

Diseño, desarrollo e implementación de una plataforma
de gestión de las mediciones y evidencias para el proceso de acreditación
internacional de los programas de pregrado de la E3T

Brayan Rene Herrera Caicedo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electrónico

Director

Homero Ortega Boada

Doctor en ciencias de la ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a mis padres, Omar Herrera y Deicy Caicedo, quienes han sido mi apoyo incondicional e inspiración. Gracias a ellos, he aprendido a levantarme de cada caída y a no rendirme nunca. A mis hermanas, Anyeli y Karen Herrera, por estar siempre a mi lado, y a mi abuela Ernestina Ortiz de Caicedo, que nos cuida desde el cielo y que sé estará orgullosa de mí. A don Abel Ramírez, quien me acogió en su hogar y que ahora descansa también en el cielo, y a mi abuela Marina Herrera, que me cuidó como a un hijo más.

A mi amor, Tatiana Villabona, por su amor incondicional y su compañía leal, que me ha sostenido cuando sentía que ya no podía más.

También a mis amigos cercanos: mi compañero y amigo Ángel Oyola, por su tiempo, paciencia y orientación, Andrea García, por su apoyo constante y por escucharme cuando lo necesitaba, Yenny Moreno, por estar siempre allí, Omar buitrago por el apoyo y las risas compartidas, y Steven Chaustre por cada momento que compartimos en este camino y su ayuda para pasar de la teoría a la realidad.

Con toda mi gratitud y amor, les dedico este logro.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible este proyecto. En primer lugar, a mi director de tesis, Homero Ortega Boada, por su apoyo constante, su orientación invaluable y su compromiso. Su guía fue esencial para lograr un desarrollo sólido y de calidad en este trabajo.

También extendo mi gratitud a los profesores de la Universidad Industrial de Santander, especialmente a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, por su enseñanza y apoyo durante mi formación. A la Dra. Diana Ayala, gracias por su orientación psicológica en los momentos difíciles, su ayuda fue un pilar importante en este proceso.

A mis amigos y familiares, quienes me brindaron su apoyo incondicional y siempre me dieron el ánimo necesario para seguir adelante, les agradezco de todo corazón. Finalmente, quiero agradecer a la vida por la oportunidad de estudiar en esta universidad y a todas las personas que conocí en el camino, quienes con su apoyo sincero contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

Tabla de contenido

Introducción	9
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2. Conceptos previos	11
2.1 Serverless	11
2.2 Google Apps Script (GAS)	12
2.3 Web Service	12
2.4 Web App	13
2.5 Application Programming Interface (API)	13
2.6 Endpoint	14
2.7 Métodos ágiles	14
3. Desarrollo de la solución	15
3.1 Visión de desarrollo	15
3.2 Modelo de negocio	16
3.2.1 Propuesta de valor	16
3.2.2 Segmento de clientes	17
3.2.3 Canales de distribución	17
3.2.4 Relación con el cliente	18
3.2.5 Flujo de ingresos	18
3.2.6 Recursos clave	18
3.2.7 Actividades clave	19
3.2.8 Socios clave	19
3.2.9 Estructura de costos	19
3.2.10 Student Outcomes (SO)	19
3.2.11 Procesos de medición de los SO	23
3.2.12 Proceso de planeación	26
3.2.13 Proceso de medición	28
3.2.14 Proceso de reporte	29
3.2.15 Historias de usuario	30
3.3 Solución general	32
3.4 Solución particular	33
3.4.1 Google sites	34
3.4.2 Servicios al Líder ABET	35
3.4.3 Web App Registro de mediciones	37
3.4.4 Informes	46

3.4.5 Servicio gestión de mejoras	49
3.4.6 Sistema de notificaciones	53
3.5 Desarrollo ágil	57
4. Resultados	58
4.1 Aportes Técnicos	58
4.2 Aportes No Técnicos	59
4.3 Lecciones aprendidas y desafíos abordados	60
4.4 Comparación con los Objetivos Iniciales del Proyecto	60
5. Conclusiones	60
6. Recomendaciones	62
Referencias bibliográficas	65

Tabla de figuras

Figura 1. Proceso de mejora continua.....	22
Figura 2. Metodología propuesta para levantar el diagrama de un proceso.....	24
Figura 3. Modelo descriptivo de nivel 1.....	25
Figura 4. Modelo operativo del nivel 2 o modelo de colaboración en bpmn 2.0.....	26
Figura 5. Proceso seguido por el líder ABET.....	26
Figura 6. Proceso seguido por el profesor que mide.....	29
Figura 7. Proceso seguido por el líder SO.....	30
Figura 8. Solución general.....	32
Figura 9. Google Sites.....	34
Figura 10. Servicios para el líder ABET.....	36
Figura 11. Panel de planificación de los casos de medición.....	36
Figura 12. Proceso de autenticación del profesor que mide.....	37
Figura 13. El correo electrónico con el código OTP.....	39
Figura 14. Verificación de las mediciones asociadas a un profesor.....	40
Figura 15. Formato en Excel diseñado para la entrega de mediciones.....	42
Figura 16. Pantallas de entrega de mediciones.....	42
Figura 17. Google Sheets con las preguntas personalizables.....	43
Figura 18. Proceso de recepción, registro y almacenamiento de la información.....	44
Figura 19. Pantalla del usuario para entregar las evidencias.....	44
Figura 20. Pantalla que muestra al usuario un reporte.....	45
Figura 21. Proceso automatizado que analiza las mediciones.....	46
Figura 22. Informe final de un SO.....	48
Figura 23. Proceso que gestiona automáticamente las mejoras.....	49
Figura 24. Formulario en Google Sites.....	50
Figura 25. Sistema de reportes integrado con el sistema de notificaciones.....	53
Figura 26. Correo electrónico enviado al profesor que mide.....	54
Figura 27. Correo electrónico enviado al Líder SO.....	56
Figura 28. Correo electrónico enviado al Líder SO cuando se procesan las mejoras.....	57

Resumen

Título: Diseño, desarrollo e implementación de una plataforma de gestión de las mediciones y evidencias para el proceso de acreditación internacional de los programas de pregrado de la E3T^{1*}

Autor: Brayan Rene Herrera Caicedo^{2**}

Palabras Clave: Google apps script, Student Outcomes, plataforma, gestión, mediciones, acreditación, ABET, serverless.

Descripción: Este trabajo presenta una solución para gestionar las mediciones de resultados de aprendizaje (SO, por la sigla en inglés) con fines de acreditación internacional ABET de los programas de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E3T) de la UIS. Se propone una plataforma serverless que permite a los líderes asignar roles, gestionar evaluaciones y revisar mediciones de forma eficiente. La solución fue desarrollada con Google Apps Script y se integra con herramientas de Google como Sheets, Sites y Forms. Los resultados muestran que la plataforma optimiza el proceso de evaluación de los SO, mejora la calidad educativa al permitir decisiones basadas en datos y prepara a la escuela para la reacreditación en 2027, su implementación facilita la recopilación de información crítica, posicionando a la escuela como referente en innovación educativa.

^{1*} Trabajo de Grado

^{2**} Facultad de ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Electrónica. Director: Homero Ortega Boada. Doctor en ciencias de la ingeniería.

Abstract

Title: Design, development, and implementation of a management platform for measurements and evidence in the international accreditation process of E3T undergraduate programs^{3*}

Author(s): Brayan Rene Herrera Caicedo^{4**}

Key Words: Google Apps Script, Student Outcomes, platform, management, measurements, accreditation, ABET, serverless.

Description: This work presents a solution to manage the measurement of Student Outcomes (SOs) for the purpose of ABET international accreditation in the programs of the School of Electrical, Electronic, and Telecommunications Engineering (E3T) at UIS. A serverless platform is proposed, allowing leaders to assign roles, manage assessments, and review measurements efficiently. The solution was developed using Google Apps Script and integrates with Google tools such as Sheets, Sites, and Forms. The results show that the platform optimizes the SO evaluation process, enhances educational quality by enabling data-driven decisions, and prepares the school for reaccreditation in 2027. Its implementation facilitates the collection of critical information, positioning the school as a benchmark in educational innovation.

^{1*} Undergraduate thesis

^{2**} Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electrical, Electronics, and Telecommunications Engineering, Electronics. Director: Homero Ortega Boada, Ph.D. in Engineering Sciences.

