

MODELO DE DESARROLLO DE SOLUCIONES ESCALABLES BASADO EN ARQUITECTURA FULL STACK Y GESTIÓN HÍBRIDA

SCALABLE SOLUTIONS DEVELOPMENT MODEL BASED ON FULL STACK ARCHITECTURE AND HYBRID MANAGEMENT

Porras Aguirre Josefina¹, Sosa Pintle Ana María², Martínez Ramírez Violeta³,
Martínez Rabanales Susana⁴, Islas Vázquez Jesús Iván⁵

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, josefina.porras@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0006-3316-7511>

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, ana.sosa@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0000-6529-9793>

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, violeta.martinez@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-1518-786X>

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, susana.martinez@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0002-8510-5380>

⁵Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, i18221840.19@puebla.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0008-2141-8330>

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i2.425>

Resumen – En el ámbito de desarrollo de software, se ha vuelto muy popular la arquitectura de aplicaciones web full stack, por su capacidad de trabajar en las tres capas de una aplicación web, tanto del lado del cliente (front-end), como la del servidor (back-end): Interfaz de usuario, lógica de negocio y almacenamiento de datos, THE BRIDGE (1). Aunado a ello, la metodología para gestión híbrida es una inteligente combinación (proyectos SCRUM y CASCADA) para la gestión, en un único proyecto se logra planificar y ejecutar a la vez, FlexiProject (2). El presente manuscrito, tiene como objetivo mostrar el desarrollo de un sistema de información del sector público basado en arquitectura de aplicaciones web full stack y metodología de gestión híbrida.

Palabras Clave: híbrida, scrum, cascada, front-end, back-end, web.

Abstract -- In the field of software development, full stack web application architecture has become very popular due to its ability to work in the three layers of a web application, both on the client side (front-end) and the server side (back-end): User interface, business logic, and data storage, THE BRIDGE (1). In addition, the hybrid management methodology is an intelligent combination (SCRUM and CASCADE projects) for management, in a single project it is possible to plan and execute at the same time, FlexiProject (2). The present manuscript aims to show the development of a public sector information system based on full stack web application architecture and hybrid management methodology.

Key words – hybrid, scrum, waterfall, front-end, back-end, web.

INTRODUCCIÓN

El sitio MEDIUM (3) define como componentes clave de la arquitectura Full Stack las capas integradas por tecnologías HTML, JS y CSS principalmente dirigidas por su naturaleza al FronEnd; para el BackEnd lenguajes como Python, Ruby. Node.js y otros frameworks similares; la inclusión del gestor de base de datos relacionales como Postgre,SQL y MySQL, no relacionales como MongoDB y por último, DevOps que encierra las mejores prácticas con el fin de integrar el desarrollo de software y las operaciones afirmado por RedHat (4)

En la actualidad aplicar una solo metodologías tradicionales de desarrollo de software, no es suficiente. Para lograr una mejor rentabilidad al proceso de creación de un sistema web se recomienda combinar con más de una con un enfoque flexible y, además, estructurado.

Por sus características la metodología en cascada ofrece un enfoque lineal para la gestión de proyectos, por ejemplo, requiere una planificación por adelantado, progresión secuencial, documentación completa. Además, proporciona una estructura clara y previsibilidad con facilidad de entender y administrar así lo es para 6Sigma (5).

A diferencia de la metodología Ágil, se permite la flexibilidad, la retroalimentación por los integrantes del equipo desarrollador, el feedback. “La gestión ágil de proyectos es un enfoque incremental e iterativo para administrar un proyecto de desarrollo de software”. Deja espacios para realizar cambios necesarios de cuando al portal PROOFHUB (6)

En el contexto actual de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), garantizar la continuidad y disponibilidad de los sistemas de información es esencial para coordinar de manera eficiente las operaciones en la red nacional de transmisión eléctrica. La Zona de Operación de Transmisión Puebla-Tlaxcala gestiona de

forma remota las solicitudes de licencias operativas necesarias para la ejecución de maniobras y mantenimientos en líneas y subestaciones de alta tensión. En esta zona, también se aplican las políticas, procedimientos, lineamientos y estrategias de operación de la Red Nacional de Transmisión en condiciones normales, de emergencia y restaurativas, con criterios de continuidad y calidad. Sin embargo, cualquier interrupción en el sistema principal de registro, ya sea por fallas de hardware, caídas de la red o eventualidades técnicas, compromete la trazabilidad de las solicitudes y puede generar retrasos operativos, inconsistencias en los datos y riesgos a la seguridad de las maniobras.

El presente proyecto propone el diseño e implementación de una bitácora web alterna: un sistema paralelo que funcione como respaldo electrónico del registro de solicitudes de licencias y maniobras. Cuando el sistema primario deje de estar disponible, la bitácora alterna capturarán de forma inmediata y segura todas las peticiones del personal operativo, almacenándolas en una base de datos independiente. Una vez restablecida la conexión con el sistema principal, los datos guardados en la bitácora se sincronizarán, asegurando que no exista pérdida de información ni duplicidad de registros.

A lo largo de este trabajo se abordarán las siguientes actividades principales:

- Diagnóstico y análisis de los puntos críticos de falla en la infraestructura de registro existente.
- Diseño de la arquitectura de software y base de datos de la bitácora alterna, contemplando escalabilidad y seguridad.
- Desarrollo e implementación de la aplicación web (frontend y backend), con controles de autenticación y cifrado de datos.
- Pruebas de simulación de escenarios de falla para validar la integridad y disponibilidad del sistema alterno.
- Despliegue en un entorno de producción y capacitación al personal de la zona, asegurando la correcta adopción de la herramienta.

Con este enfoque, el proyecto contribuye a reforzar la resiliencia operativa de la Zona de Transmisión Puebla-Tlaxcala, alinear los procesos con las mejores prácticas de confiabilidad en sistemas y cumplir con los requisitos normativos de registro y almacenamiento de información establecidos por el CENACE y la normativa interna de CFE. Asimismo, sienta las bases para futuras mejoras en la gestión de licencias, como la generación de reportes automáticos y la integración de analítica en tiempo real.

