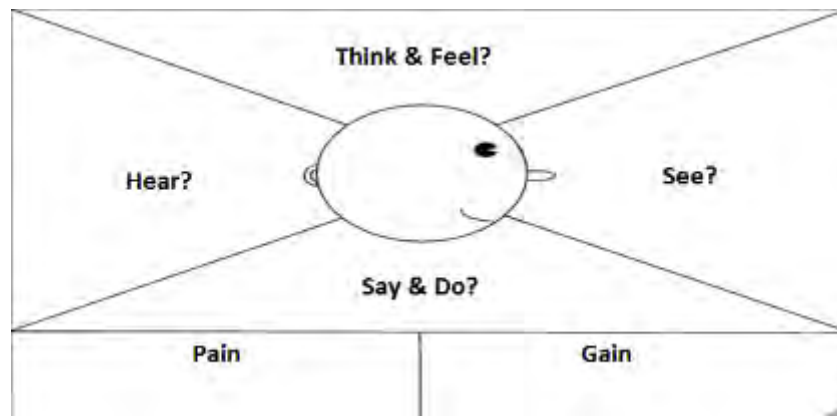


Figura 1. Empathy Map

Tomado de (Ferreira, Silva, Oliveira y Conte, 2015)

1.3.2.4 Journey Map

Howard describe que a diferencia de “Personas”, que tiende a enfocarse en proveer una imagen bidimensional de un usuario demográfico, los mapas de viaje (Journey Maps), cuentan con una tercera dimensión a las “Personas” tradicionales. Esta tercera dimensión se centra en un esquema diacrónico de la experiencia de un usuario con un producto a lo largo del tiempo, es decir, se mapea los cambios en las necesidades del usuario, grados de satisfacción con el producto u otros indicadores a lo largo de las fases de la experiencia del usuario (2014).

1.3.2.5 User Flow Design

Browne define el diseño de flujo de usuario como el diseño de los diferentes caminos que un usuario puede elegir al interactuar con la aplicación. Es así, que define el flujo de usuario como una representación visual de las distintas rutas que pueden ser elegidas al utilizar una aplicación. Menciona, además, que el flujo comienza cuando el usuario ingresa a la aplicación mediante la pantalla principal y termina con la acción final del usuario o el resultado final, por ejemplo, la compra de un producto o el registro de una cuenta en la aplicación (2019).

1.3.2.6 User Storyboard

Un guión gráfico de usuario (User Storyboard) es una representación visual de cómo reaccionará el usuario ante la aplicación desarrollada. Existen diferentes tipos del mismo, entre ellos: bosquejos, ilustraciones y capturas de pantalla, diapositivas animadas, y demostraciones en vivo (UX Planet, 2020).

1.3.2.7 Test Driven Development (TDD)

Rocha y su equipo de investigación definen TDD como una técnica de programación que busca entregar un producto de calidad en un periodo corto de tiempo. Y que, además, tiene como objetivo actuar de forma preventiva, prevenir posibles errores y facilitar la comprensión de los requisitos del sistema (2019).

1.3.2.8 Behavior Driven Development (BDD)

Rocha y sus colegas definen BDD como la respuesta a los problemas que presentaba TDD, debido a que con esta técnica se pueden extraer especificaciones fortalecidas por el cliente en el levantamiento de las mismas. Mencionan, además, que se logra esto gracias a que las pruebas se centran en el usuario y el comportamiento del sistema utilizando un lenguaje en común por parte de todos los interesados, lo que ayuda a que todos entiendan el objetivo de cada prueba (2019).

1.3.2.9 Tercera Forma Normal (3FN)

Coronel define la tercera forma normal como el resultado de aplicar dos pasos posteriores a la segunda forma normal (2FN). El primer paso es crear nuevas tablas para cada una de sus dependencias transitivas asignándoles como llave primaria su determinante, es decir, un atributo cuyo valor determina el de otros. Y para finalizar el proceso, se reasignan atributos dependientes correspondientes a las nuevas tablas (2011).

1.3.2.10 Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC)

Deacon define el MVC como una arquitectura que consiste en tres componentes principales tal como su nombre menciona: Modelo, Vista y Controlador. Define al modelo, como la parte de la aplicación que no cambia, es decir, en términos de programación orientada a objetos (POO) consiste en un conjunto de clases que modelan y soportan el problema a solucionar durante el ciclo de vida del mismo (2009).

Por otro lado, Deacon define a las vistas como las interfaces necesarias para comunicarse con el modelo, en términos de POO, consiste en un conjunto de clases que brindan “ventanas” al modelo, por ejemplo, la interfaz gráfica de usuario (2009).

Finalmente, define el controlador como un objeto que permite manipular una vista, es decir, el controlador maneja las entradas y la vista muestra las salidas (2009).

1.3.2.11 Metodología incremental iterativa

González define esta metodología como “el desarrollo del sistema siguiendo etapas incrementales caracterizadas por la generación de sucesivas versiones que van abarcando requerimientos hasta completar el sistema”. Asimismo, menciona que es la base de varios métodos de desarrollo de software como RUP (Rational Unified Process), Extreme Programming y otros métodos de desarrollo ágiles (2007).

1.3.2.12 Progressive Web App

Progressive Web Application (PWA) no es una nueva tecnología o marco de trabajo, en cambio, es un conjunto de buenas prácticas que han sido adoptadas por la web para brindar la sensación de tener una aplicación nativa al usuario. PWA menciona componentes tales como el Trabajador de Servicio (Service Worker), App Shell, Manifiesto de Aplicación Web (Web App Manifest) y las Notificaciones Emergentes (Push Notifications), los cuales trabajan juntos

para brindar la sensación de aplicación nativa mediante una pantalla completa sin barra de navegador (Parbat Thakur, 2018).



Capítulo 2. Marco Conceptual

2.1 Introducción

En este capítulo se desarrollarán los conceptos y regulaciones relacionados a la problemática planteada, para poder brindar un mejor entendimiento de la presente investigación. Específicamente, se abordarán conceptos del proceso de votación digital, así como las leyes que rigen este proceso en el Perú.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Votación Digital o Electrónica No Presencial

Diversos autores definen el voto electrónico como un sistema de votación alternativo al tradicional, más específicamente mencionan lo siguiente:

El desarrollo de un sistema de votación más eficiente que el sistema tradicional se ha puesto en desarrollo en varios países, buscando una manera de garantizar la libertad del voto, su confidencialidad, la no modificación del voto y la no intimidación por parte de personas o entidades hacia los votantes; países como Australia, Austria, Bélgica, Estados Unidos han realizado ensayos y puesto en marcha soluciones a través de la implementación de sistemas de seguridad como tarjetas electrónicas o reemplazando las clásicas urnas por máquinas de votación inmediata dentro del mismo recinto electoral (Navarrete, Huancas, Diaz y Rivadeneira, 2019, pp.1).

Además, se ha mencionado que dentro de la votación electrónica no presencial, los sistemas de votación online ofrecen una de las mejores soluciones, debido a que es un sistema

con conexión a internet que puede ser accedido desde cualquier dispositivo que posea un navegador web (Angsuchotmetee, Setthawong, y Udomviriyalanon, 2019).

Por otro lado, se han realizado referencias a los distintos sistemas de votación no presencial existentes, entre ellos el voto por internet. Al desarrollar el concepto del voto por internet, el autor apoya lo mencionado anteriormente acerca de sus beneficios y además, menciona la necesidad de la digitalización de la información ya que durante el proceso se transmite de esta forma debido a la estructura que conforma el sistema de naturaleza web (Morales Rocha, 2009).

Es de esta forma, que se define el concepto de votación electrónica y su forma no presencial, pero la presente investigación abordará únicamente la segunda en mención, para la cual se hará uso del término de “votación digital”. Se usará el término digital que viene referido a que se refiere a la transmisión de información mediante bits y que a su vez es electrónica al utilizar equipos de dicha índole para presentar la información necesaria al usuario (Real Academia Española, 2020).

2.2.1.1 Proceso de Votación digital

El proceso de votación digital cubre cinco diferentes actividades principales, las cuáles se desarrollarán a mayor detalle en los siguientes puntos.

2.2.1.1.1 Registro de los electores

Morales Rocha lo define de forma clara y directa en su tesis mencionando lo siguiente:

El registro de votantes es el proceso de recolección de los datos de los votantes a fin de constituir un censo electoral [...]. Debido al hecho de que el censo electoral determina si un votante tiene derecho a votar en una elección o por un canal de votación en particular, debe ser creado de una manera eficiente y segura. Aun cuando otros

procesos de una elección cuenten con medidas de seguridad (por ejemplo los procesos de votación o escrutinio de los votos), un registro de votantes deficiente puede facilitar el llevar a cabo prácticas fraudulentas que afectan a la integridad de los resultados de la elección (Morales Rocha, 2009, pp. 113).

Es con lo mencionado, que se puede definir el alcance del registro de los electores y la importancia que tiene dentro del proceso, siendo el punto desde donde parte el mismo e influyendo directamente a las actividades siguientes en el flujo.

2.2.1.1.2 Autenticación del elector

Es importante poder realizar la autenticación del elector, debido a que se debe verificar que solo se pueda realizar el proceso una única vez y por la naturaleza remota del proceso, es necesario comprobar rigurosamente que además la persona realizando el proceso es la correcta (Aluey, 2007). Lo mencionado previamente, se debe tomar en cuenta debido a que forma parte de los riesgos de realizar un sistema de votación no presencial y basado en web.

2.2.1.1.3 Registro del voto

Esta es la actividad principal de todo el proceso, aquí se realiza el registro de la votación del elector, y como se menciona en la literatura revisada: “los sistemas de voto electrónico remoto pueden proveer medios que permitan a los votantes verificar el correcto tratamiento de su voto durante el proceso de escrutinio, es decir, que el voto ha sido correctamente incluido” (Morales Rocha, 2019). Lo descrito anteriormente, es importante y debe tomarse en cuenta al momento de implementar una solución.

2.2.1.1.4 Resultados de la votación

La precisión al momento de generar los resultados es vital para un proceso de votación. Además, gracias a la implementación de la tecnología al proceso de votación, esta actividad ha

permitido agilizar el escrutinio de los votos y la precisión en los resultados mediante el uso de dispositivos electrónicos. Finalmente, la actividad gracias al uso de la tecnología: “se basa en el hecho de generar un registro electrónico de los votos, y por lo tanto se puede llevar a cabo un proceso de escrutinio electrónico de una manera más rápida y fiable” (Morales Rocha, 2009).

2.2.1.1.5 Auditoría

Esta actividad consta, como su mismo nombre presenta, en la auditoría del proceso de votación digital y las actividades que lo conforman. Morales Rocha (2009) presenta algunos objetivos que tiene la implementación de esta actividad:

- Comprobar que los votos fueron registrados en el servidor de votación de acuerdo con la elección hecha por los votantes.
- Comprobar que todos los votos registrados fueron correctamente contemplados en el escrutinio final.
- Detectar manipulaciones en cualquiera de los procesos en los que el sistema de votación esté involucrado.
- Detectar errores de funcionamiento en el sistema de votación, los cuáles podrían haber afectado el resultado de la elección.

Es así que como menciona Morales Rocha, mediante esta actividad se debe ofrecer mecanismos de transparencia que permitan al votante y a las partes relacionadas, verificar la integridad de los resultados.

2.2.2 Seguridad de la Información

Se define este término como los aspectos de seguridad en el desarrollo de aplicaciones para Internet de manera que sean seguras, por ejemplo, la programación defensiva y la

realización de pruebas de penetración. Además, estas prácticas para proteger la información deben estar presentes de inicio a fin del proceso y se debe tomar en cuenta lo mucho que han cambiados los riesgos en este campo con el avance de la tecnología, volviéndose cada vez más difícil asegurar la privacidad del usuario (Sánchez Cano, 2018).

2.2.3 COVID-19

COVID-19 es una enfermedad infecciosa que ha sido causada por el coronavirus (SARS-CoV-2) recientemente descubierta y que a lo largo de los primeros meses del 2020 se expandió mundialmente. El primer brote de COVID-19 tuvo lugar en China, empezando a finales del 2019, y ha sido desde entonces el causante de una pandemia global con un efecto disruptivo en la salud pública, vida social y la economía del mundo (Casella, 2020).

La pandemia causada por esta enfermedad nos ha llevado mundialmente a una “nueva normalidad” donde el distanciamiento social, es decir, permanecer a una distancia determinada prudente entre las personas, es primordial y minimiza el ambiente de interacción física por lo que las operaciones remotas como el voto digital han tomado un auge en investigación y desarrollo.

2.3 Marco Legal

2.3.1 ISO/IEC 27001:2013

La norma ISO/IEC 27001:2013 es parte de la ISO 27001, la cual es una norma internacional que permite el aseguramiento, la confidencialidad e integridad de los datos y de la información, así como de los sistemas que la procesan. Además, esta norma permite a las organizaciones la evaluación del riesgo y la aplicación de los controles necesarios para mitigarlos o eliminarlos (International Organization for Standardization [ISO], 2013).

Los requerimientos establecidos en la norma ISO/IEC 27001:2013 son genéricos y están enfocados en poder ser aplicables en todas las organizaciones, sin importar su tipo, tamaño o naturaleza específicas (ISO, 2013). Además, la Organización Nacional de Procesos Electorales del Perú (ONPE) posee tres acreditaciones en la norma ISO mencionada (ONPE, 2021).

2.3.2 Ley N° 29603

Esta ley autoriza a la Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE) a emitir las normas reglamentarias para la implementación del voto electrónico. Además, desde el año 1996 se vienen haciendo pruebas e implementaciones del voto electrónico, pero es esta ley la que permitió una implementación gradual en las elecciones del Perú (Velarde, 2016).

Finalmente, a pesar de la promulgación de esta ley pareciera que las entidades gubernamentales tienen temor de una implementación completa y rápida del voto electrónico en el país (Velarde, 2016).

2.3.3 Resolución Jefatural N°211-2010-J/ONPE

Esta resolución incluye una sección donde se desarrolla el voto electrónico no presencial (VENP). A pesar de que se menciona que los electores podrán realizar la votación desde cualquier lugar siempre que cuenten con un dispositivo que les permita realizar el proceso, igualmente se habilitan mesas de sufragio donde se monitorea el proceso hasta su fin (Reglamento del Voto Electrónico, 2010).

Por otro lado, se deja a responsabilidad del elector la realización secreta de su voto y en un ambiente privado, la disponibilidad del dispositivo electrónico que le permita realizar la votación y seguir todos los lineamientos que se le enviarán por el correo electrónico que brindó en su registro al proceso (Reglamento del Voto Electrónico, 2010).

Finalmente, esta resolución deja varias incógnitas como menciona Velarde en su artículo:

¿dónde se ubica dicha mesa de sufragio?, ¿cómo se elige a quienes la conforman?, ¿qué validan?, ¿cómo se observa una votación electrónica no presencial?, ¿se debe implantar un equipo de seguridad informática que esté monitoreando posibles ataques a la web electoral?, ¿las horas de apertura serán según la hora peruana o según la hora del país en el que viva el votante? (Velarde, 2006, pp. 9)



Capítulo 3. Estado del Arte

3.1 Introducción

En esta sección se desarrollará una búsqueda de documentación relacionada con el tema de votación digital en las áreas de implementación de soluciones y seguridad de la información. Finalmente se podrá evaluar, filtrar y utilizar la misma para poder responder a las preguntas propuestas.

3.2 Objetivos de revisión

La presente revisión sistemática tiene como objetivo poder encontrar información existente acerca del desarrollo y/o implementación de sistemas para el soporte de votaciones digitales y cómo estas fueron implementadas además de los resultados que obtuvieron. También se tiene como objetivo conocer las técnicas que han sido utilizadas para la votación digital en las áreas de seguridad de la información. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se realizará una revisión tanto del estado del arte para la búsqueda del tema específico a abordar, como una revisión empírica para conocer acerca de las metodologías y lineamientos de seguridad de la información correspondientes.

3.3 Preguntas de revisión

- P1. ¿Cuáles son las soluciones tecnológicas y los procesos que existen para el soporte de la votación digital, cómo fueron implementadas y que resultados obtuvieron?
- P2. ¿Cuáles son las técnicas que se utilizan para la seguridad de la información en la votación digital y cuáles son sus beneficios y desventajas?
- P3. ¿Cuáles son las funcionalidades que son consideradas en las soluciones tecnológicas existentes para el soporte de la votación digital y por qué fueron requeridas?