Introducción

La Universidad Industrial de Santander (UIS), comprometida con la mejora continua de sus programas académicos, ha obtenido la acreditación ABET para la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T). Esta acreditación garantiza que los programas cumplan con los estándares internacionales de calidad, algo que es crucial para la movilidad académica y profesional de los estudiantes. Sin embargo, uno de los mayores retos que enfrenta la E3T es la gestión manual de las mediciones de los Student Outcomes (SO) requeridos por ABET, pues, este proceso sin soporte tecnológico limita la capacidad de identificar áreas de mejora, dificultando la toma de decisiones informadas y ralentizando la generación de reportes precisos, lo que puede afectar negativamente la calidad educativa y poner en riesgo la reacreditación en el futuro. Aunque en el pasado se han implementado soluciones tecnológicas para medir los SO, estas no han sido serverless, lo que ha implicado mayores costos operativos, menos flexibilidad y una infraestructura más compleja.

Este proyecto se distingue por ser pionero en la implementación de una plataforma serverless que no solo automatiza el proceso de medición, sino que lo hace utilizando tecnologías ágiles y escalables, como Google Apps Script, en combinación con Google Sheets y Google Workspace, esta elección estratégica facilita una gestión más eficiente y adaptable del proceso de medición. Además de la innovación tecnológica, un componente clave del desarrollo de la solución, es el modelo de negocio, este se centra en garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la plataforma, al aprovechar el bajo costo y la escalabilidad de las tecnologías serverless. Se ha diseñado pensando en su capacidad para ser escalada y adaptada a otros programas académicos dentro de la universidad, lo que no solo mejora la gestión de los SO, sino que también abre la

posibilidad de ser replicada en otras instituciones educativas interesadas en optimizar sus procesos.

La plataforma propuesta permite que el líder ABET asigne, roles de evaluadores a los profesores encargados de las mediciones, quienes pueden subir las evidencias e instrumentos correspondientes, los líderes de SO revisan la información, piden mejoras si es necesario y gestionan todo el proceso a través de una interfaz centralizada, utilizando correos automáticos para mantener una comunicación fluida entre los actores involucrados, este nivel de automatización y eficiencia no sólo acelera la recolección de datos, sino que también permite una toma de decisiones basada en información actualizada y precisa. Los resultados iniciales muestran que la plataforma optimiza los procesos de evaluación y seguimiento de los SO, facilitando la mejora continua, a largo plazo, la implementación de esta plataforma no solo posiciona a la E3T como pionera en la utilización de tecnologías serverless para la gestión educativa, sino, que también contribuye a su visión de consolidarse como líder en innovación, la incorporación de un enfoque sólido en el modelo de negocio garantiza que la solución sea sostenible y adaptable a futuras necesidades académicas.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo de plataforma Serverless para la gestión de las mediciones y evaluaciones de Student Outcomes de un programa de formación universitaria.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar un estudio de necesidades de los usuarios, basado en historias de usuario o casos de uso.
- Realizar un diseño previo a nivel de componentes o diagramas de procesos
- Revisar el sistema existente e identificar las necesidades de mejora para que responda a al diseño previsto
- Realizar la implementación
- Validar la solución en un ambiente simulado de usuarios y mediciones.

2. Conceptos previos

2.1 Serverless

El término "serverless" se refiere a un modelo de computación en la nube donde los desarrolladores pueden ejecutar aplicaciones sin gestionar la infraestructura subyacente (AWS, 2024). Los proveedores de servicios en la nube se encargan de escalar recursos, garantizar disponibilidad y aplicar parches, permitiendo a los desarrolladores enfocarse en el código y la lógica de negocio. Las principales ventajas son la flexibilidad, el escalado automático y la

facturación por uso. Este modelo, utilizado en nuestro proyecto, permite gestionar recursos eficientemente, centrando la plataforma en ofrecer valor sin preocuparse por la infraestructura, reduciendo costos y aumentando la agilidad.

2.2 Google Apps Script (GAS)

Google Apps Script es un entorno de desarrollo en la nube que permite automatizar y extender las funcionalidades de Google Workspace, como Google Sheets, Docs y Forms, usando JavaScript. Facilita la creación de scripts personalizados que interactúan con servicios de Google y APIs externas (Google Developers, 2024). Al ser completamente serverless, su implementación es sencilla y escalable, optimizando procesos de manera eficiente sin necesidad de gestionar servidores o infraestructura.

2.3 Web Service

Un Web Service es una solución a nivel de servidor. Funciona utilizando una URL con comandos, también conocida como endpoint, para recibir entradas, procesar información en la nube y devolver una salida. Puede llevar a cabo tareas sencillas, como sumar dos números, o procesos más complejos, como la manipulación de datos, también es llamado microservicios. Un Web Service se basa en estándares web específicos como SOAP (Simple Object Access Protocol) o REST (Representational State Transfer), los cuales definen cómo deben ser estructuradas las solicitudes y las respuestas. Al usar estos protocolos, un Web Service puede ser fácilmente integrado en sistemas distribuidos, facilitando su interoperabilidad y permitiendo el desarrollo de soluciones escalables en la nube. Los Web Services son una herramienta fundamental para los desarrolladores, ya que permiten crear soluciones en la nube de manera flexible y escalable, con un enfoque en la eficiencia y simplicidad.

2.4 Web App

Una Web App es una aplicación accesible en la nube a través de un navegador web, compuesta por dos partes principales: el Front-End, que es la interfaz visible con la que el usuario interactúa, formada por páginas HTML y elementos de JavaScript que se cargan en su navegador, y el Back-End, que es el código que respalda la aplicación y se ejecuta en servidores en la nube, gestionando la lógica, procesamiento de datos y comunicación con bases de datos. Las características clave de una Web App incluyen su alojamiento en un servidor web accesible mediante una URL, la carga del Front-End en el navegador para la interacción directa con el usuario y el procesamiento del Back-End en la nube. Cada vez que un usuario accede a una Web App, se crea una versión personalizada para él, permitiendo una interacción rápida y fluida, y asegurando que múltiples usuarios puedan utilizar la misma aplicación de forma independiente, manteniendo una experiencia adaptada a sus necesidades.

2.5 Application Programming Interface (API)

Una API (Application Programming Interface) es un conjunto de herramientas y comandos que permite la comunicación entre diferentes aplicaciones, facilitando el uso de funciones específicas sin necesidad de conocer su funcionamiento interno. Actúa como intermediario que permite el intercambio de información. Por ejemplo, si deseas usar funciones avanzadas de Google Sheets en tu propio programa, puedes aprovechar la API de Google Sheets, que proporciona los comandos necesarios para interactuar con las hojas de cálculo. En Google Apps Script, la API SpreadsheetApp permite manipular hojas de cálculo mediante código, facilitando la creación, modificación o eliminación de datos sin necesidad de hacerlo manualmente. Las características clave de una API incluyen: buena documentación para guiar a los desarrolladores; autenticación y seguridad para garantizar que solo usuarios autorizados

accedan a sus funciones; versionado para que evolucione sin afectar a los usuarios existentes; métodos HTTP definidos como GET, POST, PUT y DELETE; un formato de respuesta consistente, como JSON o XML; y escalabilidad para manejar múltiples solicitudes sin perder eficiencia.

2.6 Endpoint

Un endpoint es el punto de acceso en un sistema o API donde se envían solicitudes para interactuar con un servicio o recurso específico. Estas solicitudes pueden incluir diversos componentes, como la operación deseada y datos adicionales a través de una query string. La query string es parte de la URL que envía información adicional al servidor y comienza con un signo de interrogación (?). Por ejemplo, si deseas obtener información de un producto de una tienda en línea, la URL podría ser `https://api.tiendaonline.com/productos/123`. Aquí, 123 es el identificador del producto. Si además deseas obtener el precio, podrías usar una query string como `https://api.tiendaonline.com/productos/123?info=precio`. Si quieres consultar tanto el precio como la disponibilidad, la URL se vería así: `https://api.tiendaonline.com/productos/123?info=precio&stock=true`.