Planteamiento del problema

En cualquier sistema de gestión de información, la integridad y disponibilidad de los datos son esenciales para garantizar la continuidad operativa y la toma de decisiones informadas. Sin embargo, los sistemas primarios pueden enfrentar fallos imprevistos debido a errores técnicos, fallos en el hardware, ataques cibernéticos o problemas de conectividad, lo que puede generar pérdida de información crítica y retrasos en los procesos.

Ante esta problemática, se requiere un sistema de bitácora alterno que funcione como respaldo y que pueda activarse de manera inmediata en caso de que el sistema principal falle. Este sistema secundario debe garantizar la continuidad del registro de actividades, el almacenamiento seguro de datos y la sincronización eficiente con el sistema primario una vez que este se restablezca.

Actualmente, la falta de un mecanismo de respaldo efectivo en muchas organizaciones conlleva riesgos operativos significativos, como la pérdida de trazabilidad en los procesos, inconsistencias en la información y dificultades en la recuperación de datos críticos. Implementar una bitácora alternativa mitigaría estos riesgos al proporcionar un respaldo seguro y accesible que permita la continuidad del flujo de trabajo sin interrupciones mayores.

Objetivo general

Crear una bitácora web alterna para el registro de solicitudes y licencias en el ámbito de la zona de operación de transmisión Puebla-Tlaxcala.

Objetivos específicos

- Maquetar Front-End del Sistema web.
- Implementar Back-End y escalabilidad de la aplicación.
- Pruebas de desempeño y funcionamiento.
- Llevar registros de manera electrónica de las solicitudes de licencias y maniobras necesarias para realizar mantenimiento preventivo y correctivo del equipo eléctrico en el ámbito de la zona de operación Puebla-Tlaxcala.

Justificación

De acuerdo con lo establecido en el diario oficial de la nación en el manual operatorio de coordinación operativa en el apartado “1.2.2” de la entrega, almacenamiento, compatibilidad, y confidencialidad de la información incisos “A”, “B”, “C”.

Actualmente, el sistema principal de gestión de licencias enfrenta posibles riesgos operativos, tales como fallos técnicos, pérdidas de datos o posibles fallas emergentes, lo que puede comprometer la eficiencia del proceso y afectar a los solicitantes, por lo tanto, se justifica el sistema de bitácora web alterno, como una solución alterna ante posibles fallas técnicas del sistema principal.

Importancia del Proyecto

- Garantía de continuidad operativa: En caso de fallas en el sistema principal, la bitácora web alterna permitirá recuperar información clave.
- Seguridad y transparencia: Se evitarán inconsistencias en los registros mediante un sistema de monitoreo y almacenamiento seguro.
- Cumplimiento normativo: Facilita la rendición de cuentas y asegura el cumplimiento de regulaciones en la gestión de licencias.

Con la implementación de este sistema, se mejorará la eficiencia y confiabilidad del proceso de licenciamiento, beneficiando tanto a los organismos reguladores como a los solicitantes de licencias de operación.

Alcances

Registro Continuo de Eventos: El sistema almacenará todas las actividades y eventos relevantes, asegurando que la información no se pierda en caso de falla del sistema principal.

Modo de Operación Web: La bitácora alterna funcionará de manera independiente cuando el sistema primario no esté disponible.

Sincronización con el Sistema Principal: Cuando el sistema principal se restablezca, se tendrán los datos guardados en el sistema alterno lo que ayudará a no perder en ningún momento datos ni información relevante.

Control de Accesos y Seguridad: Implementación de autenticación de usuarios y niveles de permisos para proteger la integridad de los datos.

Notificaciones y Alertas: Generación de alertas cuando se active el sistema alterno y cuando el primario vuelva a estar operativo.

Disponibilidad en la Nube: El sistema podrá alojarse en servidores en la nube, según los requerimientos de la organización.

Interfaz Intuitiva y Fácil de Usar: Desarrollo de una interfaz amigable que permita un uso eficiente del sistema sin necesidad de capacitación avanzada.

Limitaciones

Alta disponibilidad y respaldos mayoritarios en la nube.

Mejorar interfaz y añadir más campos en el sistema web.

Uso del sistema en diferentes plantas de otros estados.

Incluir graficadores en tiempo real sobre el uso de licencia autorizada.

Un diseño con mayores campos y uso de mayores volúmenes de usuarios.

Reportes directos en Excel sobre el otorgamiento de licencias donde se muestre a detalle datos permisos y tiempos de la solicitud.

Mejor personalización y adaptación a las necesidades del usuario.

Incorporación de inteligencia artificial o automatización para mejorar procesos internos.

Estado del Arte.

Trabajo de obtención de grado en la Universidad de la Laguna, en ubicada en la isla de Tenerife, España (7), crean un sistema web para gestionar el calendario de actividades de académicas aplicando la metodología Full Stack. Se implementa una arquitectura hexagonal para separar la aplicación en capas con lo que facilita la reutilización de sus componentes. El frontEnd está construido con TypeScript y Vue, importado la librería VuetiFy y Pinia. Para el BackEnd se selecciona Spring Boot que utiliza Java crea microservicios y de gran escala. Para la estructura de la base de datos se inclinó por utilizar para datos no estructurados a MongoDB. Así se logra aplicar exitosamente el Full Stack.

Otro proyecto implementado con Full stack (8) en el sistema modular para gestionar con eficiencia expedientes digitales, asegurando una arquitectura para microservicios de alta disponibilidad y escalabilidad. Implementa con Spring Boot en el BackEnd, Nuxt.js en la capa del FrontEnd para administrar información de

usuarios, relacionada con sus firmas electrónicas y documentos. En la capa de seguridad se eligió JWT y PostgreSQL para almacenamiento. La metodología única utilizada SCRUM facilitó su desarrollo ágil. Es decir, no se utilizó ninguna combinación que potenciara su desempeño, sin embargo, los resultados fueron los esperados.