3.4 Estrategia de búsqueda

3.4.1 Motores de búsqueda a usar

Para poder llevar a cabo la búsqueda de la literatura y responder de esta forma las incógnitas planteadas, se utilizaron tres reconocidas bases de datos científicas como fuentes de información principales: Scopus, IEEE Xplore y ProQuest Computing.

3.4.2 Cadenas de búsqueda a usar

Para definir las palabras clave relacionadas al tema de sistemas de votación digital en instituciones privadas a utilizar, se utilizó el método PICOC aplicando los criterios de población, intervención, comparación, salida y contexto que se muestran en la tabla 1.

Tabla 4

PICOC

Criterio	Descripción
Población (P)	Desarrollo de software o desarrollo de sistemas de información o proyectos de software o proyectos de sistemas de información o desarrollo de aplicaciones o metodologías
Intervención (I)	Voto digital o voto electrónico
Comparación (C)	No aplica
Salidas (O)	Funcionalidades de la solución tecnológica, leyes, procedimientos gubernamentales
Contexto (Cx)	Caso de estudio o aplicación en instituciones privadas.

Nota. Elaboración propia

Para la búsqueda, las palabras clave elegidas son en inglés debido a que no existe información abundante en español y en base a los términos presentados en la Tabla 1. Se consideraron sinónimos de los términos y finalmente se unieron mediante “AND”, para conectar términos principales y “OR” para conectar los términos sinónimos.

Tabla 5

Términos PICOC

Construcción	Resultados con términos
Población (P)	software, system, standard
Intervención (I)	electronic vote, evote, e-vote, digital vote
Comparación (C)	No aplica
Salidas (O)	functionalities, laws, government procedures
Contexto (Cx)	case study, organization

Nota. Elaboración propia

Finalmente, se elaboró la siguiente cadena de búsqueda para su ingreso en las bases de datos elegidas previamente:

Tabla 6

Cadena de búsqueda PICOC

Construcción	Resultados con términos
(P AND I)	((software OR system OR standard) AND ("electronic vote" OR evote OR "e-vote" OR "digital vote"))

Nota. Elaboración propia

Luego de realizar las búsquedas de las cadenas en cada base de datos se obtuvieron los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 7

Cantidad de documentos por motor de búsqueda

Base de datos fuente	Resultados de búsqueda
-----------------------------	-------------------------------

Scopus	73
IEEE Xplore	22
ACM Digital Library	81
Total	176

Nota. Elaboración propia

3.4.3 Documentos encontrados

El proceso de selección de los artículos se dividió en tres fases lo que resultó en un número de quince documentos seleccionados. A continuación, se detalla cada una de las fases:

Primera fase: En esta fase se realizó un primer filtro de los documentos mediante la lectura de los títulos de cada documento y la relación de este hacia el tema. Además, se filtraron los documentos encontrados en las tres bases de datos, aplicando los criterios de inclusión y exclusión y descartando literatura duplicada, lo que redujo la literatura a la mitad.

Segunda fase: En esta fase se filtró de acuerdo a la relación entre las preguntas propuestas y los resúmenes de los documentos, para de esta manera no abordar más allá del alcance de la revisión. Al finalizar esta fase, se obtuvieron 33 documentos ya que muchos de ellos trataban temas de hardware como solución a la problemática.

Tercera fase: Finalmente en esta fase se hizo la lectura completa de los documentos seleccionados anteriormente, y se descartaron aquellos que no abordaban ningún tópico para responder las preguntas propuestas. Esta última fase resultó en la selección final de 15 documentos para la extracción de información posterior.

Posterior a la revisión de los artículos, se visualizó que no se realizaba referencia alguna en la literatura revisada hacia un proceso definido para el soporte del proceso de votación digital. Es por ello, que se agregaron publicaciones relacionadas, encontradas mediante Google Scholar, con el fin de obtener una base teórica del proceso para la votación digital.

En la siguiente tabla se muestran los documentos de la selección final, para los cuáles se respondió a cada uno de los términos propuestos en el formulario de extracción para la obtención de información de cada pregunta propuesta. Esta extracción de información se presenta a detalle en el Anexo A.

Tabla 8

Documentos seleccionados

ID	Título de la publicación	Autor	Año	Fuente
E001	A two authorities electronic vote scheme	Larriba, A. M. Sempere, J. M. López, D.	2020	Scopus
E002	Smart contract formulation in general elections	Ilham, R., Wisesa, S., Teguh, W., Wang, G., & Sfenrianto	2020	Scopus/AC M
E003	Online election application	Harrini, K., Gracia, A. J., Meharshirine, A., & Sivakamasundari, G	2020	Scopus
E004	Model of shared secret applied to a voting system for the national electoral council of Ecuador	Toapanta, S. M. T., Romero, L. A. P., Quimi, F. G. M., Espinoza, M. G. T., Gallegos, L. E. M.	2019	Scopus/IEE E

E005	Proposal for a security model for a popular voting system process in Latin America	Toapanta, S. M. T., Diaz, A. F. G., Subia, D. F. H., & Gallegos, L. E. M.	2019	Scopus
E006	E-voting in Colombia: Progress and challenges in its implementation	Pardo, F. P.	2019	Scopus
E007	Blockchain electronic vote system	Navarrete, M., Huancas, R., Diaz, P., Rivadeneira, M.	2019	Scopus/IEE E
E008	Blockchain-based e-vote-as-a-service	Bellini, E., Ceravolo, P., Damiani, E.	2019	Scopus/IEE E
E009	BlockVOTE : An Architecture of a Blockchain-based Electronic Voting System	Angsuchotmetee, C., Setthawong, P., Udomviriyalanon, S.	2019	Scopus/IEE E
E010	An Electronic Voting Scheme Based on Revised-SVRM and Confirmation Numbers	Alam, K. M. R., Tamura, S., Rahman, S. M. S., Morimoto, Y.	2019	Scopus/IEE E
E011	An analysis of New South Wales electronic vote counting	Conway, A., Blom, M., Naish, L., Teague, V.	2019	Scopus/AC M
E012	No more excuses: Automated synthesis of practical and verifiable	Bennett Moses, L., Goré, R., Levy, R.,	2018	Scopus/AC M

	vote-counting programs for complex voting schemes	Pattinson, D., Tiwari, M.		
		Pesado, P., Galdamez, N., Estrebou, C., Pousa, A., Rodriguez, I., 2017		Scopus/AC M
E013	Experiences with electronic vote: Challenges and solutions	Rodriguez, Eguren, S., Chichizola, F., Pasini, A., De Giusti, A.		
E014	Vulnerability studies of E2E voting systems	Rura, L., Issac, B., Haldar, M.	2017	Scopus
E015	Blockchain Electronic Vote	Noizat, P.	2017	Scopus/AC M
E016	Seguridad en los procesos de voto electrónico remoto: registro, votación, consolidación de resultados y auditoría.	Morales, VM.	2009	Google Scholar
E017	La votación electrónica	Aleuy, M	2007	Google Scholar

Nota. Elaboración propia

3.4.4 Criterios de inclusión/exclusión

Para la selección de la literatura entre los resultados obtenidos de la búsqueda previa, se definieron criterios de inclusión y exclusión con el fin de reducir la cantidad de información a revisar e incluir los más relevantes al tema.

3.4.4.1 Criterios de inclusión

- La literatura deberá ser del tipo académico, es decir, revistas científicas, tesis, libros. Esto debido a que pueden existir documentos de informes, ponencias de un ámbito más informal.
- La literatura debe abordar el desarrollo de una solución o técnica utilizada para soportar el proceso de votación digital. Este criterio es importante, debido a que al revisar los resultados de búsqueda se encontraron temas muy alejados al tópico de investigación.

3.4.4.2 Criterios de exclusión

- La literatura no debe ser de soluciones electrónicas como casillas de votación automatizadas, entre otros que se visualizaron en los resultados de la cadena de búsqueda.
- La literatura debe estar escrita en español o en inglés.
- La literatura que cuenta con una fecha de publicación mayor a 5 años. Este criterio es debido a que no hay gran cantidad de resultados en la búsqueda y por ello se tomó en el rango de años mencionado.

3.5 Formulario de extracción de datos

En esta sección se presentará el formulario de extracción que se aplicó a la literatura elegida mediante la revisión sistemática, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 9

Formulario de extracción

Campo	Descripción	Pregunta
-------	-------------	----------

ID	E[número]. P.ej: E001	General
Fecha de extracción		General
Autores		General
Título		General
Fuente	Base de Datos	General
Año de publicación		General
Software utilizado	¿Qué software se utiliza para el soporte de votaciones digitales, cómo fueron implementados y que resultados obtuvieron?	Pregunta 1
Sistemas utilizados	¿Qué sistemas existen actualmente para el soporte de votaciones digitales, cómo fueron implementados y que resultados obtuvieron?	Pregunta 1
Técnicas utilizadas	¿Qué tipo de técnicas se utilizan para la seguridad de la información en la votación digital y cuáles son sus beneficios y desventajas?	Pregunta 2
Seguridad de la información	¿Cómo se lleva la seguridad de la información en el flujo de información en la votación digital?	Pregunta 2
Funcionalidades existentes	¿Qué funcionalidades se brindan en las soluciones tecnológicas para la votación digital y por qué fueron requeridas?	Pregunta 3

Nota. Elaboración propia

3.6 Resultados de la revisión

3.6.1 Respuesta a pregunta P1

Pregunta P1: ¿Cuáles son las soluciones tecnológicas y los procesos que existen para el soporte de la votación digital, ¿cómo fueron implementadas y qué resultados obtuvieron?

De los documentos seleccionados se mencionan diferentes soluciones tecnológicas propuestas o implementadas y como se mencionó anteriormente se agregó literatura externa para responder a la interrogante acerca de los procesos para el soporte de la votación digital.

Entre las soluciones encontradas, la más frecuente es la aplicación de un sistema basado en web, es decir, una plataforma web mediante la cual se realiza todo el proceso de autenticación, registro de votos, administración de los usuarios y en algunos casos como el mencionado por Harrini, K., Gracia, A. J., Meharshirine, A., y Sivakamasundari, G. se hace una implementación de registro de candidatos para una mayor difusión de su información antes de optar por un candidato (2020). De esta forma se dio como resultado un acceso más amplio al elector hacia el sistema, siendo como requisito único el tener acceso a un dispositivo con navegador web, por ejemplo, teléfonos inteligentes y computadores personales que son de uso diario en la actualidad por una gran parte de la población mundial. Como resultado a la implementación de este sistema web, también se obtuvo una alta escalabilidad dependiendo de la arquitectura propuesta, la cual principalmente era de cliente-servidor. Sin embargo, esto último generó complicaciones visibles para el área de seguridad de la información debido a su conexión mediante internet y las consecuencias que esto conlleva, tales como interceptación de la información, corrupción de la información, ataques de denegación de servicio, entre otros.

Por otro lado, el resto de las soluciones tecnológicas fueron propuestas de implementaciones de sistemas con un enfoque mayor en el área de seguridad de la información. Estas propuestas fueron implementando, en su gran mayoría, la tecnología blockchain para el registro de los votos logrando así una mejora considerable en la seguridad del contenido de los mismos y su registro anónimo, pero igualmente trazable para su conteo final.

Además, se presentaron dos propuestas, una basada en un método de dos autoridades no relacionadas (Larriba, A. M. Sempere, J. M. López, D., 2020) para de esta forma, obtener un sistema simplificado con un funcionamiento entendible por cualquier usuario y además de procesamiento computacional de bajo costo. Y la segunda, una propuesta implementando en el sistema de autenticación un sistema de huellas biométricas (Automated Fingerprint

Identification System) generando así una mejora en la fiabilidad de la autenticación de los electores (Pardo, F. P., 2019).

Por su parte, para la interrogante sobre los procesos existentes Morales Rocha menciona la división que realiza del proceso de votación electrónica no presencial en las siguientes etapas: registro remoto de votantes, verificación individual, consolidación de resultados de votación y la auditoría en el proceso completo (2009). De acuerdo a lo mencionado, Aleuy apoya lo propuesto por Morales Rocha, pero agrega una división a la etapa de verificación individual, esto debido a que encuentra que es necesaria una etapa individual de identificación electrónica separada del registro de la votación a distancia (2007).

3.6.2 Respuesta a pregunta P2

Pregunta P2: ¿Cuáles son las técnicas que se utilizan para la seguridad de la información en la votación digital y cuáles son sus beneficios y desventajas?

Al terminar la revisión de los documentos, se encontraron diversas técnicas aplicadas para la seguridad de la información en las soluciones tecnológicas de votación digital. Todos los autores revisados sostienen que se tiene que utilizar alguna técnica de encriptación para el contenido de los votos y el elector que lo realizó, sin embargo, la gran mayoría opta por la técnica del blockchain aplicado al registro de los votos, esta técnica es aplicada para cifrar el voto y el dato de la persona que lo realizó y se añade una técnica de contratos inteligentes para la transferencia de datos entre cada fase del proceso de votación. Es de esta forma, que se logra anonimizar el voto, pero tener la certeza de que es contabilizado, registrando como inicio de cadena los datos del candidato y los bloques unidos a este son los votos cifrados.

Otra técnica utilizada por Larriba, A. M. Sempere, J. M. López, D. es el de firma RSA, lo utilizan debido a sus propiedades homomórficas como exponenciación modular (2020). Sus beneficios son poder trabajar sobre texto cifrado como si se tratara de texto plano sin revelar su contenido y la reducción del coste computacional al reducir a solo dos autoridades. Además,

Alam, K. M. R., Tamura, S., Rahman, S. M. S. y Morimoto, Y. aportaron una mejora a esta técnica desarrollando el esquema R-SVRM, para poder restringir la visibilidad de la información del voto de cada elector, de esta forma los votantes no pueden ver el voto de otro a pesar de que estén conectados (2019).

Finalmente, se encontraron técnicas de criptografía secundarias tales como el Secret Sharing (Toapanta, S. M. T., Romero, L. A. P., Quimi, F. G. M., Espinoza, M. G. T., Gallegos, L. E. M., 2019) que aporta una alternativa al RSA y técnicas que se utilizaban únicamente en el conteo de los votos, tales como Transferencia única del voto (Single Transferable Vote STV), que brinda un set de ganadores como resultado final; el método Schulze, que es un esquema de voto preferencial que elige un solo ganador y brinda monotonicidad (Bennett Moses, L., Goré, R., Levy, R., Pattinson, D., Tiwari, M., 2017) y árboles de Merkle para la lista de verificación de electores y exploradores de bloques para la validación del conteo de votos (Noizat, P., 2015).

Las últimas mencionadas, aportan diferentes alternativas para poder garantizar una fiabilidad en el proceso de conteo, cada una tiene beneficios diferentes, sin embargo, todas llegan a la conclusión de que, mientras formen parte de un sistema conectado a internet, estarán expuestas a un peligro mucho mayor y de escalabilidad de ataque alta si se diera en un entorno de votación de gran alcance.

Es por todo lo mencionado, que ninguno de los autores garantiza en su totalidad la seguridad y fiabilidad del proceso de votación digital y se terminan asumiendo que no existirán factores humanos que puedan influir en la manipulación del propio sistema en caso de tener acceso a este.

3.6.3 Respuesta a pregunta P3

Pregunta P3: ¿Cuáles son las funcionalidades que son consideradas en las soluciones tecnológicas existentes para el soporte de la votación digital y por qué fueron requeridas?

De la revisión realizada, se pudo observar una serie de funcionalidades variadas que poseen las soluciones tecnológicas propuestas por los diferentes autores de acuerdo con el enfoque y problemática tratados. Entre las funcionalidades más representativas, se encuentra la realización por parte del elector de su voto; esta funcionalidad conlleva una serie de funcionalidades secundarias para el soporte de la misma, por ejemplo, el autor Noizat, P. menciona que el elector debe contar con la información de cada candidato para conforme a ello pueda generar su elección (2015). Harrini, K., Gracia, A. J., Meharshirine, A., y Sivakamasundari, G. también agregan la funcionalidad mencionada previamente y además mencionan que su sistema permite únicamente un voto por elector (2020), esto es igualmente implementado por los demás autores investigados, sin embargo, no lo mencionan explícitamente en el desarrollo de su solución. La encriptación del contenido del voto es otra de las funcionalidades secundarias implementadas por todos los autores revisados, utilizando las diferentes técnicas mencionadas en la pregunta previa.

El voto remoto desde cualquier dispositivo con acceso a un navegador web es otra de las funcionalidades que presentan los autores que desarrollan soluciones basadas en web o internet tales como Pesado, P., Galdamez, N., Estrebou, C., Pousa, A., Rodriguez, I., Rodriguez, Eguren, S., Chichizola, F., Pasini, A., De Giusti, A. (2016), esto es para poder generar un alcance de la solución tecnológica a una escala mucho mayor, a pesar que no toda la población cuente con este requerimiento.