2.7 Métodos ágiles

Las metodologías ágiles son enfoques de gestión y desarrollo de proyectos que se adaptan a entornos cambiantes y complejos, basándose en la entrega rápida y continua de pequeños incrementos de un producto, en lugar de esperar a que el proyecto esté completo (Agile Alliance, 2001). Esto permite a los equipos responder de manera eficiente a cambios en los requisitos o en las necesidades del cliente. El desarrollo ágil fomenta la colaboración constante entre los miembros del equipo y con el cliente, facilitando la toma de decisiones basadas en la retroalimentación continua. Los ciclos de trabajo cortos, llamados sprints o iteraciones, permiten

ajustar rápidamente el rumbo del proyecto, asegurando que el producto final sea de mayor calidad y cumpla con las expectativas del cliente. Un principio clave es la adaptabilidad a los cambios, reconociendo que en muchos proyectos, especialmente en desarrollo de software, es difícil prever todos los requerimientos desde el inicio. Las metodologías ágiles incluyen frameworks como Scrum (Amazon Web Services, s.f.) y Kanban, que gestionan tareas y recursos de manera flexible y eficiente. En este proyecto, se utilizó una metodología ágil adaptada a las necesidades específicas del desarrollo, permitiendo una gestión eficiente y flexible del proceso, promoviendo tanto la mejora continua como la entrega constante de valor a los usuarios.

3. Desarrollo de la solución

En este capítulo se presentará el proceso de desarrollo de la plataforma serverless para la gestión y seguimiento de las mediciones de los Student Outcomes (SO) en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T), utilizando Google Apps Script como herramienta de desarrollo e integrando las hojas de Google Sheets y la nube de Google Workspace para el almacenamiento y gestión de datos. Se describirán las diferentes etapas del proceso de desarrollo, desde el análisis de requisitos hasta la implementación y pruebas de la plataforma, además, se presentarán las decisiones tomadas en cada etapa junto con las herramientas y metodologías utilizadas para llevar a cabo el desarrollo.

3.1 Visión de desarrollo

La plataforma está diseñada para ser escalable, segura y adaptable a diferentes instituciones educativas, con el objetivo de automatizar completamente la recolección, análisis y generación de informes de mediciones. A futuro, se busca integrar inteligencia artificial para optimizar el análisis de datos, ofreciendo información en tiempo real para la mejora continua de programas

académicos. El sistema seguirá siendo intuitivo, permitiendo personalización según las necesidades de cada institución, y reducirá la carga manual en los procesos. La plataforma también ampliará sus capacidades de colaboración y se integrará con otras herramientas, consolidándose como una solución clave en la gestión académica y de acreditaciones.

3.2 Modelo de negocio

El modelo de negocio es un componente esencial que respalda la visión de desarrollo de la plataforma que se está implementando. Este modelo no solo establece cómo se generará valor y se alcanzarán los objetivos estratégicos, sino que también proporciona un marco para comprender las necesidades de los usuarios y los procesos que siguen los participantes en el negocio. Conocer las necesidades de los usuarios es fundamental para diseñar una solución efectiva y sostenible. Para ello, es indispensable mapear los procesos de los participantes, lo que permite identificar las interacciones, flujos de trabajo y desafíos que enfrentan. Esta comprensión profunda asegura que la plataforma no solo sea funcional, sino que también esté alineada con las expectativas y requerimientos de sus usuarios finales.

En este capítulo, se presentará el modelo de negocio desarrollado para la plataforma, que incluirá el uso de BPMN 2.0 para representar gráficamente los procesos de los participantes. Además, se destacará cómo esta información, recopilada con el apoyo del profesor Homero Horteiga, líder ABET en la E3T, permitirá garantizar que la solución propuesta no solo atienda las necesidades actuales, sino que también se adapte a futuras demandas en el contexto académico.

3.2.1 Propuesta de valor

La plataforma resuelve la falta de una solución tecnológica eficiente para gestionar la

medición de los (SO) en la Escuela (E3T), previamente, los intentos de implementar un sistema eran complejos, difíciles de usar, y no ofrecían un proceso completo. La plataforma simplifica la autenticación, organiza el proceso de medición, y permite la recopilación de evidencias necesarias para la reacreditación ABET en el 2027, esto beneficia directamente al líder ABET, quien puede planificar fácilmente las mediciones, asignar roles a los profesores y revisar la información de manera precisa y rápida, los líderes SO reciben notificaciones automáticas con la información necesaria para su revisión, y los profesores encargados de medir encuentran un proceso guiado que les permite realizar sus reportes de manera sencilla, además, la plataforma ahorra tiempo y facilita la toma de decisiones informadas en el proceso de mejora continua de la educación.

3.2.2 Segmento de clientes

La plataforma está dirigida a cualquier escuela que desee implementar una solución fácil de adaptar, escalable y económica para gestionar las mediciones de los SO, esenciales en el proceso de acreditación ABET, es personalizable para adaptarse a los procesos específicos de cada institución, permitiendo ajustar parámetros como la meta de las mediciones, la lista de profesores y las asignaciones de roles, además, puede integrarse con otros servicios mediante API y Webhooks, lo que facilita la interoperabilidad con los sistemas ya existentes en cada escuela.

3.2.3 Canales de distribución

Los usuarios acceden a la plataforma a través de un navegador web, lo que la hace accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet, los componentes principales son Google Apps Script, Google Forms, Google Sites y Google Sheets, que permiten la interacción

entre los diferentes actores del proceso de medición de SO, para implementar la solución, la universidad o escuela interesada puede solicitar una copia del proyecto, y, tras una sencilla configuración, el sistema estará listo para ser utilizado.

3.2.4 Relación con el cliente

La plataforma está diseñada para ser autoservicio, lo que minimiza la necesidad de soporte técnico una vez que ha sido instalada y configurada, sin embargo, se puede ofrecer soporte personalizado y mantenimiento como un servicio adicional, las solicitudes o problemas de los usuarios se gestionan mediante correo electrónico, y para asegurar la satisfacción del cliente, la plataforma se personaliza según las necesidades de cada escuela, garantizando una experiencia optimizada.

3.2.5 Flujo de ingresos

Actualmente, la plataforma es un proyecto académico y no genera ingresos, pero tiene el potencial de convertirse en un producto comercial, se plantea ofrecerla a otras escuelas, con posibles fuentes de ingresos como la venta de la plataforma, servicios de mantenimiento o desarrollo de nuevos módulos personalizados, también se contempla la posibilidad de una versión premium, que incluiría funcionalidades avanzadas y soporte continuo.

3.2.6 Recursos clave

Los recursos clave incluyen una cuenta de Google, acceso a internet, suficiente espacio de almacenamiento en Google Drive, además, es fundamental tener un navegador web para acceder a la plataforma, para futuro, se podrían desarrollar nuevas integraciones para almacenar información en otros servicios de almacenamiento en la nube.

3.2.7 Actividades clave

Una vez configurada, la plataforma no requiere mantenimiento regular gracias a su naturaleza serverless, las actividades clave incluyen la instalación inicial, la configuración personalizada, y el desarrollo de mejoras o nuevos servicios según sea necesario, Google se encarga del mantenimiento de la infraestructura, lo que garantiza la estabilidad y el correcto funcionamiento de los servicios.

3.2.8 Socios clave

Los principales socios son los líderes de acreditación ABET y los líderes de SO, quienes son fundamentales para adaptar y mejorar la plataforma según las necesidades del proceso de mejora continua en cada escuela, a medida que la plataforma crece, se debe trabajar con otras escuelas que busquen obtener o mantener la acreditación ABET..

3.2.9 Estructura de costos

Los principales costos están relacionados con el uso de los servicios de Google, aunque para una escuela como la E3T, estos costos son nulos debido al bajo volumen de uso comparados con el uso gratuito que permite Google, además, los costos de desarrollo son mínimos, ya que la plataforma ha sido diseñada para ser fácil de instalar y mantener, la arquitectura serverless minimiza los costos operativos, ya que Google gestiona la infraestructura.

3.2.10 Student Outcomes (SO)

En este proyecto usaremos la sigla SO (Student Outcomes) para referirnos a los resultados de aprendizaje. No se traduce el término porque los resultados de aprendizaje para la acreditación nacional difieren de los usados en la acreditación internacional. Por eso, cuando

hablemos de acreditación nacional usaremos el término Resultados de Aprendizaje (RA), pero cuando se trate de acreditación internacional usaremos el término SO.