Trabajo publicado como “Aplicación full-stack para la creación y ejecución de Flujos de Trabajo” de Hernández Alayón (9), implementado con arquitectura hexagonal y las capas con herramientas modernas para asegura un desarrollo con full stack. MongoDB como gestor de la base de datos, en el backend Oracle, Java y spring boot. Frontend con TypeScript, Vue.js, VuetiFy, vueFlow. Por último, Docker Compose se utiliza para coordinar y desplegar la arquitectura multicontenedor, simplificando el desarrollo del sistema.

Falcón Casanova (10) muestra la creación de una aplicación móvil para el almacenamiento y consulta de información sobre productos alimenticios. Hace uso de framework de React Native en el BackEnd y la capa de gestión con MongoDB; en el FrontEnd se elige a TypeScript, todos proporcionan las herramientas para la implementación de Full Stack en la Apps obtenida.

Trabajo titulado “Diseño e implementación de una aplicación web full stack para la organización y gestión de equipos”, Herrero Romero (11). En él, se logra diseñar y desarrollar una aplicación web que ahorra tiempo, mejorar la organización y producción. La metodología full stack, implica dos objetivos colaterales, por un lado, la parte del servidor con el uso de herramientas Angular 10+ para Front End y por otro; la interfaz con Spring 5 y Java 8 en Back End que permitirá al usuario interactuar fácilmente con la aplicación.

Estos proyectos exitosamente implementados, exponen la importancia de las ventajas del aplicarse para el desarrollo Full Stack.

DESARROLLO

Enfoque metodológico. Tipo de Investigación:

Aplicada con Enfoque en Desarrollo Tecnológico

Este proyecto se clasifica como una investigación aplicada, ya que su objetivo principal es resolver un problema práctico y específico dentro de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El enfoque se centra en el desarrollo tecnológico, lo que significa que el resultado principal no es solo conocimiento teórico, sino una solución de software funcional y validada.

- **Naturaleza:** Se enfoca en el diseño, desarrollo e implementación de una solución tecnológica tangible para resolver una problemática específica y real en los procesos operativos de CFE.
- **Alcance:** Es de carácter descriptivo-propositivo. Primero, describe y analiza los procesos actuales de la bitácora para identificar deficiencias (diagnóstico). Luego, propone e implementa una solución tecnológica (la aplicación web) para superar dichas deficiencias.
- **Modalidad:** Se materializa como un proyecto tecnológico, cuya eficacia y pertinencia se comprobarán mediante una validación empírica con usuarios finales.

Paradigma de desarrollo: Metodología híbrida (Agile-Waterfall)

Para optimizar los recursos y adaptarse a la naturaleza del proyecto, se ha optado por un paradigma de desarrollo híbrido. Este enfoque combina la robustez y planificación del modelo en cascada (Waterfall) con la flexibilidad y rapidez del modelo Ágil (Agile), aprovechando lo mejor de ambos mundos:

- Fase de Análisis (Waterfall): En la etapa inicial, donde los requisitos fundamentales del sistema deben ser claros y estables, se utilizará un enfoque tradicional. Esto garantiza una definición sólida de los requerimientos, la arquitectura y el alcance del proyecto antes de escribir la primera línea de código.
- Fase de Desarrollo (Agile): Para la construcción del software, se adoptará una metodología Ágil, específicamente un marco Scrum adaptado. Esto permite un desarrollo iterativo e incremental, facilitando la adaptación a cambios, la retroalimentación continua del usuario y la entrega de valor en ciclos cortos.
- Fase de Validación (Empírica): La validación final del producto se realizará mediante un enfoque empírico, interactuando directamente con los usuarios finales para medir la usabilidad, funcionalidad y satisfacción, asegurando que la solución realmente cumple con sus necesidades.

Metodología de desarrollo de software

Modelo de desarrollo: Ágil adaptado

La elección del Desarrollo Ágil Adaptado no es fortuita, sino que responde a las necesidades inherentes de un proyecto que requiere alta interacción con el usuario y capacidad de ajuste.

Justificación:

- Adaptación Rápida: Permite incorporar ajustes y nuevas ideas que puedan surgir durante el desarrollo, algo crucial en entornos corporativos.
- Retroalimentación Temprana: Los ciclos cortos (sprints) con entregables funcionales permiten que los usuarios validen el progreso y ofrezcan feedback de manera temprana, evitando desviaciones costosas.
- Reducción de Riesgos: Al entregar valor de forma incremental, se mitigan los riesgos asociados a proyectos largos. Si un sprint falla o una funcionalidad no es aceptada, el impacto es contenido y se puede corregir en la siguiente iteración.

Fases del desarrollo

El proceso se divide en tres grandes fases, cada una con actividades y objetivos claros.

Fase 1: Análisis y Planificación (Enfoque Tradicional)

- Actividades: Se realizará un levantamiento exhaustivo de requisitos funcionales (lo que el sistema debe hacer) y no funcionales (cómo debe funcionar, ej. rendimiento, seguridad). Se estudiará la viabilidad técnica y económica, se definirá la arquitectura base y se planificará el cronograma general y los sprints iniciales.
- Técnicas: Para recopilar esta información se usarán entrevistas con el personal de CFE, análisis documental de los procesos actuales, modelado de datos (ERD) y la

redacción de casos de uso e historias de usuario para traducir las necesidades a requerimientos técnicos.

Fase 2: Diseño del Sistema

- Actividades: Se traducirán los requisitos en un diseño técnico concreto. Esto incluye el diseño de la arquitectura Frontend/Backend, el diseño de la interfaz de usuario (UI) y la experiencia de usuario (UX) para garantizar que sea intuitiva, y el diseño de la base de datos y las APIs que conectarán todo el sistema.
- Herramientas: Se utilizará Lucidchart para los prototipos visuales (mockups), diagramas UML para el modelado de la arquitectura y software de diseño para desarrollar diagramas de flujo

Fase 3: El sistema se construirá siguiendo una metodología de trabajo ágil adaptada, organizada en 10 sprints o ciclos de desarrollo. Cada sprint tiene objetivos claros y genera avances tangibles que se van sumando para completar el sistema final. A continuación, se presenta la tabla con el cronograma detallado de la Fase 3 para comprender mejor la estructura y el orden del desarrollo.