La autenticación del usuario es la última funcionalidad principal implementada por los autores, ha sido requerida debido a que como mencionan Bellini, E., Ceravolo, P. y Damiani, E. (2019) es necesario poder realizar la validación de quién está generando el voto para que el

mismo elector pueda validar que su voto está siendo contabilizado, aunque el receptor del voto (servidor, servicios o procesos) no pueda regenerar la información de cada voto más que la opción elegida por elector. Además de esta forma se evita la duplicidad y falsificación de votos permitiendo únicamente acceder al proceso al elector autorizado previamente.

Finalmente, algunas funcionalidades a tener en consideración son: la cancelación de votos y el recuento remoto de los votos (Pesado, P., Galdamez, N., Estrebou, C., Pousa, A., Rodríguez, I., Rodríguez, Eguren, S., Chichizola, F., Pasini, A., De Giusti, A., 2017).

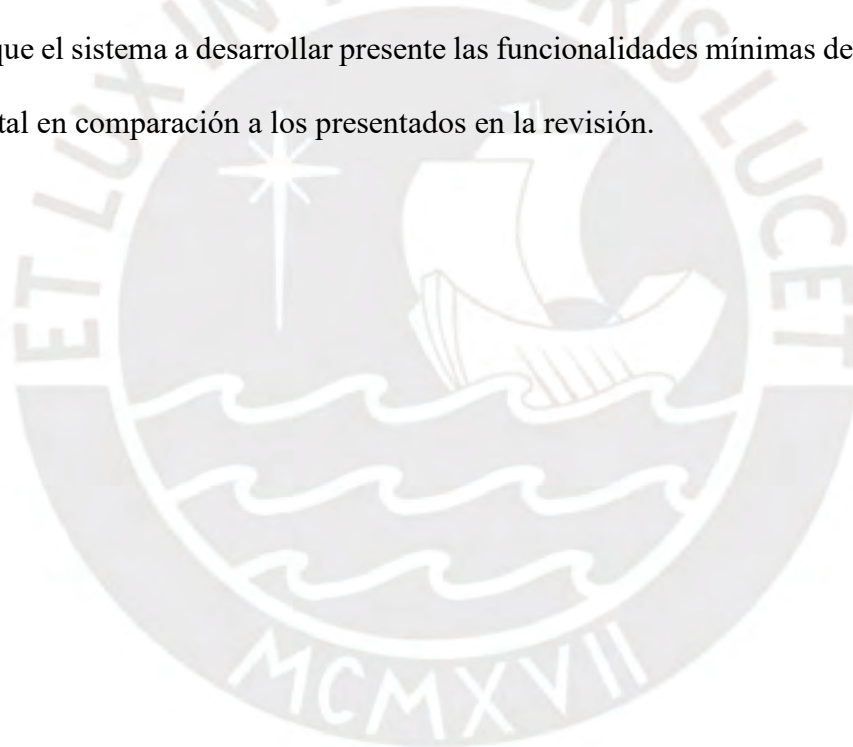
3.7 Conclusiones

De la presente revisión, se concluyen tres puntos principales con relación a cada pregunta respectivamente. El primer punto, es que la tendencia de soluciones tecnológicas son sistemas basados en web con una arquitectura cliente-servidor, proponiendo una accesibilidad más alta para los usuarios. Sin embargo, como mencionan los diferentes autores que proponen la solución web, esto trae consigo nuevos problemas dirigidos a la seguridad de la información del proceso al ser sistemas conectados al internet. Por ende, para el proyecto a realizar se tomarán en cuenta las implementaciones realizadas por los autores con respecto al área de seguridad de la información en sistemas web. Además, se visualizó un proceso definido para soportar la votación digital, el cual consta de cinco etapas diferenciadas: registro remoto de votantes, identificación electrónica, registro de votación a distancia, consolidación de resultados de votación y auditoría del proceso.

En un segundo punto, se pudo concluir que, para cubrir la necesidad presentada al final del punto anterior, los autores utilizan en su gran mayoría la técnica del *blockchain* como solución al encriptamiento y registro de los datos del proceso, especialmente de los votos. Sin embargo, se presentaron distintas técnicas de protección de los datos que se tomarán en cuenta para el desarrollo final del proyecto para garantizar una alta seguridad del flujo de información.

En un último punto, se concluyó que las funcionalidades básicas implementadas para un sistema de votación digital o electrónica son: autenticación de los electores, presentación de los candidatos, registro de los votos, conteo de los votos y visualización de los resultados finales que corresponden a algunas de las etapas que se mencionaron previamente.

En conclusión, para la realización de este proyecto se tomarán en cuenta las etapas mencionadas anteriormente para establecer el alcance de la solución y establecer un modelo del proceso, y desarrollar una solución tecnológica basada en las implementaciones de sistemas web encontradas, asegurando una protección de los datos del proceso mediante las técnicas presentadas por los autores, que serán posteriormente evaluadas para una selección final. Finalmente, que el sistema a desarrollar presente las funcionalidades mínimas de un sistema de votación digital en comparación a los presentados en la revisión.



Capítulo 4. Diseño del proceso de votación digital para instituciones privadas

4.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta el desarrollo del objetivo O1, el cual tiene como fin poder realizar el diseño del proceso de una votación digital en una institución privada. Para poder lograr dicho objetivo se realizaron distintas entrevistas a profesionales que han participado de eventos similares de forma presencial o remota, y a partir de dicha información se realizó un diagrama del proceso para finalmente documentar el proceso.

4.2 Resultados Alcanzados

4.2.1 Informe de los procesos de votación digital, que contenga una revisión sistemática de los procesos e información relacionada a entrevistas realizadas a instituciones privadas.

Para la posterior realización del modelo de procesos de votación digital en instituciones privadas, se definió realizar un informe que contenga la información obtenida a partir de entrevistas acerca del proceso de votación digital o de eventos similares de realización presencial o remota. Además, este contendrá una revisión sistemática de la información obtenida para poder contrastar la misma con lo investigado en la revisión de literatura hecha previamente en la presente investigación donde Morales Rocha (2009) menciona que el proceso se compone principalmente de las etapas de registro remoto de votantes, identificación electrónica, registro de votación a distancia, consolidación de resultados de votación y auditoría del proceso.

La realización de este informe se llevó a cabo a partir de dos entrevistas realizadas a profesionales pertenecientes a una institución privada que realiza elecciones para sus representantes y, el documento que incluye esta información, se puede encontrar en el medio de verificación que corresponde al documento del Anexo C. Posterior a las entrevistas, se

documentó la revisión sistemática en el informe donde se desarrollaron los aspectos que componen la misma (objetivo, fuentes de información, análisis y conclusión), y se encuentra en el Anexo C de igual forma.

Para poder realizar la revisión sistemática se definió el objetivo a partir del cual se desarrolló un resumen de las entrevistas de la información relevante para el análisis y presentando al entrevistado como fuente de la información. Acto seguido, se analizó la información en contraste a lo definido en el objetivo y se hicieron las observaciones correspondientes para finalizar con una conclusión de las mismas.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google el cual está comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 10, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en el proceso de votación digital correspondiente y de acuerdo a sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 10

Resultados de la validación del informe de procesos de votación digital en instituciones privadas

Pregunta	Resultado
¿Está de acuerdo con el desarrollo de la investigación sobre los procesos de votación digital?	5
¿Considera que la conclusión de las etapas que abarcaría el proceso de votación digital es el correcto?	5

Nota. Elaboración Propia

4.2.2 Modelo de procesos de voto digital para instituciones privadas, que contenga el diagrama de procesos y el manual de procedimientos.

El resultado comprende la realización del modelo de procesos que presenta cómo se llevan a cabo las votaciones digitales, a partir del cual se redactan en un documento los procedimientos que lo componen y la explicación de cómo se llevó a cabo dicho modelo.

El modelo se realizó a partir de la revisión sistemática realizada previamente, a partir de esta, se tomaron en cuenta las etapas observadas en la revisión de literatura de la presente investigación y se añadieron las actividades que los entrevistados mencionaron como vitales para el proceso junto con un manejo integral del proceso como responsables por parte de la institución debido a que este fue requerido por los interesados. Dichas etapas y actividades se tomaron para realizar un diagrama del proceso mediante la herramienta Lucidchart y utilizando la notación BPMN 2.0 con la que ya contaba la herramienta.

El diagrama del modelo y el documento explicando a detalle el flujo del proceso, así como una explicación de cómo se desarrolló el mismo, forman parte del medio de verificación que se encuentra en el documento del Anexo D. Además, a continuación, se puede observar el diagrama resumido de lo que comprende el flujo del proceso.

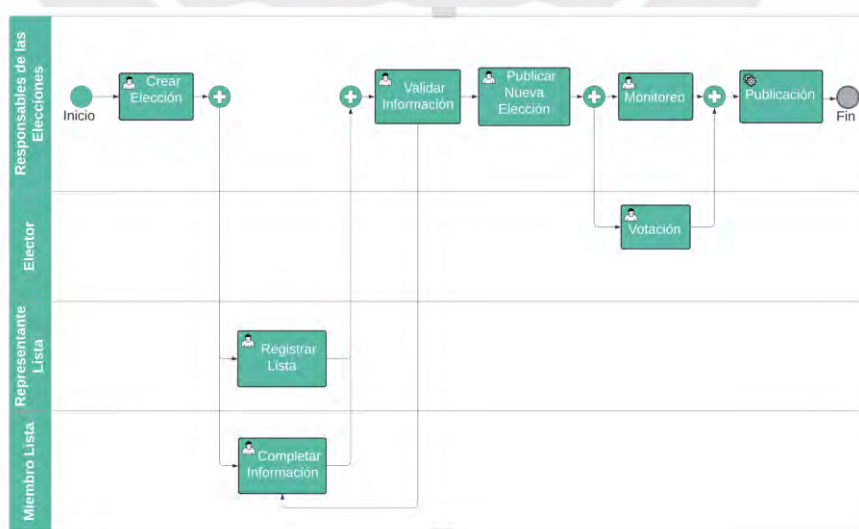


Figura 2. Diagrama del modelo del proceso

Elaboración Propia

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google el cual está comprendido por tres preguntas que se muestran en la Tabla 11, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en el proceso de votación digital correspondiente y de acuerdo a sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 11

Resultados de la validación del modelo de procesos de votación digital en instituciones privadas

Pregunta	Resultado
¿Está de acuerdo con las actividades planteadas como parte del proceso de Votación Digital en instituciones privadas?	5
¿Considera que el diagrama con las actividades del proceso contempla en su totalidad el proceso de votación digital en instituciones privadas?	5
¿Considera que el diagrama con las actividades del proceso se ha realizado de forma correcta?	5

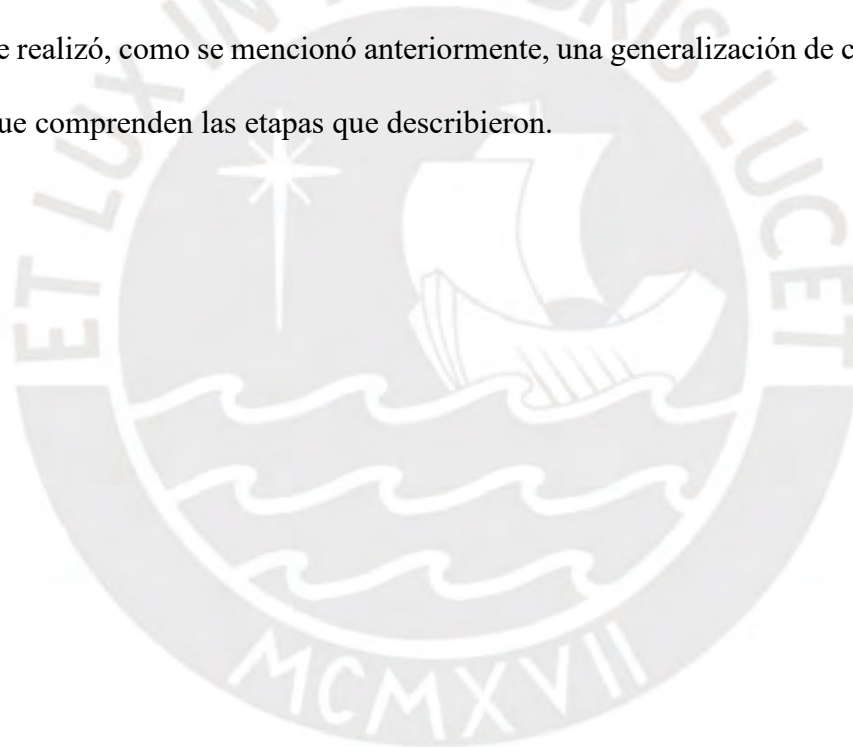
Nota. Elaboración Propia

4.3 Discusión

Como se pudo observar el primer resultado es una revisión sistemática de los procesos descritos por los profesionales entrevistados y partir de la cual se pudieron validar las etapas a desarrollar en el modelo del proceso del segundo resultado que cubre las expectativas de los usuarios objetivos y los requerimientos de los interesados.

Se logró de igual forma, comprobar que lo visto en la revisión de literatura donde se mencionan cinco etapas principales que componen las votaciones digitales (Morales Rocha, 2009) si son parte del proceso. Además, se realizó un modelo que pueda representar un proceso estándar para instituciones privadas para que pueda ser adaptable a distintos sectores sin mayor dificultad.

Finalmente, se pudo observar que algunas de las limitaciones para poder realizar el modelo es que, al estandarizar el mismo, cualquier flujo de actividades específico que requiera una institución queda fuera del mismo. De igual forma, se pudo haber generado un sesgo al solo obtener entrevistas de dos profesionales que pertenecen a una misma institución privada para lo cual se realizó, como se mencionó anteriormente, una generalización de cada una de las actividades que comprenden las etapas que describieron.



Capítulo 5. Implementación de un sistema web para la gestión de votaciones digitales

5.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta el desarrollo del objetivo O2, el cual tiene como fin implementar un sistema web para la gestión de las votaciones digitales en una institución privada. Para poder lograr dicho objetivo se comenzó dividiéndolo en las etapas de análisis, diseño y construcción, además de la documentación y las pruebas realizadas para el desarrollo, todo esto con el fin de implementar las actividades que comprenden la gestión del proceso que se modelaron en el objetivo anterior. Las actividades en mención comprenden las labores de los responsables del proceso, quienes realizarán principalmente la creación de la nueva elección, gestión de las listas de candidatos y monitoreo del proceso.

5.2 Resultados Alcanzados

5.2.1 Catálogo de indicadores de gestión para el proceso.

El resultado del catálogo de indicadores de gestión comprende un listado de indicadores propuestos para formar parte del proceso de monitoreo que se realizará a través del sistema web, es decir, el sistema web tendrá como funcionalidad mostrar las mediciones de los resultados de gestión mediante dichos indicadores.

Se realizó el listado de indicadores de gestión teniendo en cuenta el modelo del proceso propuesto en el objetivo anterior y las características que podrían presentarse como indicadores representativos del mismo. Es de esta forma, que también se tuvieron en cuenta las entrevistas realizadas donde se mencionó algunos factores claves en la visualización de éxito del proceso, por ejemplo, la participación de los electores.

Para revisar el catálogo de indicadores de gestión a mayor detalle, se puede dirigir al medio de verificación que contiene el mismo en el Anexo E.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google el cual está comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 12, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor a un representante del Colegio de Ingenieros del Perú y de acuerdo a sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 12

Resultados de la validación del catálogo de indicadores de gestión

Pregunta	Resultado
¿Considera que los indicadores definidos son adecuados para el monitoreo del proceso de votación digital?	5
¿Considera que los indicadores definidos son suficientes para el monitoreo del proceso de votación digital?	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.2 Análisis del Sistema

El presente resultado comprende la etapa de análisis para el desarrollo del sistema web que a su vez está conformado por el catálogo de requisitos, los requisitos funcionales o especificación de requisitos y los casos de prueba.

5.2.2.1 Catálogo de requisitos

El resultado del catálogo de requisitos comprende la realización de tres entregables: *User Persona*, *Empathy Map* y *Journey Map*. Esta serie de entregables permiten conocer a detalle los usuarios para los cuáles se realiza el sistema web, teniendo en cuenta sus

requerimientos específicos, rutinas y expectativas para posteriormente realizar los requisitos funcionales y el diseño del sistema de acuerdo a estos.