Para el proceso de acreditación, ABET establece ocho criterios (About ABET, 2022), cuyo objetivo es fomentar la mejora continua en la calidad de la educación en ingeniería, de manera que responda a las necesidades de un entorno dinámico y competitivo. En este proyecto, nos enfocaremos en el Criterio 3, denominado Student Outcomes, el cual establece lo siguiente:

El programa debe haber documentado los resultados de los estudiantes que apoyan los objetivos educativos del programa. El logro de estos resultados prepara a los graduados para entrar en la práctica profesional de la ingeniería. Los resultados de los estudiantes son los resultados SO1 al SO7, más cualquier resultado adicional que pueda ser articulado por el programa.

SO1: Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de la ingeniería, la ciencia y las matemáticas.

SO2: Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud, la seguridad y el bienestar públicos, así como factores globales, culturales, sociales, medioambientales y económicos.

SO3: Capacidad para comunicarse eficazmente con distintos públicos.

SO4: Capacidad para reconocer las responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y para emitir juicios fundamentados, que deben tener en cuenta el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, medioambientales y sociales.

SO5: capacidad para trabajar eficazmente en un equipo cuyos miembros aportan conjuntamente liderazgo, creen un entorno colaborativo e integrador, establezcan metas, planifiquen tareas y cumplan objetivos.

SO6: Capacidad para desarrollar y llevar a cabo experimentos adecuados, analizar e interpretar datos y utilizar el juicio técnico para extraer conclusiones.

SO7: capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas. (About ABET, 2022).

Al obtener la acreditación ABET, la escuela se compromete, como se muestra en la Figura 1, a medir el nivel de logro de estas siete competencias en los estudiantes a lo largo de la carrera, formando sus habilidades en función de los resultados y garantizando su mejora continua en cada ciclo de medición. Este proceso sigue un ciclo lógico de retroalimentación y ajuste constante para asegurar que los estudiantes estén bien preparados para enfrentar los desafíos del "mundo real."

La figura 1 muestra cómo los estudiantes ($x[n]$) ingresan al sistema educativo con ciertas competencias adquiridas ($c[n]$). A lo largo de su formación, las mejoras implementadas en el proceso educativo buscan elevar esas competencias, lo que se traduce en $y[n] = x[n] + c[n]$ — la suma del conocimiento previo y las nuevas habilidades adquiridas.

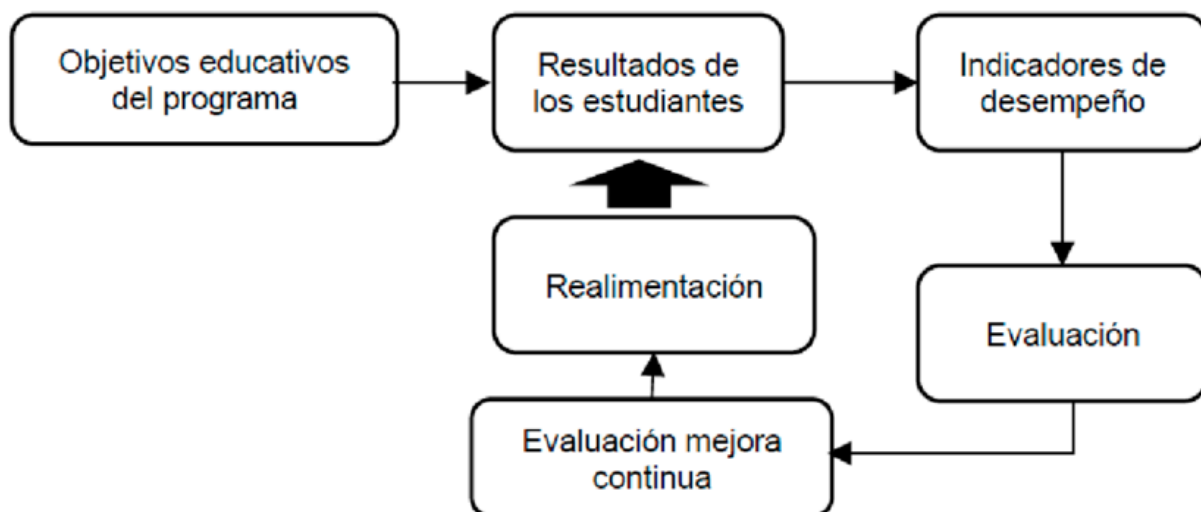
Este proceso de mejora continua se alimenta de la medición de los Student Outcomes (SO), la cual se realiza a través de métodos directos (como las rúbricas de cursos, exámenes integradores -EXIM-, y las pruebas Saber Pro) y métodos indirectos (como encuestas a egresados). Los resultados de estas mediciones permiten identificar áreas de mejora, ya que se evalúa si al menos el 70% de los estudiantes alcanzan un nivel de competencia aceptable

(puntaje 3). De no ser así, se planifican e implementan nuevas mejoras para garantizar que el proceso de formación siga evolucionando.

Este ciclo de medición, mejora e implementación está en el corazón de la reacreditación ABET, que exige a la escuela garantizar no solo la adquisición de competencias, sino también su continua optimización, asegurando que los estudiantes estén mejor preparados para enfrentar los desafíos profesionales una vez que egresan. Para el modelo de negocio de la plataforma que he desarrollado, ha sido fundamental entender en detalle cómo se lleva a cabo este proceso de medición y mejora continua en la E3T. Conociendo a fondo las dinámicas actuales de los usuarios y los procesos implementados, he diseñado una solución tecnológica que se adapta a sus necesidades, y a la vez mejora y automatiza las etapas críticas, como la medición de los Student Outcomes (SO). Esto asegura que la plataforma integre de manera eficiente los mecanismos existentes y facilite la recolección de datos, de modo que, cuando llegan las revisiones de los pares internacionales de ABET, toda la información esté organizada y fácilmente accesible.

Figura 1

Proceso de mejora continua. Hablar de un SO es hablar de medir, formar y mejorar.



Nota. Tomado de *Modelo de implementación de resultados de aprendizaje: armonizando el Consejo Nacional de Acreditación de Colombia con el sistema de acreditación internacional ABET. Formación universitaria*. Vol. 17,(p.95) Por Martínez-Ardila, Hugo & Contreras-Pacheco, Orlando & Mosquera-Navarro, Rodolfo. (2024).

3.2.11 Procesos de medición de los SO

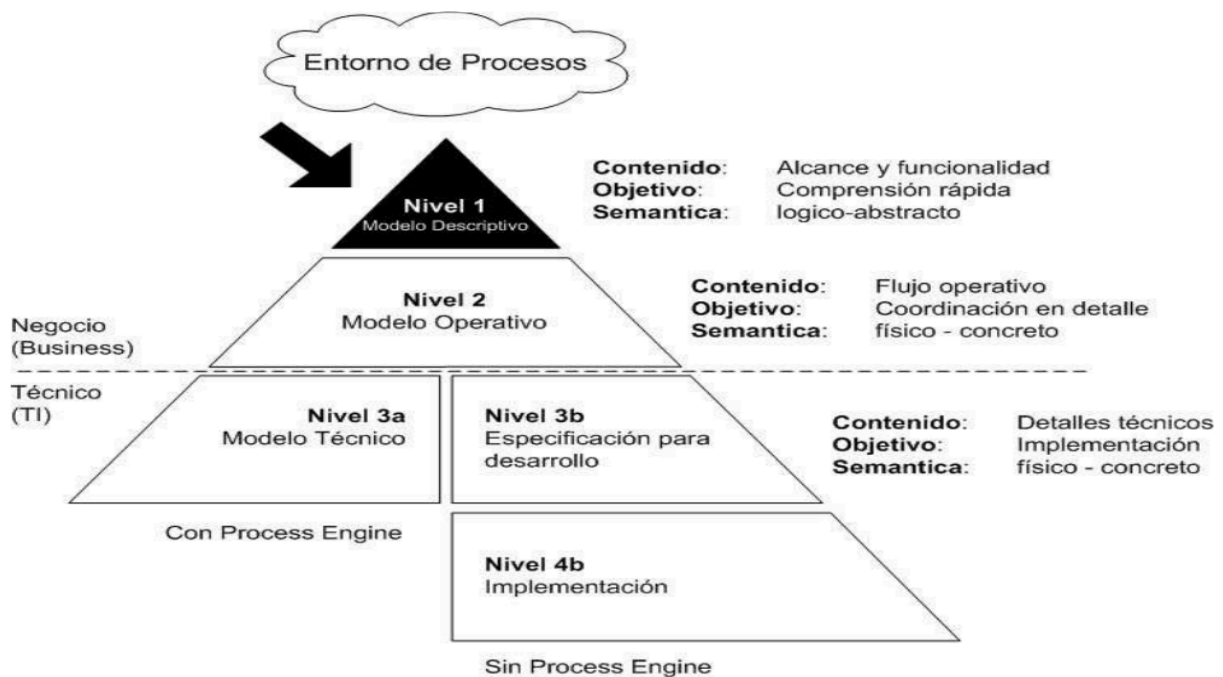
Para documentar el proceso de medición de los (SO), se utilizó BPMN 2.0, siguiendo la metodología presentada en el libro *BPMN 2.0: Manual de Referencia y Guía Práctica* de Jakob Freund, Bernd Rücker y Bernhard Hitpass, esta metodología se puede resumir en tres niveles, como se muestra en la figura 2, en el nivel 1, se elabora un modelo descriptivo que permite una comprensión rápida del proceso, este nivel muestra el alcance general del proceso y permite identificar de manera clara a los principales participantes involucrados. En el nivel 2, se agregan más detalles al modelo para describir la coordinación entre los participantes, aquí se refleja cómo realmente se lleva a cabo el trabajo, y se puede generar una vista detallada del proceso para cada participante, la cual puede ser utilizada como guía en las actividades diarias.