Cronograma de desarrollo del sistema

Fase 3: Desarrollo Iterativo - Metodología Ágil Adaptado

Proyecto: Bitácora Alterna

Metodología: Metodología Ágil Adaptado

Fecha: 2025

Duración Total: 10 Semanas

10 Sprints × 1 semana cada uno. Ver tablas 1 y 2.

Tabla 1. Módulo Cronograma Detallado 1.

Sprint	Semana	Objetivo Principal	Actividades y Entregables
Sprints Autenticación	1-2 Semana 1	Módulo de autenticación	- Desarrollo del sistema de login - Implementación de registro de usuarios - Configuración de sesiones
	Semana 2	Gestión de perfiles de usuario	- Creación de perfiles de usuario - Implementación de roles y permisos - Validación de accesos
Sprints Formularios	3-4 Semana 3	Desarrollo de formularios principales	- Diseño de formularios de captura - Validación de campos - Interfaz de usuario
	Semana 4	Operaciones CRUD básicas	- Crear registros - Leer y consultar datos - Actualizar y borrar información
Sprints Integración	5-6 Semana 5	Integración con base de datos	- Conexión con Supabase - Configuración de esquemas - Pruebas de conectividad
	Semana 6	Lógica de validación de datos	- Validaciones de negocio - Reglas de integridad - Manejo de errores

Fuente. Elaboración propia (2025).

Tabla 2. Módulo Cronograma Detallado 2.

Sprint	Semana	Objetivo Principal	Actividades y Entregables
Sprints Avanzadas	7-8 Semana 7	Funcionalidades avanzadas	- Sistema de búsquedas - Generación de reportes - Filtros avanzados
	Semana 8	Optimización de rendimiento	- Optimización de consultas - Mejora de tiempos de respuesta - Cacheo de datos

Sprint Finalización	9-10	Semana 9	Pruebas integrales	• Pruebas de sistema • Pruebas de usuario • Corrección de errores
		Semana 10	Refinamiento documentación	• Ajustes finales de interfaz • Documentación técnica • Manual de usuario

Fuente. Elaboración propia (2025).

Tabla 3. Prácticas Ágiles Implementadas.

Práctica	Descripción	Frecuencia
Daily Standups	Reuniones alrededor de 30 minutos a 1 hora aproximadamente para revisar el progreso y identificar impedimentos.	2 veces por semana
Sprint Planning	Reunión al inicio de cada sprint para definir el objetivo, seleccionar tareas del backlog y planificar el trabajo.	Inicio de cada sprint
Sprint Review	Demostración del incremento funcional al final del sprint a los stakeholders para obtener feedback.	Final de cada sprint
Retrospectiva	Reunión interna para analizar qué funcionó, qué no funcionó y cómo mejorar en el siguiente sprint.	Final de cada sprint

Fuente. Elaboración propia (2025).

Cronograma de Desarrollo - CFE Transmisión y Operación Puebla – Tlaxcala

Metodología Ágil - Scrum | Duración: 10 semanas

Desarrollado por: Jesús Iván Islas Vázquez

Arquitectura de desarrollo (Stack Tecnológico)

La selección de tecnologías se basa en la modernidad, eficiencia, escalabilidad y la robusta comunidad de soporte que ofrecen.

- Frontend (Cliente):
 - React 18: Biblioteca líder para construir interfaces de usuario interactivas y componentizadas.
 - Bootstrap 5: Framework CSS para un diseño responsivo y profesional de forma rápida.
- Backend (Servidor y Base de Datos):
 - Supabase: Plataforma de Backend-as-a-Service (BaaS) que proporciona una base de datos PostgreSQL, autenticación, almacenamiento de archivos y APIs autogenerados. Esta elección acelera drásticamente el desarrollo al externalizar la gestión de la infraestructura de backend.
 - Node.js / Express.js (si es necesario): Para lógica de negocio compleja o APIs personalizadas que no cubra Supabase.
 - Infraestructura y Despliegue (DevOps):
 - Supabase Auth & Storage: Servicios integrados para gestionar la autenticación de usuarios (JWT) y el almacenamiento de archivos (ej. documentos adjuntos).
 - Vercel / Netlify: Plataformas de despliegue continuo (CI/CD) que facilitan la publicación y actualización de la aplicación web, conectándose directamente con el repositorio de código.

Metodología de investigación

Para validar la pertinencia y calidad de la solución desarrollada, se aplicará una metodología de investigación mixta.

Población y muestra

- Población Objetivo: Personal técnico y operativo de CFE que interactúa directa o indirectamente con los procesos que la bitácora busca digitalizar.
- Muestra: Se seleccionará una muestra de 3 usuarios clave del área de soporte técnico. Se utilizará un muestreo intencional por conveniencia y expertise, ya que estos usuarios poseen un conocimiento profundo de los

procesos actuales y sus puntos débiles, lo que garantiza una retroalimentación de alta calidad y relevancia.

Técnicas de recopilación de datos

Se combinarán técnicas cualitativas y cuantitativas para obtener una visión completa.

1. Cualitativas:

- Entrevistas Semi-estructuradas: Para comprender a fondo las necesidades, expectativas y el contexto de uso del sistema.
- Observación Participante: Para analizar los flujos de trabajo reales e identificar "dolores" o ineficiencias que los usuarios quizás no verbalicen.