Se realizaron los distintos entregables a partir de los actores que forman parte del modelo del proceso propuesto anteriormente. El actor que conforma la gestión dentro del proceso es el responsable de las elecciones, el cual es el encargado de llevar a cabo las elecciones de la institución y realizar el monitoreo del proceso, por lo que se generó en base a este su *User Persona* representativo. Seguido a esto, se realizó un Empathy Map que refleje los distintos aspectos del actor y las expectativas del mismo, para finalmente, realizar un Journey Map que representa el escenario en el cual se desenvuelve el responsable de las elecciones con su tarea de gestión del proceso y cómo reacciona, piensa y actúa durante este. El detalle de cómo se realizó paso a paso cada uno de los entregables se encuentra en el medio de verificación disponible en el [Anexo E](#), además de cada uno de ellos y los enlaces a dónde se encuentran alojados.

La realización de cada uno de los entregables se llevó a cabo utilizando la herramienta Canva para poder utilizar sus plantillas de diseño con las que cuentan para desarrollar este tipo de diagramas y completar la información recopilada a partir de ellas y personalizar los diseños.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google para el perfil de usuario de responsable de las elecciones y comprendido por tres preguntas que se muestran en la Tabla 13, en dichos formularios se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el [Anexo X](#). Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte

del asesor a un especialista con cargo acorde al perfil de usuario establecido y de acuerdo a sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 13

Resultados de la validación del catálogo de requisitos - Responsable de las elecciones

Pregunta	Resultado
¿Considera que el diagrama de <<User Persona>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil de Responsable de las Elecciones en un proceso de votación digital en una institución privada?	5
¿Considera que el diagrama de <<Empathy Map>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil de Responsable de las Elecciones en un proceso de votación digital en una institución privada?	5
¿Considera que el diagrama de <<Journey Map>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil de Responsable de las Elecciones en un proceso de votación digital en una institución privada?	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.2.2 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales o especificación de requisitos están conformados por una serie de *User Storyboards* y a partir de este se realizaron historias de usuarios que representan los requisitos funcionales que contendrá el sistema web.

Se realizaron los *User Storyboards* a partir de los escenarios descritos en el *Journey Map* del resultado previo, es decir, se utilizó el escenario que incluye la interacción del responsable de las elecciones, esto se representa mediante una historieta donde se muestra la interacción que tiene el usuario no solo con el sistema, sino también con otros usuarios de diferente perfil. Con esta técnica, se logra entender el objetivo del sistema y la lógica detrás del

proceso de la institución, además, al ser historietas se realizaron de forma sencilla mediante el desarrollo de dibujos a mano de cada una de las interacciones del escenario y diferenciando los perfiles de usuario mediante detalles representativos. Este entregable puede observarse a mayor detalle en el documento que se encuentra en el Anexo F, el cual es el medio de verificación para el presente resultado.

En cambio, para la realización de los requisitos funcionales se escogió la técnica de historias de usuario, para las cuáles se tomó en cuenta el escenario desarrollado en el *User Storyboard* y a partir de ello se realizó un mapa mental con las actividades o subprocesos que comprendía el escenario y los requisitos detallados para cada uno junto con los perfiles involucrados. Posteriormente, se realizó un archivo de hojas de cálculo en el que se detalló cada uno de estos requisitos y las validaciones o criterios de aceptación que debía tenerse en cuenta.

Esta serie de historias de usuario, se utilizaron como base para la posterior organización de cada una de las entregas del desarrollo y el alcance de las mismas. Este catálogo se encuentra de igual forma en el medio de verificación del presente resultado en la sección correspondiente, el cual se encuentra en el Anexo G.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 14, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en sistemas de información correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 14

Resultados de la validación de la especificación de requisitos

Pregunta	Resultado - Martin Mendoza	Resultado - David Allasi
¿Considera que los escenarios planteados para cada uno de los roles cubren las situaciones principales para cumplir con una votación digital en una institución privada?	5	5
¿Considera que las historias de usuario definidas cubren los aspectos necesarios para el desarrollo de un sistema que soporte el proceso de votación digital en una institución privada?	5	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.2.3 Casos de prueba funcionales

Los casos de prueba funcionales comprenden las pruebas que se realizaron en base a cada una de las historias de usuario para comprobar su correcto funcionamiento a través de las funcionalidades desarrolladas en el sistema web.

La realización de los casos de prueba se realizó a partir de cada una de las historias de usuario y sus criterios de aceptación respectivos, de los cuales se tomó en cuenta los más representativos para cada entrega del desarrollo. Se tomó los criterios de aceptación elegidos y aplicando la metodología de *Behavior Driven Development* (BDD) se realizó la descripción con los términos de característica, escenario, su definición BDD, los datos que requiere y el resultado que se espera.

La especificación de los casos de prueba se realizó en una hoja de cálculo en la cual se fueron añadiendo las pruebas conforme al desarrollo realizado en cada entrega, las cuales en total son dos para el desarrollo total del sistema web.

De acuerdo con la especificación de los casos de prueba se realizó un documento para el plan de pruebas a realizar donde se definió el objetivo del mismo, el alcance de las pruebas y se definió cómo se realizaron las pruebas detallando el entorno y configuraciones correspondientes.

Ambos entregables mencionados anteriormente representan los medios de verificación para el presente resultado, y se encuentran en el Anexo O (Especificación de casos de prueba) y el Anexo P (Plan de Pruebas).

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 15, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en aseguramiento de calidad de software correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 15

Resultados de la validación de los casos de prueba

Pregunta	Resultado
¿Considera que el alcance del plan de pruebas propuesto es aceptable para verificar las funcionalidades principales del sistema?	5
¿Considera que la descripción de cada caso de prueba es apropiado y suficientemente detallado (pasos, datos a ingresar, objetivo, resultado esperado)?	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.3 Diseño del Sistema

El presente resultado comprende la etapa de diseño para el desarrollo del sistema web que a su vez está conformado por el modelo de datos, los *wireframes* del sistema y el informe de arquitectura de software.

5.2.3.1 Modelo de datos

El modelo de datos comprende dos entregables, el diagrama de entidad relación y un diccionario de datos del mismo pero dirigidos en específico respecto a las entidades que comprenden las diferentes actividades que se realizarán desde sistema web de gestión por parte del responsable, por ejemplo, la entidad referente al evento de las elecciones y sus distintas etapas y los electores que forman parte de este.

Para el desarrollo del diagrama entidad relación, se tomó como base lo realizado en el objetivo previo donde se pudieron observar diferentes entidades a lo largo de las actividades descritas del proceso. A partir de la recolección de información de dichas entidades, se definió tanto el nombre de la entidad como los atributos que comprendía (id, nombre, título, etc.), de esta forma, se fue desarrollando el diagrama hasta completarlo y que soporte todo el proceso descrito y la información que este maneja.

Posterior al desarrollo del diagrama entidad relación, se realizó su diccionario de datos describiendo cada una de las entidades o tablas que representan y sus atributos, esto para un mejor entendimiento de lo que representa cada parte de la información que será alojada en el sistema.

Se utilizó la herramienta de Lucidchart para el desarrollo del diagrama entidad relación el cual se puede observar a mayor detalle en el medio de verificación en el [Anexo H](#). En cambio, para el diccionario de datos se realizó en una hoja de cálculo que se puede encontrar en el medio de verificación en el [Anexo I](#).

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por tres preguntas que se muestran en la Tabla 16, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso a cada documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en administración de bases de datos correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 16

Resultados de la validación del modelo de datos del sistema web

Pregunta	Resultado - Victor Laguna	Resultado - Martin Mendoza
¿Considera que las entidades y relaciones del Modelo Relacional son congruentes con los requisitos establecidos para cumplir el proceso de votación digital en instituciones privadas?	5	5
¿Considera que los atributos de las entidades son útiles y pertinentes?	5	5
¿Considera que la descripción realizada sobre las tablas y los atributos en el diccionario de datos es clara?	5	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.3.2 Wireframes del sistema (User Flow)

Los *wireframes* del sistema son como entregable final el prototipo del sistema web de gestión, pero además incluye el *User Flow* para el mismo dirigido al flujo que se espera que realice el responsable de las elecciones a lo largo del proceso.

En un primer momento, se tomó como base el modelo del proceso propuesto en el objetivo O1 y se realizó un *wireframe* inicial sin diseño ni información real para tener una primera idea de cómo se estructuraría el sistema web y que pantallas lo conforman. Posterior a esto, se realizaron consultas con los profesionales entrevistados para refinar la estructura y definirla, luego, con la estructura definida se realizó un verdadero diseño para representar visualmente cómo se espera que se vea la interfaz del sistema web y de igual forma se realizaron consultas con los entrevistados. Realizados los cambios de diseño finales, se añadió información acorde al sistema que pueda representar la información que se espera ver en su uso real para generar el prototipo final del sistema web de gestión, para ello, se tomó como referencia al Colegio de Ingenieros del Perú y sus elecciones representativas del año 2018. Todo este proceso de diseño y estructuración se realizó con la herramienta Figma y tomando en cuenta las limitaciones que pueden existir al desarrollar una aplicación web, el prototipo que es en sí mismo el medio de verificación para este resultado se puede encontrar en el [Anexo J](#).

A partir del prototipo realizado, se hizo un flujo del camino esperado por parte del responsable a lo largo del proceso de votaciones digitales propuesto en el objetivo O1, es de esta forma que con la herramienta Lucidchart, se realizó el flujo mencionado con la mínima cantidad de rutas posibles, priorizando el flujo esperado o "camino feliz". El *User Flow* del sistema web de gestión puede encontrarse en el [Anexo K](#).

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 17, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con

acceso a cada documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor a un especialista con el perfil adecuado correspondiente a un responsable de elecciones y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 17

Resultados de la validación del prototipo del sistema web de gestión

Pregunta	Resultado - Eduardo Alarcon	Resultado - Diego Cruz
¿Considera que el diagrama de <<User Flow>> contiene las pantallas necesarias para cumplir con el flujo del proceso de gestión de las votaciones digitales en instituciones privadas?	5	5
¿Considera que el contenido de las pantallas de los mockups es útil para cada sección?	5	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.3.3 Informe de arquitectura de software

El informe de arquitectura de software comprende una definición de cada uno de los componentes que conforman la arquitectura propuesta para el sistema web de gestión y el diagrama de arquitectura que los une.

Se realizó el diagrama de arquitectura primero, para ello, se tomó en cuenta que componentes contendría la arquitectura del sistema web y se definieron tres: la base de datos que contenga toda la información del sistema, el servidor de la lógica del sistema o "backend" y el servidor de la interfaz que se mostrará al usuario o "frontend". Además, la interacción con

el usuario en este caso el responsable de las elecciones. Posterior a esto, se definió que los componentes se encuentren dentro de una red virtual privada en la nube y cada uno de ellos en una subred distinta, pero en la misma zona de disponibilidad. Finalmente, con todas estas definiciones se realizó el diagrama inicial que posteriormente fue complementado para comprender la aplicación web progresiva, resultando en el entregable final que se puede observar explicado a detalle en el medio de verificación en el Anexo N.

El diagrama se hizo utilizando la herramienta Lucidchart, ya que esta cuenta con plantillas para diagramas de arquitecturas utilizando servicios de AWS, y el informe se realizó en un documento que se encuentra en el anexo mencionado.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 18, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso a cada documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en arquitectura de software correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 18

Resultados de la validación del documento de arquitectura

Pregunta	Resultado
¿Considera que el diagrama ha sido realizado de manera correcta y con una descripción apropiada de cada uno de sus componentes?	5
¿Considera que el diagrama presenta una solución adecuada para el sistema que se	5

desea construir comprendido por un sistema web y una aplicación web progresiva?	
---	--

Nota. Elaboración Propia

5.2.4 Sistema web para la gestión de votaciones digitales

Este resultado comprende el desarrollo del sistema web para la gestión de las votaciones digitales el cual se encuentra dirigido al uso por parte de los responsables de las elecciones y desde un navegador web.

Para el desarrollo del backend y frontend del sistema web, se utilizaron las herramientas de React.js y Spring Boot correspondientemente para las funcionalidades del sistema web. Además, al compartir el proyecto de lógica del negocio comparten de igual forma una única base de datos (MySQL) por lo que la integración de información no es necesaria.

Sin embargo, para reducir la necesidad de creación de componentes o planteamiento desde el inicio del diseño definido en el prototipo propuesto anteriormente, se optó por trabajar a partir de una plantilla de administrador de acceso libre y adaptarla al diseño definido.

Se planificó el desarrollo dividiéndolo en dos entregas que comprenden un avance del 50% y 100% respectivamente, para ello se realizó un listado de las tareas que se tenían que realizar para el desarrollo del sistema web conforme a las historias de usuario.

La primera entrega comprendió el desarrollo de los servicios necesarios para complementar el flujo de la aplicación web progresiva, entre ellas, funcionalidades como la validación de listas de candidatos y publicación de resultados. Además, en esta primera entrega se inició con la adaptación de la plantilla al diseño propuesto en el prototipo e integrar el servicio de inicio de sesión únicamente para usuarios autorizados del perfil de responsables de las elecciones.

El despliegue se realizó utilizando los servicios de "S3" y "Elastic Beanstalk" de AWS. Para ello se siguieron las guías presentadas por Open Source Devops (2019) y Daniel Pereira

(2019) respectivamente y definiendo las redes privadas como se planteó anteriormente en la arquitectura definida.

Finalmente, se realizó como medio de verificación, además del código fuente realizado, un informe de resultados de pruebas a partir de la especificación de pruebas realizada previamente y este se puede encontrar en el Anexo Q. Además, el código fuente se puede encontrar en el Anexo S junto con un detalle de donde se encuentra alojado y desplegado para poder hacer uso del mismo.

5.2.5 Guía de usuario del sistema

Este resultado comprende el manual de usuario realizado para presentar las funcionalidades con las que cuenta el sistema web de gestión, presentando un flujo de instrucciones para hacer uso de cada una de ellas.

Para el desarrollo de esta guía, se utilizaron capturas de pantalla del sistema desplegado en un S3 brindado por AWS y se presentó el flujo definido por el objetivo O1 para el proceso, más específicamente, para el rol de responsable de las elecciones y un recorrido por las secciones con las que cuenta el sistema. Además, lo mencionado se agregó complementariamente al flujo realizado para la aplicación web progresiva con el fin de realizar un único documento.

El medio de verificación de este resultado es el documento mencionado del manual del usuario que se puede encontrar en el Anexo U.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 19, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo

"1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor a los usuarios interesados y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 19

Resultados de la validación del manual de usuario del sistema web de gestión

Pregunta	Resultado
¿La presentación de las instrucciones se dio de forma clara, comprensible e inteligible?	5
¿Considera que la selección de las secciones y funcionalidades presentadas fueron las adecuadas para un sistema de gestión del proceso de votación digital?	5
¿Las instrucciones presentadas en el manual del usuario fueron realizables en el sistema?	5

Nota. Elaboración Propia

5.2.6 Documento de configuración e instalación del software

Este resultado comprende un documento con las instrucciones de configuración e instalación para el sistema web de gestión, lo que puede ser utilizado para replicar el despliegue del mismo.

Para el desarrollo de este documento, se utilizaron referencias de guías de despliegue de Amazon y foros de tecnología los cuales se encuentran referenciados en el documento. Además, en el documento se explicó las características para cada hardware y software a utilizar, así como las instrucciones de un paso a paso para cada tipo de despliegue que se quiera realizar. Para el despliegue del servidor de lógica del negocio o backend, se detallaron dos formas de despliegue, uno utilizando las tecnologías de AWS Elastic Beanstalk pero sin certificados SSL y el segundo que si cuenta con certificados SSL mediante el uso de AWS EC2 y Certbot configurando manualmente el servidor.

Por otro lado, para el servidor de interfaz se detallaron igualmente dos opciones, la primera sin certificados SSL mediante el uso de AWS S3 y la segunda que si cuenta con certificados SSL y despliegue continuo mediante el uso de AWS Amplify. Finalmente, para la base de datos se hizo uso de AWS RDS.

Se detalló, además, la configuración realizada a cada una de las aplicaciones para poder funcionar de forma integral y con comunicaciones entre ellas, añadiendo también el procedimiento de desinstalación de las mismas.