A partir del nivel 3, se pueden tomar dos caminos: El primero consiste en utilizar un *Process Engine*, el cual permite interpretar directamente un diagrama en BPMN 2.0 e implementarlo en un software, aunque este enfoque es altamente eficiente y muchas empresas ofrecen este tipo de servicios, suele ser costoso (*BPMN 2.0: Manual de Referencia y Guía Práctica* de Jakob Freund, Bernd Rücker y Bernhard Hitpass). El segundo camino implica desarrollar e implementar el software necesario utilizando herramientas tradicionales, como entornos de desarrollo y bases de datos, para darle soporte al proceso. En nuestro caso, optamos por proporcionar soporte tecnológico al proceso utilizando diversas herramientas de Google,

desarrollando servicios sobre Google Apps Script.

Figura 2

Metodología propuesta para levantar el diagrama de un proceso en notación bpmn 2.0. BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica Jakob Freund Bernd Rücker Bernhard Hitpass Cuarta Edición 2014.



Siguiendo esta metodología, se recolectó la información necesaria para elaborar el modelo descriptivo del nivel 1, el cual se presenta en la figura 3. Se observa que los actores principales son el líder ABET, los profesores que realizan las mediciones, los líderes de cada SO y el claustro de profesores.

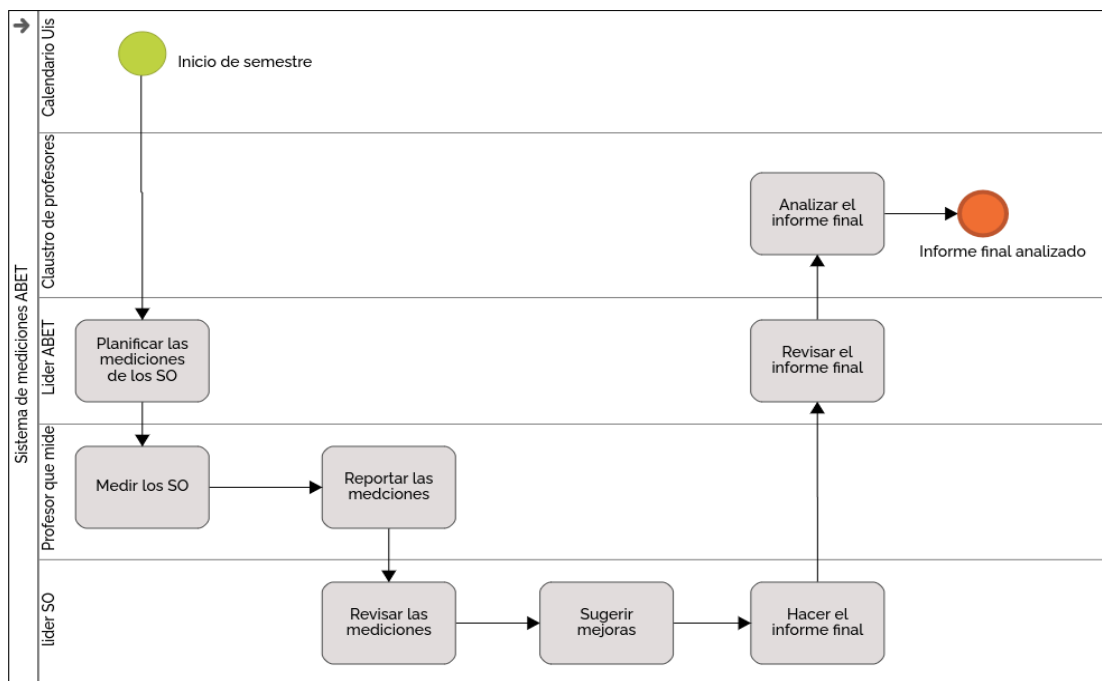
Para el alcance de este proyecto, se limitan a los procesos que siguen el líder ABET, los líderes de cada SO, y los profesores encargados de realizar las mediciones. En el diagrama se observa que todo comienza con el líder ABET, quien tiene la responsabilidad de planear los ciclos de mediciones. Una vez hecho esto, los profesores asignados a realizar las mediciones proceden con su ejecución para, posteriormente, reportarlas al líder de cada SO, quien se encarga

de revisarlas y verificar que cumplan con los criterios establecidos por la escuela. Finalmente, el líder de cada SO debe reportar las mediciones recibidas al líder ABET.

Para el nivel 2, se realizó el modelo de colaboración que se presenta en la figura 4, donde se puede observar claramente la relación entre los diferentes actores, el flujo detallado del proceso, las decisiones que cada actor debe tomar y cómo estas decisiones afectan a los demás participantes del proceso. Esto también permite identificar oportunidades de mejora para hacer el proceso más eficiente y amigable para todos.

Figura 3

Modelo descriptivo de nivel 1. Presenta el proceso general seguido para realizar las mediciones de los SO.

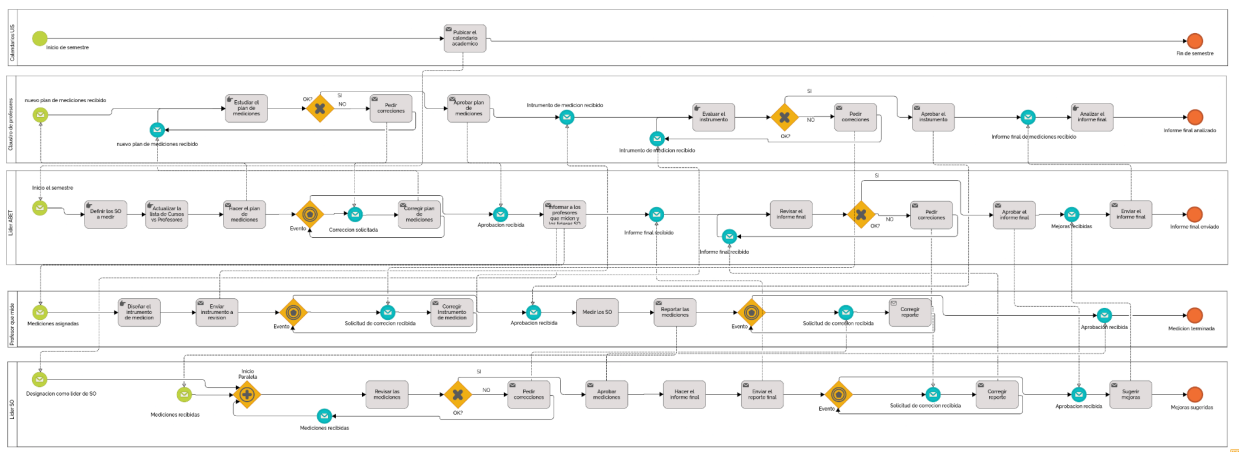


Asimismo, se identifican las partes del proceso que pueden ser automatizadas, digitalizadas o asistidas por servicios. En este caso, se propone el uso de Google Apps Script y otros servicios

proporcionados por Google para hacer el trabajo más eficiente, ahorrar tiempo en el procesamiento y mantener la seguridad de la información.