2. Cuantitativas:

- Encuesta de Satisfacción: Usando una escala Likert de 1 a 5, se medirán percepciones sobre la usabilidad, funcionalidad y rendimiento.
- Métricas de Sistema: Se recopilarán datos objetivos como tiempos de respuesta, tasa de errores y frecuencia de uso de las distintas funciones para evaluar el rendimiento técnico.

Proceso de validación

La validación se realizará en dos frentes: técnico y con el usuario final.

Validación técnica

- Se ejecutarán pruebas exhaustivas para asegurar la calidad y robustez del código.
- Pruebas Unitarias: Para verificar el correcto funcionamiento de componentes individuales (React).
- Pruebas de Integración: Para asegurar que la comunicación entre el Frontend, las APIs y la base de datos es correcta.
- Pruebas de Seguridad: Para validar que los mecanismos de autenticación y autorización son seguros y protegen los datos.

Validación con usuario final

- Se seguirá un proceso estructurado para evaluar la experiencia del usuario.
- Capacitación (30 min): Una sesión introductoria para familiarizar al usuario con la interfaz y funcionalidades clave.
- Uso Supervisado (1 hora): El usuario realiza tareas específicas con la guía del investigador para resolver dudas en tiempo real.
- Uso Independiente (1 semana): El usuario utiliza la aplicación en su entorno de trabajo real sin supervisión.
- Evaluación Final: Se aplica la encuesta de satisfacción y una entrevista final para recopilar impresiones y sugerencias.

Criterios de aceptación

El éxito del proyecto se medirá contra los siguientes criterios cuantificables:

- Satisfacción General: Puntuación promedio $\geq 4.0/5.0$.
- Facilidad de Uso (Usabilidad): Puntuación promedio $\geq 4.0/5.0$.
- Cumplimiento Funcional: El 100% de los requisitos funcionales definidos deben estar implementados y operativos.

- Tiempo de Aprendizaje: El usuario debe ser capaz de operar el sistema de forma autónoma después de ≤ 2 horas de uso total.

Análisis de datos

- Análisis Cuantitativo: Se utilizará estadística descriptiva (media, desviación estándar, distribuciones de frecuencia) para analizar los resultados de las encuestas y las métricas del sistema, presentando los hallazgos en gráficos y tablas.
- Análisis Cualitativo: Se empleará el análisis de contenido para categorizar los comentarios de las entrevistas y la retroalimentación abierta. Esto permitirá identificar temas recurrentes, patrones de comportamiento y sugerencias de mejora.

Consideraciones éticas

El proyecto se adherirá a principios éticos estrictos tanto en el desarrollo como en la investigación. Se garantizará la privacidad y seguridad de los datos de CFE. Para la fase de investigación, se obtendrá un consentimiento informado de todos los participantes, asegurando la confidencialidad de sus respuestas y su participación voluntaria.

Pasos Significativos en el Desarrollo

1. Establecimiento del Núcleo (Sprints 1-12): Este es el corazón técnico del proyecto. Al final de la semana 12, se tiene un sistema funcional con los pilares esenciales: usuarios que pueden registrarse, iniciar sesión y realizar las operaciones básicas (CRUD) sobre una base de datos segura y bien estructurada. Es el "esqueleto" sobre el que se construirá todo lo demás. Ver imagen 1.

Imagen 1. Gestión de tabla individual y funcionalidades CRUD estándar.



Fuente. Elaboración propia (2025).

2. Entrega de Valor al Usuario (Sprints 13-14): Aquí el sistema pasa de ser un simple almacén de datos a una herramienta inteligente. Las funciones de búsqueda y filtros dinámicos son las que directamente ahorran tiempo y esfuerzo a los usuarios, representando el primer gran "win" tangible para ellos. Ver imagen 2.

Imagen 2. Módulo de localización y navegación de registros utilizando identificadores de clave primaria.



Fuente. Elaboración propia (2025).

3. El Momento de la Verdad (Sprints 17-20 y Fase de Validación): Este es el hito más crítico. Es cuando la solución tecnológica se enfrenta a la realidad del usuario final. Las pruebas integrales y la validación con la muestra de usuarios determinarán si el proyecto cumple sus objetivos. La retroalimentación obtenida aquí es oro puro. Ver imagen 3.

Imagen 3. Barras de navegación.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Sistema web de gestión con barra de navegación entre tablas, selección dirigida de entidades y validaciones extendidas en captura de datos.

4. Análisis y Cuantificación del Éxito (Sección 3.5): El paso final no es la entrega del software, sino el análisis de los datos de validación. Al comparar los resultados de las encuestas y métricas con tus criterios de aceptación (ej. satisfacción $\geq 4.0/5.0$), podrás demostrar objetivamente el éxito del proyecto y justificar el retorno de la inversión si fuera el caso.

Escalamiento, proyección tecnológica y escalamiento del aporte tecnológico

La "Bitácora Alterna CFE" no solo digitaliza un proceso operativo; se posiciona como una plataforma base con capacidad de escalar hacia un sistema de gestión integral de operaciones y una plataforma inteligente. Ya se identifican beneficios tecnológicos actuales, pero el sistema está preparado para incorporar funciones futuras clave. El potencial tecnológico es significativo por las siguientes razones:

1. Arquitectura Modular y Componentizada
 - React permite desarrollar nuevos módulos (por ejemplo: control de inventario, notificaciones internas, trazabilidad de equipos, gestión de mantenimientos programados) sin afectar el núcleo.

• La naturaleza desacoplada del stack (frontend + BaaS + CI/CD) permite integrar servicios externos (APIs REST/GraphQL), ya sea internos de CFE o de terceros.

2. Escalabilidad Horizontal

• Supabase y PostgreSQL permiten escalar horizontalmente mediante réplicas de lectura, balanceo de carga y políticas de partición. En el futuro, esto facilitará la expansión del sistema a distintas regiones operativas de CFE sin sacrificar rendimiento.

3. Multi-Tenant Architecture (Proyección futura)

• El modelo puede evolucionar hacia una arquitectura multi-tenant para que distintas divisiones (zona sur, norte, etc.) gestionen su información de forma aislada pero centralizada en una única plataforma.