El medio de verificación de este resultado es el documento de configuración e instalación que comparte con la aplicación web progresiva que se puede encontrar en el Anexo V.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 20, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en sistemas de información correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 20

Resultados de la validación del documento de configuración e instalación

Pregunta	Resultado
¿La presentación del documento con respecto a la configuración e instalación se dio de forma clara, comprensible e inteligible?	5

¿Considera que la selección de los recursos y tecnologías utilizados para la instalación son los adecuados?	5
---	---

Nota. Elaboración Propia

5.3 Discusión

Como se pudo observar el primer resultado es un catálogo de indicadores de gestión que definirá lo que posteriormente será medido y mostrado por el sistema web. En cambio, el segundo resultado constó de un análisis del sistema que se realizará para conocer el alcance que tendrá el sistema, así como conocer el perfil del responsable de las elecciones que es el público objetivo. A partir de este perfil y alcance, se pudo realizar el tercer resultado que definió el diseño del sistema, tanto a nivel de lógica de negocio como de interfaces a desarrollar y la arquitectura con la que contará el sistema en su etapa de despliegue.

A partir de lo definido en los primeros resultados, se desarrolló el sistema web de gestión con las funcionalidades establecidas y siguiendo el diseño basado en los colores representativos del Colegio de Ingenieros del Perú. Finalmente, obtenido el desarrollo final del sistema web, se realizaron las pruebas definidas en el segundo resultado para comprobar el correcto funcionamiento y verificación del resultado y a partir de esto se realizaron los resultados de manual de usuario y documento de configuración e instalación documentando lo necesario del producto final.

Se logró de esta forma, aplicar lo visto en la revisión de literatura donde se menciona la etapa de monitoreo (Morales Rocha, 2009) con respecto al proceso y diseñar e implementar el flujo mediante un sistema web. Además, se establecieron estándares de diseño fácilmente reemplazables lo que permite que pueda ser utilizado por cualquier institución privada adaptando el sistema web desarrollado, y al estar contempladas las funcionalidades en base al modelo del proceso propuesto, puede ser fácilmente implantado y conectado con los procesos existentes en una institución privada.

Finalmente, se pudo observar que algunas de las limitaciones para poder realizar el sistema web de gestión fue al momento de establecer indicadores, esto debido a que se pudieron haber realizado con un sesgo basado en que se tomó en cuenta lo mencionado únicamente por representantes del Colegio de Ingenieros del Perú. Además, al tomarse como base del proyecto de desarrollo una plantilla, se presentaron dependencias de las librerías utilizadas por la misma. La mayor limitación que se tuvo, fue la forma de validación de los resultados debido a que, al ser cada uno desarrollado en base al anterior, la demora en respuesta de los especialistas o usuarios interesados no permitía subsanar las observaciones en su totalidad, limitándose únicamente a cumplir con el alcance establecido en algunos resultados.



Capítulo 6. Implementación de una aplicación web progresiva (PWA) para el registro de votación digital de forma segura

6.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta el desarrollo del objetivo O3, el cual tiene como fin implementar una aplicación web progresiva (PWA) donde se pueda realizar el registro de votación digital en una institución privada, junto con lineamientos de seguridad para la información. Para poder lograr dicho objetivo se dividieron los resultados en las etapas de análisis, diseño, construcción y las pruebas realizadas para el desarrollo, además de la documentación del sistema de información y de los lineamientos de seguridad, todo esto con el fin de implementar las actividades que comprenden el modelo del proceso propuesto desarrollado anteriormente. Las actividades en mención comprenden las realizadas por los electores y los candidatos de la elección que siguen las etapas de registro de listas de candidatos, actualización de información de listas y candidatos, votación y finalmente la visualización de los resultados.

6.2 Resultados Alcanzados

6.2.1 Análisis del Sistema

El presente resultado al igual que su análogo del objetivo O2 comprende la etapa de análisis, pero dirigido al desarrollo de la aplicación web progresiva. Además, está conformado por el catálogo de requisitos, los requisitos funcionales o especificación de requisitos y los casos de prueba, sin embargo, también incluirá casos de prueba de integración con el sistema web.

6.2.1.1 Catálogo de requisitos

El resultado del catálogo de requisitos comprende la realización de tres entregables: *User Persona*, *Empathy Map* y *Journey Map*. Esta serie de entregables permiten conocer a

detalle los usuarios para los cuáles se realiza la aplicación web progresiva, en contraste con los realizados para el sistema web en los resultados del objetivo O2, teniendo las mismas consideraciones que en su resultado análogo, además, se toma en cuenta las entrevistas realizadas en los resultados del objetivo O1.

Se realizaron los distintos entregables a partir de los actores que forman parte del modelo del proceso propuesto anteriormente, específicamente de las etapas que se mencionaron en la introducción. Los actores en mención son dos, el primero es el elector, el cual realizará una visualización de la información de la elección y las listas de candidatos, el registro de su voto y la visualización de sus resultados. El segundo es el candidato, el cual realizará el registro de su lista de candidatos en caso de ser el representante, el registro o actualización de su información personal, académica y profesional, y además las tareas de elector. A partir de estos dos perfiles, se generaron los diagramas de forma análoga a lo realizado en el objetivo O2 para sus resultados de análisis, y de igual forma, el detalle de cada uno de los entregables se encuentra en el medio de verificación en la sección correspondiente a la aplicación web progresiva, el cual se encuentra disponible en el Anexo F, además de cada uno de ellos y los enlaces a dónde se encuentran alojados.

La realización de cada uno de los entregables, de igual forma que en el objetivo O2, se llevó a cabo utilizando la herramienta Canva junto con la información recolectada de las entrevistas realizadas en los resultados del objetivo O1.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google para cada perfil de usuario de elector y candidato, cada uno de ellos comprendido por tres preguntas que se muestran en la Tabla 21 y Tabla 22, en dichos formularios se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se

responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor a especialistas con cargos acorde al perfil de usuario establecido y de acuerdo con sus respuestas se realizaron las siguientes tablas:

Tabla 21

Resultados de la validación del catálogo de requisitos - Elector

Pregunta	Resultado
¿Considera que el diagrama de <<User Persona>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil Elector en un proceso de votación digital en una institución privada?	5
¿Considera que el diagrama de <<Empathy Map>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil Elector en un proceso de votación digital en una institución privada?	5
¿Considera que el diagrama de <<Journey Map>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil Elector en un proceso de votación digital en una institución privada?	5

Nota. Elaboración Propia

Tabla 22

Resultados de la validación del catálogo de requisitos - Candidato

Pregunta	Resultado
¿Considera que el diagrama de <<User Persona>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil Candidato en un proceso de votación digital en una institución privada?	5
¿Considera que el diagrama de <<Empathy Map>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil Candidato en un proceso de votación digital en una	5

institución privada?	
¿Considera que el diagrama de <<Journey Map>> se ha realizado de forma correcta para el usuario de tipo de perfil Candidato en un proceso de votación digital en una institución privada?	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.1.2 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales o especificación de requisitos de este objetivo es un resultado análogo al realizado en el objetivo O2, pero dirigido a la aplicación web progresiva y específicamente dirigido al desarrollo de los User Storyboards e historias de usuarios correspondientes a los actores que representan el elector y candidato del proceso.

Es así, que se llevaron a cabo los entregables de forma análoga al resultado del objetivo O2 pero describiendo los escenarios de los Journey Maps correspondientes a este objetivo. Dichos entregables se pueden apreciar como parte del medio de verificación en su sección correspondiente, el cual es un documento de especificación funcional que se encuentra en el Anexo G.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 23, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en sistemas de información correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 23

Resultados de la validación de la especificación de requisitos

Pregunta	Resultado - Martin Mendoza	Resultado - David Allasi
¿Considera que los escenarios planteados para cada uno de los roles cubren las situaciones principales para cumplir con una votación digital en una institución privada?	5	5
¿Considera que las historias de usuario definidas cubren los aspectos necesarios para el desarrollo de un sistema que soporte el proceso de votación digital en una institución privada?	5	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.1.3 Casos de prueba funcionales

Los casos de prueba funcionales del presente objetivo son análogos a los realizados en el objetivo O2, sin embargo, estos son realizados en base a las historias de usuario definidas para la aplicación web progresiva en el resultado anterior.

De igual forma fueron realizados en una hoja de cálculo en la sección correspondiente a la aplicación web progresiva y siguiendo los pasos descritos en el objetivo O2 siguiendo la metodología BDD y en dos iteraciones con respecto a avances del 50% y finalmente del total del desarrollo para la aplicación web progresiva.

El plan de pruebas fue realizado complementando el documento realizado en el resultado análogo del objetivo O2 de acuerdo a los módulos con los que cuenta la aplicación web progresiva. Ambos medios de verificación mencionados se encuentran en el Anexo N (Especificación de casos de prueba) y Anexo O (Plan de Pruebas).

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 24, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con

acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en aseguramiento de calidad de software correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 24

Resultados de la validación del plan de pruebas y casos de prueba de la aplicación web progresiva

Pregunta	Resultado
¿Considera que el alcance del plan de pruebas propuesto es aceptable para verificar las funcionalidades principales del sistema?	5
¿Considera que la descripción de cada caso de prueba es apropiado y suficientemente detallado (pasos, datos a ingresar, objetivo, resultado esperado)?	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.1.4 Casos de prueba de integración con el sistema web

Los casos de prueba de integración del presente objetivo son análogos a los realizados en el resultado anterior, la diferencia es que estas pruebas comprueban que la comunicación entre la aplicación web progresiva y el sistema web de gestión es correcta y la información se encuentra integrada.

Es de esta forma que se realizaron pruebas para las funcionalidades de solicitudes que son enviadas por los candidatos a los responsables de las elecciones. De esta forma, de acuerdo a las historias de usuario referenciadas a dicha funcionalidad se utilizó la metodología BDD para definir las pruebas y el resultado esperado.

El medio de verificación de este resultado es el documento de especificación de casos de prueba donde se agregaron las pruebas mencionadas anteriormente, este documento se encuentra en el Anexo O.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 25, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en aseguramiento de calidad de software correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 25

Resultados de la validación de los casos de prueba de integración

Pregunta	Resultado
¿Considera que la descripción de cada caso de prueba es apropiado y suficientemente detallado (pasos, datos a ingresar, objetivo, resultado esperado)?	5
¿Considera que las pruebas definidas son las adecuadas para comprobar la correcta integración entre ambos sistemas?	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.2 Diseño del Sistema

El presente resultado al igual que su análogo del objetivo O2 comprende la etapa de diseño, pero dirigido al desarrollo de la aplicación web progresiva. Además, también está

conformado por el modelo de datos, los wireframes del sistema y el informe de arquitectura de software.

6.2.2.1 Modelo de datos

El modelo de datos comprende dos entregables, el diagrama de entidad relación y un diccionario de datos del mismo de forma análoga al resultado anterior, pero en específico respecto a las entidades que comprenden las diferentes actividades que se realizarán desde la aplicación web progresiva, por ejemplo, los banners para la página inicial y los perfiles de los candidatos y de las listas de candidatos que serán gestionados desde esta plataforma.

El desarrollo es análogo al del objetivo anterior, sin embargo, lo que se realizó fue complementar el diagrama ya desarrollado en el objetivo anterior con las entidades faltantes para soportar las actividades de la aplicación web progresiva, lo que posteriormente, incluyó la adición de nuevas tablas al diccionario de datos concluyendo finalmente con solo dos entregables para ambos objetivos que integran las entidades requeridas por ambos.

Al realizarse de forma complementaria, se utilizaron las mismas herramientas de Lucidchart y hojas de cálculo para la adición de las nuevas entidades o modificación de las existentes y se pueden encontrar en los medios de verificación en el Anexo I y Anexo H respectivamente para cada entregable.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por tres preguntas que se muestran en la Tabla 26, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso a cada documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente

satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en administración de bases de datos correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 26

Resultados de la validación del modelo de datos del PWA

Pregunta	Resultado - Victor Laguna	Resultado - Martin Mendoza
¿Considera que las entidades y relaciones del Modelo Relacional son congruentes con los requisitos establecidos para cumplir el proceso de votación digital en instituciones privadas?	5	5
¿Considera que los atributos de las entidades son útiles y pertinentes?	5	5
¿Considera que la descripción realizada sobre las tablas y los atributos en el diccionario de datos es clara?	5	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.2.2 Wireframes del sistema (User Flow)

Este resultado de forma análoga al del objetivo O2 comprende el prototipo y *User Flow*, pero en esta oportunidad, de la aplicación web progresiva que se espera sea utilizada por medio de dispositivos móviles, tablets o dispositivos similares.

El desarrollo de ambos entregables y en especial el del medio de verificación que es el prototipo en sí mismo, se realizó de forma análoga como se mencionó, pero tomando en cuenta las actividades que comprenden el uso de la aplicación web progresiva tanto por parte del elector como del candidato y realizando consultas a los profesionales que representan dichos perfiles. Es de esta forma, que se llegó a un prototipo que contempla ambos perfiles y la diferencia entre los perfiles son únicamente una serie de funcionalidades adicionales con las

que cuenta el candidato en su perfil. Se utilizó la herramienta de Figma para el desarrollo del prototipo y se puede encontrar el entregable en el [Anexo L](#). Por su parte, el User Flow se realizó con Lucidchart y se puede observar el entregable a detalle en el [Anexo M](#).

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 27, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso a cada documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el [Anexo X](#). Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor a especialistas con el perfil adecuado correspondiente a un candidato y un elector, donde a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 27

Resultados de la validación del prototipo del PWA

Pregunta	Resultado Perfil Elector - Diego Cruz	Resultado Perfil Candidato - Eduardo Alarcon
¿Considera que el diagrama de <<User Flow>> contiene las pantallas necesarias para cumplir con el flujo del proceso de votación digital en instituciones privadas?	5	5
¿Considera que el contenido de las pantallas de los mockups es útil para cada sección?	5	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.2.3 Informe de arquitectura de software

Este resultado es de igual forma análogo al del objetivo O2 y comprende también los entregables del informe de arquitectura y el diagrama de la misma.

Sin embargo, para la realización de este resultado, se tomó como base el informe y diagrama realizados en el objetivo O2 y se añadió los componentes y descripciones necesarios para el soporte de la aplicación web progresiva, es decir, se añadió un servidor para la interfaz de la misma y se añadió la arquitectura representativa de ella en la zona del dispositivo móvil del usuario con sus componentes respectivos. De esta forma, utilizando la herramienta Lucidchart se logró generar el diagrama de los dos sistemas integrados que se puede observar a mayor detalle en el medio de verificación en el Anexo N.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 28, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso a cada documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en arquitectura de software correspondiente y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 28

Resultados de la validación del documento de arquitectura con el PWA

Pregunta	Resultado
¿Considera que el diagrama ha sido realizado de manera correcta y con una descripción apropiada de cada uno de sus componentes?	5

¿Considera que el diagrama presenta una solución adecuada para el sistema que se desea construir comprendido por un sistema web y una aplicación web progresiva?	5
--	---

Nota. Elaboración Propia

6.2.3 Informe de las consideraciones de seguridad para el registro de voto digital

Este resultado comprende el desarrollo de un documento donde se detallan los lineamientos y consideraciones que se definieron para la seguridad del registro de voto digital pero más ampliamente de la seguridad de la información en la aplicación web progresiva.

Para poder definir los lineamientos y consideraciones que posteriormente se aplicarían, se realizó una investigación de las soluciones existentes para poder proteger la información en una solución web y se definieron los objetivos y alcance que se esperaba de la seguridad a implementar. De esta investigación se tomaron en cuenta las que se realizaban integradas con los frameworks de React.js y Spring Boot definidos para el desarrollo de la aplicación web progresiva. Finalmente se decidió tomar una solución para cada frente a atacar, por ejemplo, para la seguridad de la comunicación entre interfaces y el servidor de la lógica del negocio se eligió la dependencia Spring Security con la que cuenta Spring Boot y se definió una descripción de la misma en el documento.

Finalmente, luego de definir cada una de las metodologías o herramientas a utilizar se explicó cómo se implementaron en la aplicación web progresiva por parte del servidor de lógica del negocio o las interfaces y se referenció las guías de las cuáles se pudo adaptar la solución en los puntos que así se realizaron.

El medio de verificación comprende el documento que comprende el contenido mencionado anteriormente desarrollado en Google Drive y este se puede encontrar en el Anexo R.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 29, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al especialista en seguridad de la información y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 29

Resultados de la validación del informe de seguridad

Pregunta	Resultado
¿Está de acuerdo con la selección de las técnicas y herramientas para la seguridad de la información en el sistema?	5
¿Considera que se cubre el alcance de la seguridad de la información para un proceso de votación digital?	5
¿Considera que la explicación de la aplicación de las técnicas y herramientas es la adecuada?	5

Nota. Elaboración Propia

6.2.4 Aplicación web progresiva para el registro del voto digital utilizando las consideraciones de seguridad definidas

Este resultado comprende el desarrollo de la aplicación web progresiva el cual está dirigido principalmente a su uso en dispositivos móviles y que pueda contar con funcionalidades que no requieran de una conexión constante a internet.