Figura 4

Modelo operativo del nivel 2 o modelo de colaboración en bpmn 2.0. Presenta el proceso operativo seguido para realizar las mediciones de los SO, donde se detallan las relaciones entre todos los participantes y sus funciones.

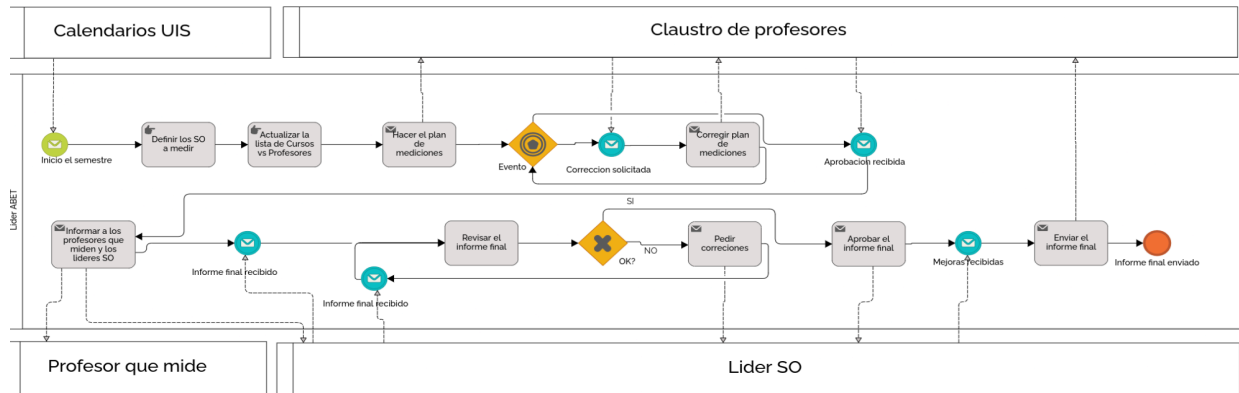


Para obtener una visión más clara del proceso, se modelaron los procedimientos desde la perspectiva de los participantes, con los demás poles cerrados. Estos modelos resultan útiles, ya que permiten a cada rol identificar con precisión sus tareas y con quién deben interactuar. Con el fin de acotar el proceso al alcance de este proyecto, se presentan los procedimientos correspondientes al líder ABET, el profesor encargado de las mediciones y el líder de SO

3.2.12 Proceso de planeación

Figura 5

Proceso seguido por el líder ABET.



El proceso seguido por el Líder ABET puede observarse en la figura 5, donde se muestra cómo interactúa con los demás participantes del proceso. Su labor es fundamental para iniciar el procedimiento de mediciones, ya que es responsable de planificar la medición de los SO y supervisar el desarrollo de todo el proceso, asegurando su cumplimiento dentro de los plazos establecidos. A continuación, se presenta la lista de tareas que debe llevar a cabo.

Definir los SO a medir: en cada ciclo se miden diferentes SO.

Actualizar la lista de cursos vs. Profesores: En cada ciclo, se debe actualizar la lista de profesores responsables de impartir los cursos ofrecidos en la E3T.

Elaboración del plan de mediciones: Con la información necesaria disponible, el líder ABET define los SO a medir, los cursos involucrados, los profesores encargados de realizar las mediciones y los docentes designados como líderes de cada SO.

Corregir plan de mediciones: en caso de inconsistencias, el líder ABET, debe corregir el plan de mediciones hasta que sea aprobado.

Informar a los profesores que miden y a los líderes SO: Con el plan de mediciones aprobado, el líder ABET comunica a los profesores asignados sus responsabilidades y los plazos establecidos para llevar a cabo las mediciones. Además, les proporciona toda la información necesaria, como manuales y rúbricas, que serán utilizados en el proceso de evaluación.

Revisar el informe final: El líder de cada SO presenta un informe con las mediciones que le entregaron los profesores que miden, el líder ABET lo revisa.

Pedir correcciones: en caso de encontrar inconsistencias, solicita al líder del SO las correcciones necesarias.

Aprobar el informe final: Si el informe es adecuado, el profesor lo aprueba y queda listo para ser enviado al claustro de profesores.

Enviar el informe final: el último paso es presentar el informe en el claustro de profesores.

3.2.13 Proceso de medición

El profesor que mide actúa como un sensor, recopilando información sobre las capacidades de los estudiantes. Para obtener datos valiosos, se deben diseñar instrumentos de medición capaces de captar de manera efectiva dichas capacidades. Para ello, el profesor que mide debe contar con manuales y rúbricas claras que le permitan desarrollar instrumentos de medición eficientes.

El proceso que sigue el profesor que mide se ilustra en la figura 6, donde se muestra que su tarea comienza al ser informado por el líder ABET sobre las mediciones que le han sido asignadas. A continuación, se enuncian las restantes tareas.

Diseñar el instrumento de medición: Al ser asignado como profesor de medición, su primera tarea consiste en diseñar un instrumento que permita evaluar las capacidades del estudiante. Para ello, el profesor debe informarse adecuadamente sobre las rúbricas a utilizar. Esta información debe ser clara y de fácil acceso.

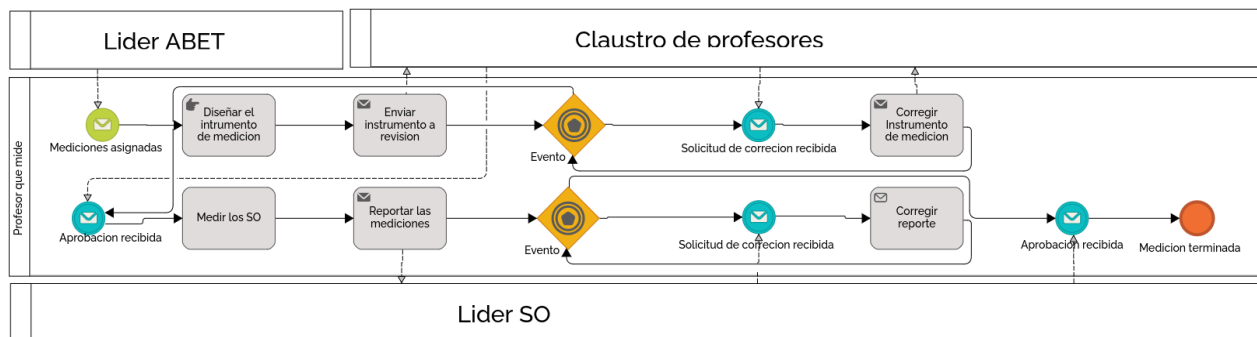
Medición de los SO: Con el instrumento de medición preparado, el profesor procede a realizar la medición de los Student Outcomes.

Reportar las mediciones: El profesor, después de evaluar a los estudiantes, reporta al líder SO los resultados de las mediciones en un formato adecuado, acompañado de evidencias que respalden futuros procesos de mejora.

Corregir reporte: En caso de que el líder SO lo solicite, se realizan las mejoras requeridas. De esta manera, el profesor, quien participa en este proceso de medición, concluye su labor evaluativa.

Figura 6

Proceso seguido por el profesor que mide.



3.2.14 Proceso de reporte

El líder de cada SO sigue el proceso mostrado en la figura 7, su tarea es asistir al líder ABET en la recolección, revisión y aprobación de las mediciones, lo cual es fundamental para garantizar que estas se hayan realizado correctamente y puedan utilizarse para tomar decisiones orientadas a mejorar la calidad de la educación impartida. Esta labor también requiere un esfuerzo considerable, ya que implica organizar, almacenar, procesar y analizar la información proporcionada por los profesores que realizan las mediciones. Todo esto demanda servicios que agilicen el proceso y permitan disponer de la información de manera oportuna para la toma de decisiones. A Continuación las tareas que debe realizar el líder SO.

Revisar las mediciones: Verifique que sean coherentes y cuenten con las evidencias y el

instrumento de medición adecuado.

Pedir correcciones: Si encuentra inconsistencias pide correcciones al profesor que mide.

Aprobar mediciones: Si todo está correcto entonces aprueba la medición.

Hacer el informe final: Al tener todas las mediciones de un SO, el siguiente paso es generar un informe consolidado que reúna todas las mediciones asociadas a dicho SO.