4. Generación Automática de Reportes (Power BI o Metabase embebido)

• Se pueden integrar herramientas como Metabase para que los supervisores generen reportes mensuales/semanales sin intervención técnica.

• Esto profesionaliza la toma de decisiones basada en métricas operativas en tiempo real.

5. Alertas Automatizadas y Notificaciones

• Notificaciones por correo, Telegram, o mensajería interna cuando ocurren fallas críticas, registros pendientes de validación o patrones anómalos en el sistema.

• Implementación de Webhooks o colas de eventos para gestionar alertas sin afectar el rendimiento.

6. Soporte para Firma Digital (Legaltech)

• Mediante el uso de herramientas como DocuSign o soluciones de firma con criptografía, se podrían validar entradas clave de la bitácora con trazabilidad legal. Esto tendría impacto directo en el cumplimiento normativo interno.

7. Soporte Offline-First (PWA)

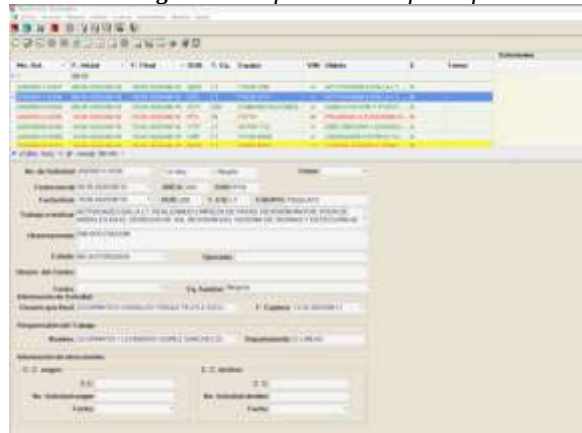
• En zonas sin conectividad, una versión Progressive Web App podría permitir capturas temporales y sincronización automática cuando se recupere la red.

8. Integración con GIS (Georreferenciación)

• Ubicación de registros en mapas mediante Leaflet o Mapbox para visualizar geográficamente incidencias, recorridos o puntos críticos.

El sistema también cuenta con disponibilidad 24/7 desde cualquier lugar siempre y cuando esté encendido el servidor, ya que se trabaja de manera remota, por lo que solo requiere conexión a internet para realizar consultas en cualquier momento. Esto ha incrementado significativamente la flexibilidad operativa y ha permitido al personal técnico acceder a la información crítica sin restricciones de ubicación o horario, mejorando la eficiencia operativa y la respuesta ante contingencias. Interfaces resultantes de la implementación exitosa del aplicativo web. Ver imágenes 4 y 5.

Imagen 4. Interfaz bitácora principal.



Fuente.CFE zona Transmisión Puebla - Tlaxcala (2025).

Imagen 5. Interfaz bitácora alterna.



Fuente. Elaboración propia (2025).

Comparativa de vistas generales del formulario primario y del secundario (Ver imagen 6).

Tabla 4. Cuadro comparativo bitácoras CFE Zona de Operación Puebla – Tlaxcala.

ASPECTO	BITÁCORA PRINCIPAL	BITÁCORA ALTERNA
DESEÑO VISUAL	Diseño tradicional tipo aplicación de escritorio con colores neutros y estilo clásico.	Diseño web moderno con interfaz limpia, colores actuales y estética contemporánea.
NAVEGACION	Navegación básica con barra de herramientas superior estática.	Navegación intuitiva con menú lateral organizado por categorías y fácil acceso.
INTERFAZ	Interfaz densa con múltiples campos y ventanas, aspecto más técnico.	Interfaz amigable y espaciosa con formularios bien organizados y elementos visuales claros.
USABILIDAD	Requiere conocimiento técnico, curva de aprendizaje más pronunciada.	Más intuitivo para usuarios nuevos, diseño pensado en la experiencia del usuario.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Resultados alcanzados - Bitácora Alterna

El sistema implementado logró una reducción del 50% en tiempos de captura, mejoró la trazabilidad completa de las actividades operativas y eliminó la pérdida de información crítica. La interfaz moderna y amigable facilitó la adopción por parte del personal técnico, reduciendo la curva de aprendizaje y minimizando errores de captura.

Entre los beneficios más destacados se encuentra la capacidad de gestión documental integral, permitiendo adjuntar, visualizar y consultar planos, diagramas, fotografías y documentos PDF directamente desde el sistema. Esto ha mejorado considerablemente la toma de decisiones técnicas y ha optimizado los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo.

BUSQUEDA	Funciones de búsqueda básicas integradas en la barra superior.	Buscador prominente y accesible en la parte superior derecha.
ORGANIZACION	Información concentrada en una sola vista con múltiples secciones.	Información bien estructurada con separación clara entre secciones y tablas.
MODERNIDAD	Aspecto más antiguo, similar a software de escritorio tradicional.	Aspecto actual que sigue tendencias modernas de diseño web.
FACILIDAD DE USO	Orientado a usuarios técnicos con experiencia en sistemas similares.	Más accesible para todo tipo de usuarios, interfaz autoexplicativa .
GESTIÓN DE ARCHIVOS	Sin capacidad de visualización o gestión de archivos, solo texto.	Permite consultar, subir y visualizar archivos (PDF, imágenes, diagramas, etc.).

Fuente. Elaboración propia (2025).

Resumen Ejecutivo

La Bitácora Principal representa el sistema tradicional utilizado actualmente, caracterizado por su diseño funcional, pero con limitaciones en términos de usabilidad moderna y gestión de archivos digitales. Ver imágenes 5 y tabla 1.

La Bitácora Alterna ofrece una alternativa moderna que mejora significativamente la experiencia del usuario, incorporando capacidades multimedia y un diseño más intuitivo que facilita el trabajo diario del personal operativo.

Evaluación del desempeño computacional según el usuario.