Para el desarrollo del backend se utilizó el framework de Spring Boot junto con el lenguaje de programación Java creando un proyecto con la herramienta "Spring Boot Initializer", y en el cual se desarrollaron los servicios REST API necesarios para cada una de las funcionalidades. Inicialmente, se crearon para cada una de las entidades definidas previamente su clase representativa o modelo, su capa de acceso a datos y una capa lógica que sirve como interfaz entre las APIs y el acceso a datos.

Luego, se crearon clases que corresponden a cada módulo o característica que se desarrollará (Sesión, Elecciones, etc) y que contendrá las APIs respectivas que representarán los puntos de acceso para la lógica del negocio o funcionalidad.

Para el desarrollo del frontend se utilizó el framework de React.js, del cual se utilizó su librería para la creación del proyecto inicial a partir de una plantilla de aplicación web progresiva. Para el desarrollo de las interfaces, se siguió la propuesta realizada en el prototipo presentado anteriormente y los diseños correspondientes a la aplicación web progresiva. Se utilizó además la librería de Material-UI para los componentes básicos que forman parte de las pantallas.

Para el alojamiento de la información manejada, se realizó la creación de una base de datos utilizando MySQL, ello a través de los servicios de "RDS" que brinda Amazon Web Services (AWS) con la cuenta educativa a la que se tiene acceso. Spring Boot, cuenta con una funcionalidad que realiza la creación automática de las tablas que representan cada una de las clases desarrolladas, por lo que no se tuvo que realizar alguna operación adicional en la base de datos más que la definición de credenciales y la comunicación con el backend.

Se planificó el desarrollo dividiéndolo en dos entregas que comprenden un avance del 50% y 100% respectivamente, para ello se realizó un *User Story Map* para la distribución de las historias de usuario definidas en el resultado de análisis realizado anteriormente.

La distribución para la primera entrega comprendió principalmente funcionalidades para la gestión de la sesión del usuario, presentación inicial de cada una de las secciones de Inicio, Elecciones y Perfil y las funcionalidades respectivas para la visualización de las listas de candidatos y sus integrantes correspondientes.

Análogamente, la segunda entrega comprendió las funcionalidades para el registro de las listas de candidatos, la actualización de información de las listas y de los candidatos, la visualización de la actividad de las listas y candidatos por parte de los usuarios, la realización del voto y la visualización de los resultados de la votación. Además, en esta entrega se implementaron los lineamientos de seguridad definidos en el resultado anterior siguiendo los pasos definidos en el mismo, lo que permitió cumplir con los objetivos de seguridad del registro del voto para el presente resultado.

El despliegue se realizó luego de terminadas las funcionalidades de cada entrega, para ello se utilizó los servicios de "S3" y "Elastic Beanstalk" de AWS. Para ello se siguieron las guías presentadas por Open Source Devops (2019) y Daniel Pereira (2019) respectivamente.

Finalmente, se realizó como segundo medio de verificación, además del código fuente realizado, un informe de resultados de pruebas a partir de la especificación de pruebas realizada previamente y este se puede encontrar en el Anexo Q. Además, el código fuente se puede encontrar en el Anexo P junto con un detalle de donde se encuentra alojado y desplegado para poder hacer uso del mismo. Este informe de resultados representa además la validación del entregable detallando la realización exitosa del 100% de las pruebas definidas anteriormente.

6.2.5 Guía de usuario del sistema

Este resultado comprende el manual de usuario realizado para presentar las funcionalidades con las que cuenta la aplicación web progresiva, presentando un flujo de instrucciones para hacer uso de cada una de ellas.

Para el desarrollo de esta guía, se utilizaron capturas de pantalla del sistema desplegado en AWS Amplify y se presentó el flujo definido por el objetivo O1 para el proceso, más específicamente, para los roles de elector y candidato, así como un recorrido por las secciones con las que cuenta el sistema. El medio de verificación de este resultado es el documento mencionado del manual del usuario que se puede encontrar en el Anexo U el cual comparte con el sistema web de gestión.

Para poder realizar la validación del medio de verificación se desarrolló un formulario de Google comprendido por dos preguntas que se muestran en la Tabla 29, en dicho formulario se pregunta los datos de contacto y cargo actual de la persona y se le brinda un enlace con acceso al documento donde también cuenta con permisos de poder realizar comentarios, los resultados se adjuntan en una hoja de cálculo en el Anexo X. Además, cada una de las preguntas se responde en base a la escala de Likert de cinco niveles según el nivel de satisfacción, siendo "1" total insatisfacción con respecto a lo preguntado y "5" totalmente satisfecho. Este formulario fue enviado por parte del asesor al usuario interesado, perteneciente al CIP, y a partir de sus respuestas se realizó la siguiente tabla:

Tabla 30

Resultados de la validación del manual de usuario del PWA

Pregunta	Resultado
¿La presentación de las instrucciones se dio de forma clara, comprensible e inteligible?	5
¿Considera que la selección de las secciones y funcionalidades presentadas fue el correcto para una aplicación de votación digital?	5
¿Las instrucciones presentadas en el manual del usuario fueron realizables en el sistema?	5

Nota. Elaboración Propia

6.3 Discusión

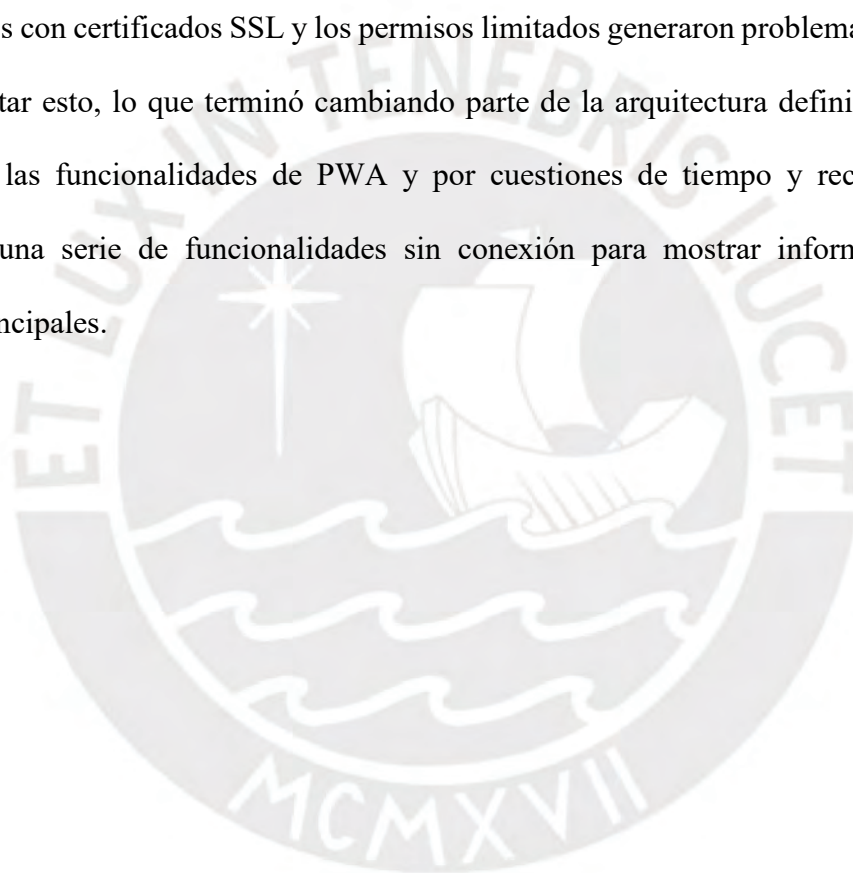
El primer resultado constó de un análisis del sistema para la aplicación web progresiva para conocer el alcance que posteriormente tuvo, así como conocer el perfil del elector y el candidato que son el público objetivo del sistema, a partir de estos perfiles y alcance se pudo realizar el tercer resultado que definió el diseño del sistema tanto a nivel de lógica de negocio como de interfaces a desarrollar y la arquitectura con la que contará el sistema en su etapa de despliegue, realizando un énfasis en que se desarrolla una aplicación web progresiva que brinda funcionalidades sin conexión para sus usuarios.

Para el enfoque de seguridad de la información con el que cuenta este objetivo, se realizó un informe de seguridad en el cual se definen las técnicas y lineamientos establecidos que sigue la aplicación web progresiva y que se implementaron en el posterior desarrollo, de esta forma se garantiza, de acuerdo al alcance, la seguridad del proceso de votación digital.

A partir de lo definido en los primeros resultados, se desarrolló la aplicación web progresiva con las funcionalidades establecidas y siguiendo el diseño basado en los colores representativos del Colegio de Ingenieros del Perú al igual que con el sistema web de gestión. Además, de forma análoga al objetivo O2, se contó con las distintas etapas de desarrollo y se realizó el manual de usuario para realizar una guía a seguir en su interacción con el sistema y todas las funcionalidades que este le brinda.

Se logró de esta forma, soportar las etapas mencionadas por la literatura revisada previamente con respecto al proceso de votación digital (Morales Rocha, 2009). Además, de igual forma que con el sistema web de gestión, se establecieron estándares de diseño fácilmente reemplazables lo que permite que pueda ser utilizado por cualquier institución privada adaptando la aplicación web desarrollada y que, al estar contempladas las funcionalidades en base al modelo del proceso propuesto, puede ser fácilmente implantado y conectado con los procesos existentes en una institución privada.

Finalmente, la mayor limitación que se tuvo fue, como se mencionó en el objetivo O2, la forma de validación de los resultados no hubiera permitido una etapa de subsanación en el caso de que se hubieran tenido observaciones, limitando los resultados a únicamente a cumplir con el alcance establecido en algunos para estos y las observaciones dadas por el asesor se subsanaron en paralelo con el desarrollo del proyecto. Otra gran limitación, fue los permisos con los que se contaba a partir de la licencia educativa de AWS, esto debido a que para poder implementar las funcionalidades de una aplicación web progresiva (PWA). Se requería contar con servidores con certificados SSL y los permisos limitados generaron problemas al momento de implementar esto, lo que terminó cambiando parte de la arquitectura definida para poder implementar las funcionalidades de PWA y por cuestiones de tiempo y recursos solo se implementó una serie de funcionalidades sin conexión para mostrar información en las secciones principales.



Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros

En esta sección se presentan las conclusiones del presente proyecto de fin de carrera con respecto a cada uno de los objetivos específicos definidos y los resultados que estos comprenden para su cumplimiento. Además, cuenta con una sección de trabajos futuros donde se mencionan algunos trabajos que se pueden realizar a partir de este proyecto de fin de carrera.

7.1 Conclusiones

En primer lugar, en el objetivo específico O1 se desarrolló una investigación sobre el proceso de votación digital en instituciones privadas, la cual se utilizó como base para desarrollar un modelo del proceso que era la principal finalidad de este objetivo. Además, conforme al problema central se ayuda a resolver la dificultad que se tiene en la realización del proceso, debido a que el modelo desarrollado cuenta con un flujo de actividades definidas que comprenden las etapas de registro de electores, registro de listas de candidatos, actualización de información de candidatos, votaciones, publicación de resultados y el monitoreo, las cuales se deben seguir para llevar a cabo las votaciones digitales en una institución privada.

Posteriormente, en el objetivo específico O2 se obtuvo como resultados los indicadores de gestión para el proceso, se realizó el análisis y diseño del sistema web de gestión lo cual definió lo que posteriormente se desarrolla como sistema web y las funcionalidades que abarca, esta última siendo el resultado principal de este objetivo. Este sistema web ayuda con el problema de la gestión del proceso que se menciona en la problemática central, apoyando a los responsables de las elecciones en sus tareas a lo largo del proceso mediante funcionalidades como la creación del nuevo evento o un tablero principal con las mediciones de los indicadores definidos para un monitoreo constante.

Finalmente, en el objetivo específico O3 se realizó el análisis y diseño, específicamente referido a los roles de elector y candidato, se definió además un documento con las técnicas y lineamientos que se tomaron para la seguridad de la información a lo largo del proceso de

votación y en general del uso de la aplicación. Todo lo mencionado, definió lo que se hizo y cómo se hizo en el desarrollo de la aplicación web progresiva, además esta aplicación es el resultado central de este objetivo. Estos resultados fueron desarrollados en base a lo obtenido en el objetivo O2 ya que finalmente estos dos sistemas van a ser integrados y comprenden entidades o actividades en conjunto.

El documento de seguridad mencionado, además, combate lo mencionado en la problemática con respecto a la seguridad de la información el proceso, asegurando la seguridad de la información durante el proceso de votación digital conforme al alcance establecido para este proyecto de fin de carrera.

Por otro lado, la aplicación web progresiva, al brindar funcionalidades como la actualización de información de los candidatos y de sus listas correspondientes apoya a combatir los problemas de realización del proceso, ya que todo se realiza por la aplicación solo necesitando la participación de los responsables para tareas de aprobación. Además, contiene las funcionalidades principales con respecto a la realización del voto por parte de los electores dejando prácticamente de lado la participación de los responsables preocupándose únicamente por monitorear el proceso.

Finalmente, lo mencionado permite la integración de la información mediante la aplicación web que además cuenta con una conexión con el sistema web de gestión, y esto demuestra que se ha logrado combatir el problema de no contar con un sistema que soporte las etapas del proceso de votación en su totalidad mediante la implementación de estas dos aplicaciones.

7.2 Trabajos Futuros

De acuerdo con lo desarrollado en el presente proyecto de fin de carrera y los resultados obtenidos como entregables finales, se proponen los siguientes trabajos futuros:

- Realizar una mejora a nivel de usabilidad y también el rediseño de las interfaces realizadas en el proyecto, esto debido a que como se mencionó se realizaron en base al Colegio de Ingenieros del Perú y podrían realizarse diseños y establecerse interacciones mucho más generalizadas para cualquier institución privada.
- Redefinir las técnicas aplicadas para la seguridad de la información, si bien lo definido cumple con el alcance definido para este proyecto, se puede hacer un mayor énfasis en este aspecto y utilizar técnicas más complejas como, por ejemplo, el blockchain o encriptación en otros sistemas.
- Implementar más funcionalidades, esto con respecto al sistema web de gestión, debido a que el alcance definido contó con un sesgo a partir de las entrevistas que se realizaron, por lo que puede haberse dejado de lado funcionalidades que puedan brindar un mayor valor para las instituciones privadas.
- Con respecto a la integración con sistemas con los que ya cuenta la institución privada, podría realizarse una interfaz para las aplicaciones desarrolladas y de esta forma poder tener una comunicación con sistemas externos e integrar de forma simple y rápida la información.

Referencias

- Alam, K. M. R., Tamura, S., Rahman, S. M. S., y Morimoto, Y. (2019). An Electronic Voting Scheme Based on Revised-SVRM and Confirmation Numbers. IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing. doi:10.1109/TDSC.2019.2892465
- Aleuy, M. (2007). La votación electrónica. Recuperado de https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160304/asocfile/20160304094720/maleuy_electro_LibroModernizacion.pdf
- Amazon (2020). ¿Qué es AWS?. Recuperado de https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/?nc1=f_cc
- Angsuchotmetee, C., Setthawong, P., y Udomviriyalanon, S. (2019). BlockVOTE : An Architecture of a Blockchain-based Electronic Voting System. Paper presented at the ICSEC 2019 - 23rd International Computer Science and Engineering Conference.
- Argimon, I., Artola, C., González-Páramo, JM. (1999). Empresa pública y empresa privada: titularidad y eficiencia. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3087128.pdf>
- Bellini, E., Ceravolo, P., y Damiani, E. (2019). Blockchain-based e-vote-as-a-service. Paper presented at the IEEE International Conference on Cloud Computing, CLOUD.
- Bennett Moses, L., Goré, R., Levy, R., Pattinson, D., y Tiwari, M. (2017) No more excuses: Automated synthesis of practical and verifiable vote-counting programs for complex voting schemes. In: Vol. 10615 LNCS. Lecture Notes in

Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (pp. 66-83).

Browne, C. (2019). What Are User Flows In User Experience (UX) Design?.

Recuperado de <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-are-user-flows/>

Fernández, Y. (2020). Canva: qué es Canva, cómo funciona y cómo usarlo para crear

un diseño. Recuperado de <https://www.xataka.com/basics/que-canva-como-funciona-como-usarlo-para-crear-diseno>

Casella, F. (2020). Can the COVID-19 epidemic be controlled on the basis of daily test reports? IEEE Control Systems Letters, 1–1. doi:10.1109/lcsys.2020.3009912

CIVICITI (2020). Electronic Voting. Recuperado de

<https://www.civicitinfo/platform/electronic-voting/>

Conway, A., Blom, M., Naish, L., & Teague, V. (2017). An analysis of New South Wales electronic vote counting. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series.