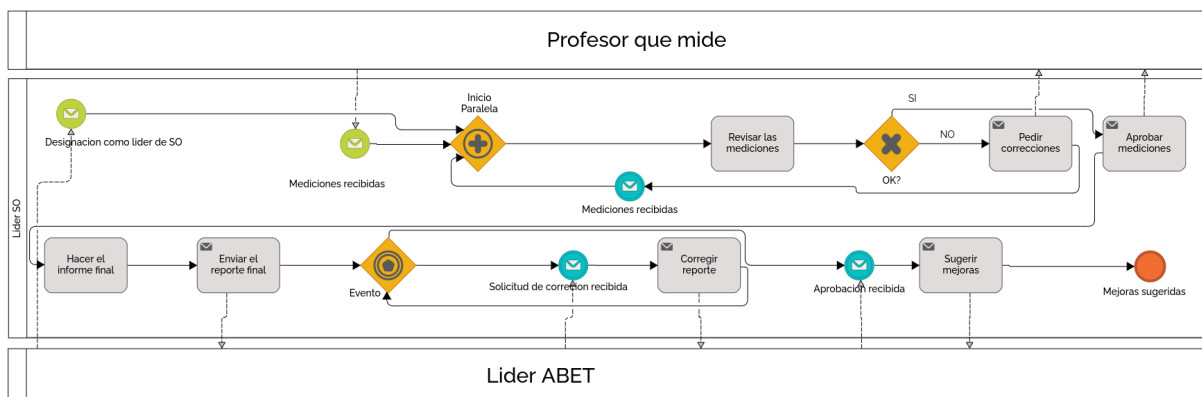
Enviar el reporte final: Envía el informe consolidado al líder ABET para su revisión.

Corregir reporte: Si el líder ABET lo solicita, realiza las correcciones o mejoras necesarias en el informe según las indicaciones dadas.

Sugerir mejoras: La tarea final es identificar oportunidades de mejora basadas en las mediciones realizadas y los datos obtenidos, las cuales se incluyen junto al informe final.

Figura 7

Proceso seguido por el líder SO.



Siguiendo la metodología mostrada en la figura 2, se procede al nivel 3b. Para ello, se recopilaron las siguientes historias de usuario.

3.2.15 Historias de usuario

Para garantizar una implementación efectiva del proyecto, se levantaron historias de

usuario basadas en la información proporcionada por el líder ABET, delimitadas cuidadosamente para abordar las necesidades clave dentro del alcance del proyecto.

1. Acceso a la rúbrica correspondiente: Como profesor encargado de realizar mediciones, quiero acceder fácilmente a la rúbrica correspondiente, para asegurarme de utilizar los criterios adecuados en la evaluación de los Student Outcomes (SO).

2. Visualización de mediciones asignadas: Como profesor encargado de realizar mediciones, necesito una visualización clara de las mediciones asignadas, para poder priorizar mi trabajo y cumplir con los plazos establecidos.

3. Subida rápida y fácil de mediciones: Como profesor encargado de realizar mediciones, quiero poder subir de manera rápida y sencilla las mediciones, evidencias y otra información relevante, para contribuir a la eficiencia y cumplimiento de los compromisos asignados.

4. Notificaciones claras sobre mejoras solicitadas: Como profesor encargado de realizar mediciones, quiero recibir notificaciones claras y oportunas sobre las mejoras solicitadas por los líderes de los SO, para abordarlas de manera eficiente y garantizar que se cumplan los requisitos.

5. Entrega sencilla de mejoras solicitadas: Como profesor encargado de realizar mediciones, necesito poder entregar fácilmente las mejoras solicitadas, para contribuir a la mejora continua de la calidad de la educación.

6. Revisión y aprobación de mediciones: Como líder de los SO, quiero revisar, aprobar y solicitar mejoras en las mediciones y evidencias subidas por los profesores, para garantizar la calidad y pertinencia de la información.

7. Sugerencia de mejoras desde las mediciones: Como líder de los SO, quiero poder sugerir mejoras a partir de las mediciones recibidas, para contribuir a la mejora continua del programa.

8. Asignación de roles y permisos: Como líder ABET quiero asignar roles y permisos de

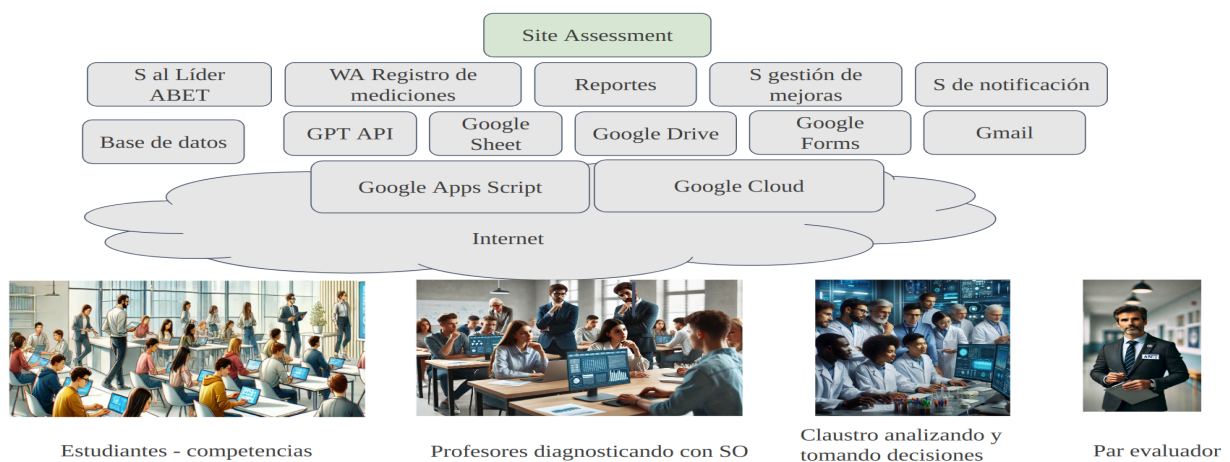
manera eficiente, para garantizar la seguridad de la información.

3.3 Solución general

En el futuro, la E3T continuará con su esfuerzo por mejorar la calidad de la educación mediante el desarrollo de nuevos servicios que no solo complementarán la plataforma desarrollada en este proyecto, sino que también podrán integrarse con otros avances tecnológicos. Esta visión global busca abordar las necesidades de todos los actores involucrados en el proceso de medición de los SO, fomentando la mejora continua de la calidad educativa. Este proyecto es una solución innovadora y de visión futurista, ya que no solo automatiza procesos actuales, sino que también sienta las bases para la integración con futuras tecnologías, como la inteligencia artificial. Actualmente, la E3T cuenta con un chatbot llamado GPTE3T, que responde preguntas relacionadas con el proceso de medición basado en la documentación disponible. Esta integración preliminar de IA demuestra el potencial para futuras expansiones donde la inteligencia artificial jugará un papel crucial en el análisis de datos, la predicción de resultados y la optimización de los procesos de evaluación.

Figura 8

Solución general.



La plataforma desarrollada aquí, junto con servicios futuros, formará un ecosistema que no solo facilitará las operaciones de la E3T, sino que también permitirá una experiencia más dinámica, escalable y personalizada para todos los usuarios involucrados. Al combinar estos avances, la E3T se asegura de estar a la vanguardia de las tecnologías educativas, asegurando una mejora continua y un proceso de acreditación más eficiente. En la figura 8 se presenta la solución general, la cual contempla servicios para el líder ABET, una Web App de registro de mediciones, reportes, un sistema de gestión de mejoras, un sistema de notificaciones y la integración con otros servicios, como inteligencia artificial.

3.4 Solución particular

La solución desarrollada en este proyecto consiste en una serie de servicios y módulos orientados a satisfacer las necesidades de los usuarios y optimizar el proceso de medición de los Student Outcomes (SO). Para lograrlo, se aprovechó el ecosistema de herramientas de Google, como Sheets, Sites, Forms, y Apps Script, creando una plataforma flexible, eficiente y adaptada a las necesidades de la E3T. Esta plataforma utiliza tecnología serverless junto con la infraestructura gratuita de Google Workspace, lo que facilita que los usuarios accedan a los servicios desde cualquier lugar con una conexión a internet. Además, se eligieron aplicaciones familiares para los profesores de la Universidad Industrial de Santander, lo que no solo redujo el tiempo de desarrollo, sino que también facilitó su adopción.