El 100% del personal de operación y transmisión confirma que las funciones actuales del sistema de bitácora alterno cubren completamente las necesidades de la bitácora principal. Esta calificación perfecta (5.00/5.0) valida que el sistema alterno es un reemplazo funcional completo. Según lo muestra la siguiente gráfica de la imagen 6.

Imagen 6. Satisfacción de desempeño de la interfaz bitácora alterna.



Fuente. Elaboración propia (2025).

El 100% del personal de operación y transmisión está satisfecho con la funcionalidad de la Bitácora Alterna, con un promedio de 4.67/5.0. La ausencia total de calificaciones negativas confirma que el sistema cumple satisfactoriamente con las necesidades funcionales del equipo técnico y representa una solución integral exitosa. Ver imagen 7.

Imagen 7. Satisfacción de desempeño de la interfaz bitácora alterna.

¿Qué funcionalidad adicional le gustaría ver en el bitácora alterna?

3 respuestas

Archivos y reportes de los datos guardados en excel y Word

Integrar el ajuste de caso PSSE en la página como una nueva función

Fuente. Elaboración propia (2025).

El personal de soporte identifica dos áreas de mejora específicas: exportación de datos a formatos estándar de oficina e integración de herramientas técnicas especializadas. Estas sugerencias indican que el sistema actual cumple con las necesidades básicas, pero podría beneficiarse de funcionalidades adicionales para reportería y herramientas técnicas específicas.

Discusión

Las herramientas de desarrollo utilizadas para la implementación de este aplicativo web se sintonizan con todas aquellas que se han vuelto muy requeridas por creadores de software en la actualidad.

El portal de EMPMonitor (12), afirma que la tendencia en el mundo moderno sobre la gestión de proyectos híbrida es real y sin retroceso, porque se logra un equilibrio sobre dos realidades: estructura y flexibilidad. Con la intención de integrar ambas fortalezas. En consecuencia, se irá transformando al mundo actual por sus necesidades dinámicas de las empresas y usuarios.

Los expertos en LinkedIn (13), aseguran que no demerita las métricas de desempeño de los proyectos creados por medio de la combinación para la gestión híbrida de proyectos. Según estudios, revelan que el enfoque no influye en los resultados obtenidos.

BitCot (14) afirma que las nuevas tecnologías favorables a Full Stack vienen equipadas con módulos y programación orientada a objetos, las cuales dejan atrás a herramientas como PhotoShop y Ajax.

CONCLUSIONES

Conclusión Aporte Metodológico y Tecnológico

La adopción de una metodología híbrida, que combinó el enfoque estructurado y secuencial de Waterfall con los principios de la metodología Ágil, implementados mediante el framework Scrum, resultó clave para el éxito del desarrollo del sistema. Esta estrategia permitió no solo una ejecución ordenada, basada en una planificación rigurosa, sino también una validación continua y adaptable de las decisiones técnicas en escenarios reales, asegurando su pertinencia y aplicabilidad operativa.

Entre sus principales ventajas destacan:

- Planificación clara desde el inicio (Waterfall): permitió alinear los objetivos técnicos con los requerimientos institucionales de CFE, reduciendo el riesgo de desviaciones y asegurando un diseño robusto.
- Adaptabilidad y entrega incremental (Agile/Scrum): facilitó la entrega continua de valor, permitiendo mostrar resultados funcionales desde etapas tempranas y ajustar el desarrollo según la retroalimentación directa de los usuarios.

• Gestión del riesgo más efectiva: al dividir el proyecto en sprints semanales, cualquier desviación o fallo pudo ser detectado y corregido de forma ágil, sin comprometer el avance global.

• Colaboración activa: el enfoque Scrum incentivó una comunicación fluida entre el desarrollador y usuarios, convirtiendo al usuario final en un participante activo en el proceso de mejora del sistema.

Este enfoque metodológico no solo optimizó la ejecución del proyecto, sino que potenció su calidad tecnológica, al permitir probar hipótesis de desarrollo en entornos reales y ajustar rápidamente según la respuesta operativa.

El uso de tecnologías modernas, mantenibles y escalables como React para el frontend, Supabase para la gestión de backend y base de datos, y Render como plataforma de despliegue continuo garantiza que el sistema no solo sea funcional en el presente, sino que esté preparado para evolucionar con nuevas necesidades institucionales o avances tecnológicos. Plataformas como Render permiten despliegues rápidos, sostenibles y ágiles, lo que refuerza el principio de entrega continua de valor del enfoque ágil.

Lo que comenzó como una bitácora digital operativa ha demostrado su potencial para escalar a un verdadero centro de inteligencia operativa, en el cual los datos no solo se almacenan, sino que se analizan y transforman en estrategias de mejora continua. Las herramientas tecnológicas dejan de ser simples instrumentos de registro para convertirse en capacidades institucionales sostenibles, alineadas con una visión de transformación digital inteligente, progresiva y centrada en el valor público.

Trabajo futuro

La evolución de los sistemas web, van de la mano con las diversas oportunidades de combinar las metodologías de desarrollo de software. Es un camino sin retorno.

Con respecto a la metodología Full Stack, puede potencializarse al integrar:

- IA para el reconocimiento de imagen y voz, y predicciones basadas en datos históricos entre otros
- arquitecturas sin servidor,
- aplicaciones web progresivas (PWA) con comportamientos similares a la APPS
- prioridad de desarrollo multiplataforma
- otros.

Según los expertos en el sitio CLARUSWAY (15).