Coronel, C., Morris, S., y Rob, P. (2011). Base de datos: diseño, implementación y administración: Cengage Learning Editores.

Deacon, J. (2009). Model-view-controller (mvc) architecture. Recuperado de

<http://www.jdl.co.uk/briefings/MVC.pdf>

Ferreira, B., Silva, W., Oliveira, E., y Conte, T. (2015). Designing Personas with Empathy Map. Paper presented at the SEKE.

Figma (2020). Figma: the collaborative interface design tool. Recuperado de

<https://www.figma.com/>

- Git (2020). Git. Recuperado de <https://git-scm.com/>
- González, A. J. (2007). Ingeniería de software: Metodologías. Recuperado de <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo329/1s10/lectures/SoftwareEngineeringParte2.pdf>
- Harrini, K., Gracia, A. J., Meharshirine, A., y Sivakamasundari, G. (2020). Online election application. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(1), 4246-4249.
- Howard, T. (2014). Journey mapping. *Communication Design Quarterly Review*, 2(3), 10–13. doi:10.1145/2644448.2644451
- Ilham, R., Wisesa, S., Teguh, W., Wang, G., y Sfenrianto. (2020). Smart contract formulation in general elections. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(6), 2233-2236. doi:10.30534/ijeter/2020/03862020
- International Organization for Standardization. (2013). Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements (ISO/IEC Standard No. 27001). Recuperado de <https://www.iso.org/standard/54534.html>
- Larriba, A. M., Sempere, J. M., y López, D. (2020). A two authorities electronic vote scheme. *Computers and Security*, 97. doi:10.1016/j.cose.2020.101940
- Lucidchart (2020). Software de diagramación en línea y solución visual. Recuperado de <https://www.lucidchart.com/pages/es>
- Melissa Hammond (2020). Escala de Likert: qué es y cómo utilizarla. Recuperado de <https://blog.hubspot.es/service/escala-likert>

Microsoft (2020). Documentation for Visual Studio Code. Recuperado de <https://code.visualstudio.com/docs>

MySQL (2020). MySQL Products. Recuperado de <https://www.mysql.com/products/>

Navarrete, M., Huancas, R., Diaz, P., y Rivadeneira, M. (2019). Blockchain electronic vote system. Paper presented at the IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies, CHILECON 2019.

Noizat, P. (2015). Blockchain Electronic Vote. In Handbook of Digital Currency: Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data (pp. 453-461).

Object Management Group (2020). BPMN Specification - Business Process Model and Notation. Recuperado de <http://www.bpmn.org/>

ONPE (2021). Gestión de la Calidad. Recuperado de <https://www.onpe.gob.pe/nosotros/gestion-calidad/>

Open Source Devops (2019). Deploy React App To AWS S3 Step By Step. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=G2tgWGge-uQ>

Pardo, F. P. (2019). E-voting in Colombia: Progress and challenges in its implementation. Revista Derecho del Estado(42), 211-248. doi:10.18601/01229893.n42.08

Pereira, D. (2019). Easy Spring Boot Deployment with AWS Elastic Beanstalk. Recuperado de <https://developer.okta.com/blog/2019/08/07/deploy-a-spring-boot-app-with-aws-elastic-beanstalk>

Pesado, P., Galdamez, N., Estrebou, C., Pousa, A., Rodriguez, I., Rodriguez Eguren, S., . . . De Giusti, A. (2016). Experiences with electronic vote: Challenges and solutions. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series.

React (2020). Una biblioteca de JavaScript para construir interfaces de usuario. Recuperado de <https://es.reactjs.org/>

Real Academia Española. (2020). Diccionario de la lengua española. Madrid, España.

Resolución Jefatural N°211-2010-J/ONPE, Reglamento del Voto Electrónico.

Rocha, F. G., Souza, L. S., Silva, T. S. C., y Rodríguez, G. (2019). Agile Teaching Practices: Using TDD and BDD in Software Development Teaching. Paper presented at the Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering.

Rocha, V. M. M. (2009). SEGURIDAD EN LOS PROCESOS DE VOTO ELECTRÓNICO REMOTO: REGISTRO, VOTACIÓN, CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS Y AUDITORIA.

Rura, L., Issac, B., y Haldar, M. (2015) Vulnerability studies of E2E voting systems. In: Vol. 313. Lecture Notes in Electrical Engineering (pp. 223-231).

Sánchez Cano, G. (2018). Seguridad cibernética Hackeo ético y programación defensiva (1st ed.). México: Alfaomega Grupo Editor.

Sfeir, J., Caparelli, V., Granata, M., y Vecco, M. (2017). Gestión de Riesgos del Voto Electrónico Basado en la Norma ISO 31000:2015. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/65593/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Spring (2020). Why Spring?. Recuperado de <https://spring.io/why-spring>

Thakur, Parbat (2018). Evaluation and Implementation of Progressive Web Application.

Toapanta, S. M. T., Diaz, A. F. G., Subia, D. F. H., y Gallegos, L. E. M. (2019). Proposal for a security model for a popular voting system process in Latin America. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 4(5), 53-60. doi:10.25046/aj040507

Toapanta, S. M. T., Romero, L. A. P., Quimi, F. G. M., Espinoza, M. G. T., y Gallegos, L. E. M. (2019). Model of shared secret applied to a voting system for the national electoral council of Ecuador. Paper presented at the CITS 2019 - Proceeding of the 2019 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems.

Velarde Koechlin, C. (2016). Implementación del voto electrónico en el Perú: Algunas reflexiones para su viabilidad. Lima, Perú.

Anexos

Anexo A: Extracción de Información

Se adjunta el documento correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “20160580_JorgeLeon_EderQuispe_Extraccion_Informacion” donde se detalla la información obtenida para cada uno de los términos del formulario en hojas de cálculo por cada pregunta propuesta. El link de acceso al documento es el siguiente: <https://drive.google.com/file/d/1xng6B1yoGd48ZiXxdURCj6OJpVtPpUE0/view?usp=sharing>.

Anexo B: Plan de Proyecto

En este anexo se muestra los diferentes puntos tomados en consideración dentro de la planificación para la ejecución del proyecto de fin de carrera.

- **Justificación**

Este proyecto de fin de carrera surge a raíz de la necesidad de tener una herramienta que pueda soportar el proceso de votación en instituciones privadas de forma digital, es decir, que permita la participación remota de los electores. Es de esta forma, que esta herramienta busca facilitar y dar un mayor alcance a la participación de los electores, así como a la gestión del proceso por parte de la institución. Los beneficiados con el desarrollo de esta herramienta son las instituciones privadas que requieren del proceso de elecciones para sus representantes, por ejemplo, para poder elegir sus mesas directivas.

La implementación de la herramienta permitirá definir un precedente en la votación digital para instituciones privadas, dado que principalmente existen herramientas dirigidas a instituciones públicas de un enfoque más gubernamental (Pardo, 2019). Finalmente, aportará a

una solución más completa a diferencia de herramientas existentes como el servicio de "Electronic Voting" que brinda CIVICITI (CIVICITI, 2020) que comprenden únicamente el proceso de registro de los votos y visualización de resultados, en cambio, se abordará además la difusión de información y gestión del proceso.

- **Viabilidad**

Viabilidad Técnica

El proyecto es técnicamente viable, esto debido a que se cuenta con los conocimientos básicos necesarios para el desarrollo del mismo y experiencia en el área de seguridad de la información. Además, se cuenta con recursos educativos para poder aprender sobre aplicaciones web progresivas y su uso para aportar a la seguridad e integridad del proceso que se definirá en el proyecto. Adicionalmente, se cuenta con el apoyo del asesor del proyecto quien es un especialista en el desarrollo de sistemas de información y cuenta con disposición para apoyar en caso surgieran dudas.

Viabilidad Temporal

Se desarrolló un cronograma que se podrá visualizar en un cuadro en la sección correspondiente de este anexo, este cronograma muestra que el proyecto se podrá realizar en su totalidad con una duración aproximada de 10 meses desde el inicio de la planeación del proyecto.

Viabilidad Económica

El proyecto es económicamente viable gracias a que se han elegido herramientas de software libres para el desarrollo del mismo y será desarrollado únicamente por el tesista con apoyo del asesor. El único servicio que tiene costo, es el de los servicios brindados por Amazon (AWS), pero a los que se tienen acceso mediante la licencia educativa que permite un crédito para el uso de los mismos. Es por todo lo mencionado anteriormente que el proyecto no implica

desembolso alguno.

- **Alcance**

Para este proyecto que pertenece al área de sistemas de información, se han planteado una serie de objetivos que comprenden el alcance del mismo y se describirán a mayor detalle a continuación.

El primer objetivo es diseñar el proceso de votación digital para instituciones privadas, esto debido a que de acuerdo a la revisión de la literatura no se encontró un estándar del proceso, pero se visualizaban etapas similares en las diferentes soluciones tecnológicas, es de esta forma, que se desarrollará un modelo del proceso con su diagrama correspondiente en un informe y se definirán indicadores de gestión que servirán para la visualización de estadísticas del proceso.

El segundo objetivo es implementar un sistema web para la gestión de votaciones digitales, más específicamente, que permita a la institución privada poder gestionar la información de los candidatos, los electores y del proceso de votación, además muestre las estadísticas de los indicadores de gestión que permitirán tener una mejor visión de cómo se llevó a cabo el proceso.

Finalmente, el último objetivo es implementar una aplicación web progresiva (PWA) para el registro de votación digital, es decir, una aplicación web progresiva que permita la visualización de la información de los candidatos, la realización de su voto y la posterior visualización de los resultados del proceso de votación. Además, aplicando los lineamientos de seguridad establecidos y permitiendo únicamente un voto por elector.

En un primer momento, se darán una serie de entrevistas con empleados de una consultora de Recursos Humanos, que brindará a sus clientes el servicio de gestionar la elección de los distintos representantes de los comités y grupos representativos de sus organizaciones. Posteriormente, se establecerá el modelo del proceso y las funcionalidades necesarias para el

soporte del mismo. Asimismo, se definirán los formularios y documentos de pruebas que se realizarán posteriormente al desarrollo de la aplicación web y progresiva. Durante el desarrollo, se entregarán versiones funcionales para poder realizar una mejora continua a partir de los comentarios recibidos. Finalmente, se entregará el sistema con los documentos correspondientes para su respectivo uso por parte de la empresa.

- **Restricciones**

Una de las restricciones que tiene el presente proyecto, es la disponibilidad de tiempo de los participantes como lo son los usuarios que ayudarán en la realización las pruebas y los expertos en usabilidad. Una limitante adicional, es el uso de los servicios brindados por AWS en el programa educacional, debido a que el despliegue del proyecto dependerá directamente de ellos. Otra limitante es que se trabajará sobre el modelo estándar que se definirá en la primera sección del proyecto, es por ello, que se establecerá como una mejora cualquier requerimiento particular que pueda ser presentado por las empresas con las que se trabajará. Además, el trabajar con empresas genera en las mismas cambios organizacionales y estatutos o reglamentos que limitarán de igual manera la aplicación del sistema en las mismas.

- **Riesgos**

A continuación, se presenta una lista conteniendo los riesgos de este proyecto, presentando síntomas, probabilidad, impacto, severidad, además de la mitigación y contingencia definida para los mismos.

Tabla B1

Leyenda de Probabilidad

Probabilidad	Valor
Muy baja	0.10
Baja	0.30

Moderada	0.50
Alta	0.70
Muy Alta	0.90

Nota. Elaboración Propia

Tabla B2

Leyenda de Impacto

Probabilidad	Valor
Muy baja	0.05
Baja	0.10
Moderada	0.20
Alta	0.40
Muy Alta	0.80

Nota. Elaboración Propia

Tabla B3

Leyenda de Severidad

Probabilidad	Valor
Baja	≤ 0.05
Media	$> 0.05 \wedge < 0.14$
Alta	≥ 0.14

Nota. Elaboración Propia

RG1. La disponibilidad de los expertos en sistemas de información y los interesados que participarán en el proyecto no concuerda con los tiempos establecidos para la ejecución del proyecto.

Síntomas:

- Dificultad en la coordinación de las reuniones con los interesados.

- Demora en el tiempo de respuesta por parte de los expertos en sistemas de información a los formularios planteados.
- Demora en el tiempo de respuesta a los correos y coordinaciones con los expertos en sistemas de información y los interesados.

Probabilidad: 0.70 (Alta)

Impacto: 0.40 (Alto)

Severidad: 0.28 (Alta)

Mitigación:

- Coordinación previa y permanente con los expertos en sistemas de información e interesados.
- Contar con contactos alternativos.

Contingencia:

- Cambiar el horario establecido previamente.
- Contactar a los contactos alternativos y adaptar un nuevo horario.

RG2. Corrupción o pérdida de los archivos que comprenden el proyecto de forma local.

Síntomas:

- Corrupción de uno o varios de los archivos que contiene el proyecto de forma local.
- Pérdida de uno o varios de los archivos que contiene el proyecto de forma local.
- Imposibilidad de recuperar o corregir los archivos que contiene el proyecto de forma local.

Probabilidad: 0.10(Muy baja)

Impacto: 0.80(Muy alta)

Severidad: 0.08 (Media)

Mitigación:

- Utilizar repositorios para poder guardar la parte de código del proyecto de forma remota.
- Utilizar Google Drive para poder tener una copia de respaldo del proyecto completo actualizado constantemente.

Contingencia:

- Retroceder a una versión pasada del proyecto por medio del repositorio
- Reemplazar el proyecto con la última copia de respaldo realizada.

RG3. Estimación errónea de la duración de las actividades que comprenden el desarrollo del proyecto

Síntomas:

- Retrasos en el desarrollo de las actividades.
- Generación de traslape de actividades por retrasos en actividades previas.
- Resultados de baja calidad debido a que se busca cumplir con los plazos.

Probabilidad: 0.50(Moderada)

Impacto: 0.40(Alta)

Severidad: 0.20 (Media)

Mitigación:

- Establecer plazos extras para cumplir con actividades incompletas.
- Definir plazos tomando en cuenta proyectos realizados previamente para una mejor estimación.

Contingencia:

- Utilizar los plazos extras para completar las actividades.
- Establecer horarios extras para el desarrollo del proyecto.

● **Estructura de descomposición del trabajo (EDT)**

A continuación, se presenta un diagrama del EDT desarrollado en la figura 2, además, para una mejor visualización se añadió el archivo 20160580_JorgeLeon_EderQuispe_EDT.png en la carpeta que contiene este documento.

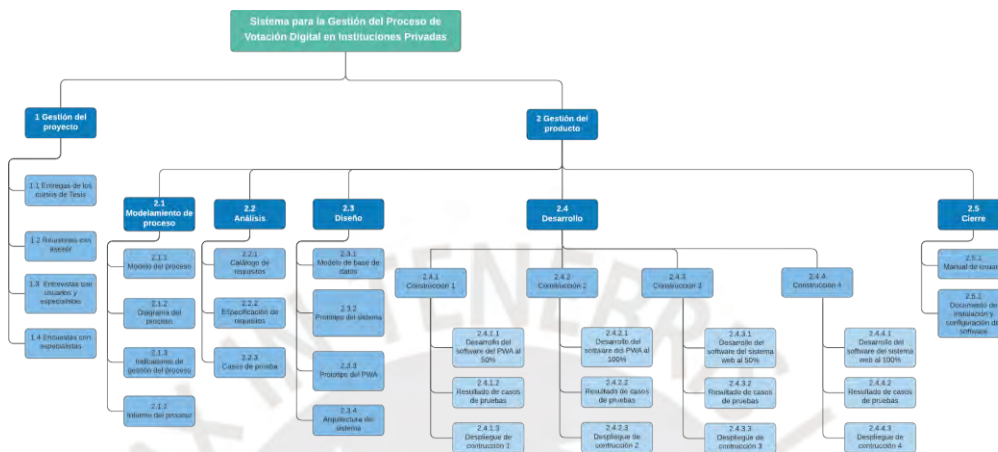


Figura 3. EDT

Elaboración Propia.

● **Lista de tareas**

Tabla B4

Lista de Tareas

Nombre de tarea	Duración	Esfuerzo (horas/día)	Costo estimado*	Medios de verificación y validación
EP1.1: Ficha de registro de idea de tesis y asesor.	7 días	3	36	Revisión Profesores del curso
EP1.2: Protocolo de revisión.	7 días	8	96	Revisión Profesores del curso
EP1.3: Reporte de ejecución de la revisión.	7 días	32	384	Revisión Asesor

EP1.4: Marco Conceptual.	7 días	32	384	Revisión Profesores del curso
E1: Problemática. Marco conceptual/Marco teórico/Marco legal. Estado del Arte.	9 días	16	192	Revisión Profesores del curso
EP2.1: Árbol de objetivos.	12 días	3	36	Revisión Profesores del curso
E2: Objetivo general. Objetivos específicos.	23 días	8	96	Revisión Profesores del curso
E3: Resultados esperados. Herramientas, métodos y procedimientos.	21 días	20	240	Revisión Profesores del curso
E4: Proyecto de fin de carrera completo incluyendo: todas las correcciones y el Anexo del Plan de Tesis.	14 días	30	360	Revisión Jurado
Exposición final Tesis 1	6 días	12	144	Revisión Jurado
Avance inicial	7 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Cronograma de trabajo	7 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Exposición 1	7 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Exposición 2	7 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Exposición 3	7 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso

Exposición 4	7 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Avance parcial	7 días	2.5	30	Revisión Jurado
Exposición 5	14 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Exposición 6	14 días	2.5	30	Revisión Profesores del curso
Entregable final	7 días	4	48	Revisión Jurado
Levantamiento de observaciones	15 días	4	48	Revisión Asesor
Exposición final Tesis 2	7 días	3	36	Revisión Jurado
Realizar Reuniones Semanales	308 días	0.5	6	Correos de confirmación de la reunión
Entrevistas con usuarios y especialistas	6 días	3	36	Correos de confirmación de la reunión
Encuestas con especialistas	109 días	8	96	Recepción de respuestas de formularios
Modelo de proceso	2 días	8	96	Documento con el modelo del proceso validado por un especialista.
Diagrama del proceso	4 días	16	192	Documento con el modelo del proceso validado por un especialista.

Indicadores de gestión del proceso	2 días	8	96	Documento con el modelo del catálogo de indicadores de gestión validado por un especialista.
Informe del Proceso	1 día	4	48	Documento con el modelo del proceso validado por un especialista.
Investigación y encuestas para requisitos	2 días	8	96	Documento del catálogo de requisitos validado por un especialista
Empathy map	1 día	3	36	Documento del catálogo de requisitos validado por un especialista
Journey Map	1 día	3	36	Documento del catálogo de requisitos validado por un especialista
Informe del Catálogo de Requisitos	1 día	2	24	Documento del catálogo de requisitos validado por un especialista
Investigación y encuestas para requisitos	2 días	8	96	Documento de especificación funcional validado por un especialista
User Storyboards	3 días	18	216	Documento de especificación funcional validado por un especialista

Informe de Especificación de Requisitos	1 día	2	24	Documento de especificación funcional validado por un especialista
Casos de Prueba BDD	6 días	30	360	Plan y especificación de casos de prueba validado por un especialista
Casos de Prueba TDD	5 días	25	300	Plan y especificación de casos de prueba validado por un especialista
Informe de Casos de Prueba	3 días	9	108	Plan y especificación de casos de prueba validado por un especialista
Diagrama de Base de Datos (3FN)	3 días	12	144	Documento de modelo de datos con el diccionario de datos validado por un especialista
Diccionario de base de datos	3 días	9	108	Documento de modelo de datos con el diccionario de datos validado por un especialista
Informe de Modelo de Base de Datos	1 día	2	24	Documento de modelo de datos con el diccionario de datos validado por un especialista
User Flow Design del Sistema	6 días	30	360	Documento de prototipo del sistema validado por un especialista

Informe del Prototipo del Sistema	1 día	2	24	Documento de prototipo del sistema validado por un especialista
User Flow Design del PWA	6 días	30	360	Documento de prototipo del sistema validado por un especialista
Informe del Prototipo del PWA	1 día	2	24	Documento de prototipo del sistema validado por un especialista
Diagrama de Arquitectura del Sistema y PWA	5 días	15	180	Documento de arquitectura de software validado por un especialista
Informe de Arquitectura del Sistema y PWA	2 días	6	72	Documento de arquitectura de software validado por un especialista
Realizar el informe de consideraciones de seguridad	7 días	14	168	Informe de consideraciones de seguridad validado por un especialista
Desarrollo del software del sistema al 50%	12 días	72	864	Código fuente
Realizar y documentar los Casos de Pruebas	4 días	16	192	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista

Realizar la subsanación de los errores encontrados	3 días	15	180	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Despliegue de entrega 1	3 días	9	108	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Desarrollo del software del sistema al 100%	12 días	72	864	Código fuente
Realizar y documentar los Casos de Pruebas	4 días	16	192	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Realizar la subsanación de los errores encontrados	3 días	15	180	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Despliegue de entrega 2	3 días	9	108	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista

Desarrollo del software del PWA al 50%	12 días	72	864	Código fuente
Realizar y documentar los Casos de Pruebas	4 días	16	192	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Realizar la subsanación de los errores encontrados	3 días	15	180	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Despliegue de entrega 3	3 días	9	108	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Desarrollo del software del PWA al 100%	14 días	84	1008	Código fuente
Realizar y documentar los Casos de Pruebas	4 días	16	192	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Realizar la subsanación de los errores encontrados	3 días	15	180	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un

				especialista
Despliegue de entrega 4	3 días	9	108	Informe de resultados de ejecución de pruebas funcionales y de integración validado por un especialista
Elaborar Manual de Usuario del Sistema	2 días	16	192	Documento del manual de usuario validado por un especialista
Elaborar Manual de Usuario del PWA	2 días	16	192	Documento del manual de usuario validado por un especialista
Elaborar documento de instalación y configuración del software	3 días	18	216	Documento de instalación y configuración del software validado por un especialista.

Nota. *El costo es de S/.12/hora. Elaboración Propia

- **Cronograma del proyecto**

A continuación, se muestra un resumen del cronograma de las tareas que se realizarán en los cursos de Tesis 1 y Tesis 2, para un mayor de taller de los entregables se puede ir al cronograma en el siguiente enlace https://drive.google.com/file/d/1IDPxJMqMeHQFBjxHr6TSNUJ_IVgoNher/view?usp=sharing.

Cronograma

Nombre de tarea	Comienzo	Fin
Gestión del Proyecto	1/09/2020	13/07/2021
Entregas de los cursos de Tesis	1/09/2020	13/07/2021
EP1.1: Ficha de registro de idea de tesis y asesor.	1/09/2020	6/09/2020
EP1.2: Protocolo de revisión.	8/09/2020	13/09/2020
EP1.3: Reporte de ejecución de la revisión.	15/09/2020	20/09/2020
EP1.4: Marco Conceptual.	22/09/2020	27/09/2020
E1: Problemática. Marco conceptual/Marco teórico/Marco legal. Estado del Arte.	22/09/2020	29/09/2020
EP2.1: Árbol de objetivos.	1/10/2020	9/10/2020
E2: Objetivo general. Objetivos específicos.	13/10/2020	30/10/2020
E3: Resultados esperados. Herramientas, métodos y procedimientos.	5/11/2020	20/11/2020
E4: Proyecto de fin de carrera completo incluyendo: todas las correcciones y el Anexo del Plan de Tesis.	26/11/2020	6/12/2020
Exposición final Tesis 1	10/12/2020	15/12/2020
Avance inicial	23/3/2021	29/3/2021
Cronograma de trabajo	23/3/2021	29/3/2021
Exposición 1	30/3/2021	5/4/2021
Exposición 2	6/4/2021	12/4/2021
Exposición 3	13/4/2021	19/4/2021
Exposición 4	20/4/2021	26/4/2021
Avance parcial	27/4/2021	10/5/2021
Exposición 5	11/5/2021	17/5/2021
Exposición 6	18/5/2021	31/5/2021

Entregable final	1/6/2021	7/6/2021
Levantamiento de observaciones	21/6/2021	5/7/2021
Exposición final Tesis 2	6/7/2021	13/7/2021
Reuniones con asesor	4/9/2020	12/7/2021
Realizar Reuniones Semanales	4/9/2020	12/7/2021
Entrevistas con usuarios y especialistas	29/12/2020	1/6/2021
Encuestas con especialistas	25/3/2021	5/6/2021

Nota. Elaboración Propia

- **Lista de recursos**

- **Personas involucradas y necesidades de capacitación**

- Jefe de Proyecto: Eder Ramiro Quispe Vílchez
- Tesista: Jorge Renato León Chumpitaz
- Especialistas: Especialista en ingeniería de software, especialista en aseguramiento de calidad de software, especialista en seguridad de la información, especialista en sistemas de información.
- Usuarios: Clientes de la Consultora de Gestión de Recursos Humanos

- **Materiales requeridos para el proyecto**

- No se requieren materiales para el desarrollo del proyecto

- **Equipamiento requerido**

- **Computadora Personal**
- **Servidores**

- **Herramientas requeridas**

- Git

- React.js
- Spring
- LucidChart
- Figma
- MySQL
- Selenium
- Amazon Web Services (AWS)
- Visual Studio Code
- Google Docs y Forms

- **Costeo del Proyecto**

Tabla B6

Costeo del Proyecto

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor por Unidad (S/.)	Monto Parcial (S/.)	Monto Total (S/.)
1.	Estudiantes o tesisistas					11652
1.1.	Jorge Renato León Chumpitaz	Horas	971	12	11652	
2.	Otros participantes					1020
2.1.	Eder Ramiro Quispe Vilchez	Horas	24	30	720	
2.2.	Especialistas	Horas	10	30	300	
3.	Bienes y Equipos					3740
3.1.	Computadoras	Equipo	1	3500	3500	
3.2.	Servidores	Horas	48	5	240	
Costo total del proyecto						16412

Nota. Elaboración Propia

Anexo C: Documento de Procesos de Votación Digital

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Documento de Procesos de Votación Digital” donde se desarrolló la revisión sistemática a partir de las entrevistas realizadas. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Documento de Procesos de Votación Digital](#).

Anexo D: Documento del Modelo del Proceso

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Documento del Modelo del Proceso” que comprende el diagrama del proceso y la descripción del mismo. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Documento del Modelo del Proceso](#).

Anexo E: Catálogo de Indicadores de Gestión

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Catálogo de Indicadores de Gestión” que comprende una hoja de cálculos con los indicadores de gestión propuestos. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Catálogo de Indicadores de Gestión](#).

Anexo F: Documento del Catálogo de Requisitos

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Documento del Catálogo de Requisitos” donde se contienen los distintos diagramas mencionados en esta investigación. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Documento del Catálogo de Requisitos](#).

Anexo G: Documento de Especificación Funcional

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Documento de Especificación Funcional” donde se contienen los distintos diagramas mencionados en esta investigación y las historias de usuario desarrolladas. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Documento de Especificación Funcional](#).

Anexo H: Modelo Relacional

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Modelo Relacional.pdf” el cual comprende el diagrama entidad relación integral relacionado al proceso de votación digital en instituciones privadas. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Modelo Relacional.pdf](#).

Anexo I: Diccionario de Datos

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Diccionario de Datos” el cual comprende una hoja de cálculos que contiene el diccionario de datos integral relacionado al proceso de votación digital en instituciones privadas. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Diccionario de Datos](#).

Anexo J: Prototipo del Sistema Web de Gestión

El prototipo del sistema web de gestión se encuentra alojado en Figma por lo que se ha generado un enlace para la visualización de las pantallas que lo componen, a continuación, el link: <https://www.figma.com/file/rdtzwZxVJET9WLXk0n3XvV/Voting-System?node-id=131%3A1160>. Para una visualización más interactiva se puede acceder al siguiente enlace: <https://www.figma.com/proto/rdtzwZxVJET9WLXk0n3XvV/Voting-System?node-id=131%3A2310&scaling=scale-down&page-id=131%3A1160>.

Anexo K: User Flow del Sistema Web de Gestión

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Sistema Web User Flow” el cual comprende el flujo a través de las pantallas del prototipo que se espera por parte del responsable de las elecciones. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Sistema Web User Flow.pdf](#).

Anexo L: Prototipo de la Aplicación Web Progresiva (PWA)

El prototipo de la aplicación web progresiva se encuentra alojado en Figma por lo que se ha generado un enlace para la visualización de las pantallas que lo componen, a continuación el link: <https://www.figma.com/file/rdtzwZxVJET9WLXk0n3XvV/Voting-System?node-id=131%3A1160>. Para una visualización más interactiva se puede acceder al siguiente enlace: <https://www.figma.com/proto/rdtzwZxVJET9WLXk0n3XvV/Voting-System?node-id=134%3A504&scaling=min-zoom&page-id=134%3A0>.

Anexo M: User Flow de la Aplicación Web Progresiva (PWA)

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “PWA User Flow” el cual comprende el flujo a través de las pantallas del prototipo que se espera por parte del candidato representativo de una lista de candidatos. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [PWA User Flow.pdf](#).

Anexo N: Documento de Arquitectura

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Informe de Arquitectura” el cual comprende el diagrama de arquitectura del sistema web de gestión junto con la aplicación web progresiva y el detalle de los componentes que lo conforman. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[Documento de Arquitectura.](#)

Anexo O: Especificación de Casos de Prueba

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Especificación de Casos de Prueba” el cual comprende los casos de prueba definidos para su posterior realización y comprobar el correcto funcionamiento del sistema web de gestión y la aplicación web progresiva. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[Especificación de Casos de Prueba.](#)

Anexo P: Plan de Pruebas

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Plan de Pruebas” el cual comprende el detalle de cómo se llevaron a cabo las pruebas correspondientes para la verificación del correcto funcionamiento de las funcionalidades desarrolladas. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[Plan de Pruebas.](#)

Anexo Q: Aplicación Web Progresiva (PWA)

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Aplicación Web Progresiva.zip” el cual comprende un archivo comprimido con dos carpetas que contienen el código fuente del Backend y Frontend desarrollados. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[https://drive.google.com/file/d/1vjfp76m71xb191ekf4kzyUZAfew3Iw4z/view?usp=sharing.](https://drive.google.com/file/d/1vjfp76m71xb191ekf4kzyUZAfew3Iw4z/view?usp=sharing)

Además, el mismo código se encuentra alojado en el repositorio que se encuentra en un repositorio remoto:

- Backend: <https://gitlab.com/DigitalVoting/VotingSystemBackend>
- Frontend: <https://gitlab.com/DigitalVoting/VotingSystemFrontend>

Por último, las credenciales de acceso para el usuario de rol de candidato son las siguientes:

- Usuario: candidato
- Contraseña: systemCandidate*123

Anexo R: Informe de Resultados de Pruebas

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Informe de Resultados de Pruebas” el cual comprende el detalle de los resultados de la realización de cada una de las pruebas especificadas. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Informe de Resultados de Pruebas](#).

Anexo S: Documento de Consideraciones de Seguridad

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Documento de Consideraciones de Seguridad” el cual comprende el detalle de los lineamientos establecidos e implementados para la seguridad de la información en la aplicación web progresiva. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: [Documento de Consideraciones de Seguridad](#).

Anexo T: Sistema Web de Gestión

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Sistema Web de Gestión.zip” el cual comprende un archivo comprimido con dos carpetas que contienen el código fuente del Backend y Frontend desarrollados. El enlace de acceso al archivo es el siguiente: <https://drive.google.com/file/d/1SX98RInTmsviJF9GoL7Rjq2rf6DspXRu/view?usp=sharing>.

Además, el mismo código se encuentra alojado en el repositorio que se encuentra en un repositorio remoto:

- Backend: <https://gitlab.com/DigitalVoting/VotingSystemBackend>
- Frontend: <https://gitlab.com/DigitalVoting/votingsystemadmin>

Por último, las credenciales de acceso para el usuario de rol de candidato son las siguientes:

- Usuario: admin
- Contraseña: systemAdmin

Anexo U: Manual de Usuario

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Manual de Usuario” el cual comprende el documento del manual de usuario para el sistema web de gestión y la aplicación web progresiva que soportan el proceso de votación digital. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[Manual de Usuario.](#)

Anexo V: Documento de Configuración e Instalación

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Documento de Configuración e Instalación” el cual comprende el documento para la configuración e instalación del sistema web de gestión y la aplicación web progresiva que soportan el proceso de votación digital. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[Documento de Configuración e Instalación.](#)

Anexo X: Resultados de los Medios de Verificación

Se adjunta el archivo correspondiente en la carpeta que contiene este documento con nombre de archivo “Resultados Medios de Verificación” el cual comprende una hoja de

cálculos con una hoja por cada medio de verificación realizado con los resultados de los formularios de validación. El enlace de acceso al archivo es el siguiente:

[Resultados Medios de Verificación.](#)