BIBLIOGRAFÍA

[1] The Bridge. Arquitectura de aplicaciones web full stack [Internet]. 27 mayo 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://thebridge.tech/blog/arquitectura-web-full-stack/>

[2] Flexiproject. Gestión híbrida de proyectos: ¿qué es y cómo utilizarla en la práctica? [Internet]. 2025 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://flexiproject.com/es/gestion-hibrida-de-proyectos-que-es-y-como-utilizarla-en-la-practica/>

como-utilizarla-en-la-practica/#:~:text=gesti%C3%B3n%20de%20proyectos.,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20gesti%C3%B3n%20h%C3%ADbrida%20de%20proyectos?,y%20parte%20en%20el%20otro](https://flexiproject.com/es/gestion-hibrida-de-proyectos-que-es-y-como-utilizarla-en-la-practica/#:~:text=gesti%C3%B3n%20de%20proyectos.,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20gesti%C3%B3n%20h%C3%ADbrida%20de%20proyectos?,y%20parte%20en%20el%20otro)

[3] Medium. Descripción de la arquitectura de desarrollo full stack: una guía completa [Internet]. 2025 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://medium.com/@p.reaboi.frontend/understanding-full-stack-development-architecture-a-comprehensive-guide-548f8cba6d91>

[4] Red Hat. El concepto de DevOps [Internet]. 2025 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://www.redhat.com/es/topics/devops#:~:text=DevOps%20es%20un%20conjunto%20de,y%20aumentar%20el%20valor%20empresarial>

[5] SixSigma. Gestión de proyectos híbridos: la guía definitiva para combinar metodologías ágiles y en cascada [Internet]. 27 nov 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://www.6sigma.us/project-management/hybrid-project-management/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20gesti%C3%B3n%20de,ciclo%20de%20vida%20del%20proyecto>

[6] Proofhub. ¿Qué es la gestión de proyectos híbridos? [Internet]. 15 abr 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://www.proofhub.com/articles/hybrid-project-management#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20h%C3%ADbrida%20de%20proyectos%20es%20un%20enfoue%20que%20combina,trabajo%20Agile%20en%20la%20ejecuci%C3%B3n>

[7] Salazar Álvarez ME. Diseño y desarrollo full-stack de un sistema de gestión de calendarios académicos [Internet]. Tenerife (ES): Universidad de La Laguna, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología; 2025 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/42558/Disen%C3%B3-y-desarrollo-full-stack-de-un-sistema-de-gesti%C3%B3n-de-calendarios-acad%C3%A9micos>

stack%20de%20un%20sistema%20de%20gestion%20de%20calendarios%20academicos.pdf?sequence=1](<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/42558/Diseno%20y%20desarrollo%20full-stack%20de%20un%20sistema%20de%20gestion%20de%20calendarios%20academicos.pdf?sequence=1>)

[8] Portoviejo Pérez CP, Pacheco Arízaga MJ. Análisis, diseño y desarrollo de un sistema modular de gestión de expedientes salesianos con enfoque full-stack para implementación a nivel nacional [Internet] [Tesis de licenciatura]. Quito (EC): Universidad Politécnica Salesiana; 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28917>](<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28917>)

[9] Hernández Alayón FD. Aplicación full-stack para la creación y ejecución de flujos de trabajo [Internet]. Tenerife (ES): Universidad de La Laguna, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología; 2025 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/42652/Aplicacion%20full-stack%20para%20la%20creacion%20y%20ejecucion%20de%20Flujos%20de%20Trabajo.pdf?sequence=1>](<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/42652/Aplicacion%20full-stack%20para%20la%20creacion%20y%20ejecucion%20de%20Flujos%20de%20Trabajo.pdf?sequence=1>)

[10] Falcón Casanova T. Desarrollo de una aplicación full-stack para la geolocalización de productos alimenticios [Internet]. Tenerife (ES): Universidad de La Laguna, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología; 2023 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/33723>](<https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/33723>)

[11] Herrero Romero S. Diseño e implementación de una aplicación web full stack para la organización y gestión de equipos [Internet]. Madrid (ES): Universidad Politécnica de Madrid, ETSI de Sistemas de Telecomunicación; 2022 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://oa.upm.es/72291/>](<https://oa.upm.es/72291/>)

[12] EmpMonitor. ¿Por qué la gestión de proyectos híbridos es tendencia en el mundo moderno? [Internet]. 23 dic 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://empmonitor.com/blog/hybrid-project-management/>](<https://empmonitor.com/blog/hybrid-project-management/>)

[13] LinkedIn. Gestión de proyectos híbridos: tendencias y desafíos en 2024 [Internet]. 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/gesti%C3%B3n-de-proyectos-h%C3%ADbridos-tendencias-y-desaf%C3%ADos-lourdes-psipe>](<https://es.linkedin.com/pulse/gesti%C3%B3n-de-proyectos-h%C3%ADbridos-tendencias-y-desaf%C3%ADos-lourdes-psipe>)

[14] Bitcot. Las 10 principales tendencias de desarrollo full stack y la demanda en la industria [Internet]. 2025 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://www.bitcot.com/top-full-stack-development-trends-and-industry-demands/>](<https://www.bitcot.com/top-full-stack-development-trends-and-industry-demands/>)

trends-and-industry-demands/](<https://www.bitcot.com/top-full-stack-development-trends-and-industry-demands/>)

[15] Clarusway. Cómo convertirse en un desarrollador full stack: una guía completa para 2025 [Internet]. 14 ene 2024 [citado 6 ago 2025]. Disponible en: <https://clarusway.com/how-to-become-full-stack-developer/#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20las%20C3%BAltimas%20tendencias,de%20proceso%20en%20tiempo%20real>](<https://clarusway.com/how-to-become-full-stack-developer/#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20las%20C3%BAltimas%20tendencias,de%20proceso%20en%20tiempo%20real>)

Tabla de Roles de Contribución

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Josefina Porras Aguirre
Curación de datos	Jesús Iván Islas Vázquez
Metodología	Teresa Luciano Machorro
Administración del proyecto	Ana María Sosa Pintle
Recursos	Revisión y edición – Violeta Martínez Ramírez
Software	Jesús Iván Islas Vázquez
Supervisión	Teresa Luciano Machorro
Validación	Jesús Iván Islas Vázquez
Visualización	Ana María Sosa Pintle
Redacción	Borrador original – Violeta Martínez Ramírez
Redacción	Revisión y edición – Violeta Martínez Ramírez



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.