Entre los componentes implementados, se desarrollaron Web Apps para gestionar y procesar la información, utilizando Google Sheets como base de datos para el registro de datos y Google Drive como almacenamiento final de toda la documentación del proyecto. También se aplicaron principios de ingeniería de procesos para optimizar el flujo de trabajo, mejorando la eficiencia, la calidad y eliminando ineficiencias detectadas a lo largo del proceso.

En línea con los objetivos del proyecto y el flujo de los procesos, se diseñó una solución centrada en las personas. Es amigable, fácil de usar y proporciona las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de medición de los SO de manera ágil y eficiente. A continuación, se detallan los módulos y servicios desarrollados que conforman esta solución.

3.4.1 Google sites

Dentro del ecosistema de Google, Google Sites se presenta como la herramienta más adecuada para centralizar la información y servicios de la plataforma desarrollada. Al ser intuitiva y accesible, Google Sites permite crear una página web donde todos los actores involucrados en el proceso de medición de los Student Outcomes (SO) puedan acceder a los recursos y servicios necesarios de manera clara y organizada.

Por esta razón, se diseñó un Google Sites que centraliza toda la información y herramientas desarrolladas. Como se muestra en la figura 9 la página web está estructurada en diferentes secciones, cada una destinada a facilitar la participación de los distintos usuarios en el proceso de medición de los SO. Desde este sitio, los participantes pueden encontrar fácilmente todo lo que necesitan para cumplir con sus responsabilidades dentro del sistema de medición, logrando así una experiencia de usuario eficiente y accesible.

Figura 9

Google Sites. Centraliza toda la información y herramientas desarrolladas.



3.4.2 Servicios al Líder ABET

Teniendo en cuenta el proceso que sigue el líder ABET, ilustrado en la figura 5, y sus responsabilidades dentro del sistema de medición, se creó una sección en Google Sites donde puede acceder a diferentes servicios y herramientas que apoyan su rol en el proceso.

Una de estas herramientas es el panel de configuración de los casos de medición, desarrollado en Google Sheets. La decisión de utilizar Google Sheets se fundamenta en que la base de datos de profesores y cursos también se gestiona allí, lo que facilita la importación y actualización de la información cada semestre. Este panel de configuración, como se muestra en la figura 11, permite planificar las mediciones de los SO de manera ágil, seleccionando únicamente cuatro elementos: la carrera, la materia, el profesor encargado de la medición, y el

líder de SO. Toda esta información se mantiene sincronizada con la base de datos más reciente proporcionada por la escuela, garantizando que los datos siempre estén actualizados y simplificando el trabajo del líder ABET en cada ciclo académico.

Figura 10

Servicios para el líder ABET. Se muestra la sección de Google Sites donde el líder ABET puede encontrar el panel de configuración de las mediciones y otros servicios.



Aquí se brinda accesos a varios documentos y servicios que el Lider ABET requiere

Se entiende por Lider ABET al profesor: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga y Homero Ortega Boada

- [El plan de mediciones en pdf](#): Es el pdf que podemos compartir por correo electrónico a los profesores que está comprometidos con las mediciones. Nota 1: al hacer clic, el documento bajará a su computador para que lo envíe correo. Nota 2: Aunque se trata de un pdf, Google se encarga de que se actualiza cada vez que se realicen cambios en la [fuente original](#)
- [El formato de registro de mediciones](#): Este es el excel que los profesores que miden deben llenar. Nota: contine información suficiente para que el profesor comprenda todo lo que debe hacer para llenarlo y enviarlo.
- [Base de datos de mediciones registradas](#): Es el destino bruto de las mediciones
- [Base de datos de ideas de mejoras registradas](#)
- [Panel de configuración de los casos de medición y de formación.](#)

Figura 11

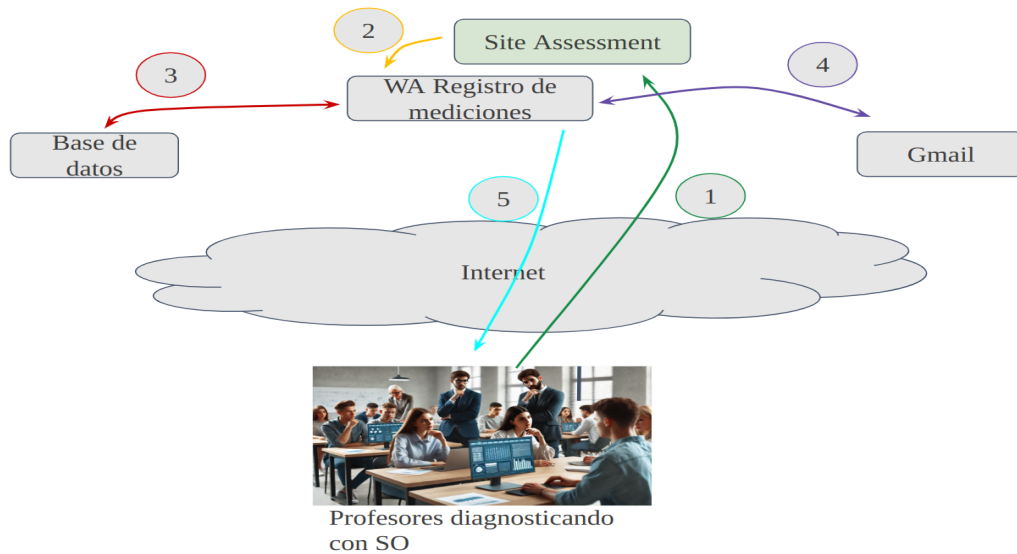
Panel de planificación de los casos de medición. Se permite planificar las mediciones asignando la carrera, la materia, el profesor encargado de medir y el líder SO, basándose en la información más reciente proporcionada por la escuela.

Curso	Sigla	Programa	SO	AlasAsignatura	Asignatura	Profes	ProfeQueReporta	correo3t	correoUs	celular	Compro miso	Nivel	Lider de SO	correo3tL	corre
1.Electronics.S01.1	Signal Processing	Electronics	SO1	Asig1	2332 - Signal Processing	VELASCO CAPACHO DANIEL ALEXANDER, PERTUZ ARROYO SAID DAVID, NIÑO NIÑO CARLOS ANDRES, GARCIA ARENAS HANS YECID	SAID DAVID PERTUZ ARROYO	spertuz@e3t.us.edu.co	spertuz@uis.edu.co	3046647362	medir	Introductori	SAID DAVID PERTUZ ARROYO	spertuz@e3t.us.edu.co	ispert
2.Electronics.S01.2	Electrical Circuits I	Electronics	SO1	Asig2	2169 - Electrical Circuits I	IVAN DAVID SERNA SUAREZ	IVAN DAVID SERNA SUAREZ	ivan.serna@e3t.us.edu.co	idsersua@uis.edu.co	3162854242	medir	Demostrativ	SAID DAVID PERTUZ ARROYO	spertuz@e3t.us.edu.co	ispert
3.Electronics.S01.3	Signal Processing	Electric	SO1	Asig1	2332 - Signal Processing	VELASCO CAPACHO DANIEL ALEXANDER, PERTUZ ARROYO SAID DAVID, NIÑO NIÑO CARLOS ANDRES, GARCIA ARENAS HANS YECID	SAID DAVID PERTUZ ARROYO	spertuz@e3t.us.edu.co	spertuz@uis.edu.co	3046647362	medir	Introductori	JOHANN FARITH PETIT SUAREZ	jpeth@e3t.us.edu.co	jpeth
4.Electronics.S01.4	Power Systems I	Electric	SO1	Asig2	23359 - Power Systems I	PETIT SUAREZ JOHANN FARITH, BLANCO SOLANO JAIRO	JOHANN FARITH PETIT SUAREZ	jpeth@e3t.us.edu.co	jpeth@uis.edu.co	3017485569	medir	Demostrativ	JOHANN FARITH PETIT SUAREZ	jpeth@e3t.us.edu.co	jpeth
5.Electronics.S02.5	Process Automation	Electronics	SO2	Asig1	2743 - Process Automation	RINCON SARAVIA ROLANDO ANDRES, MOTTA NIETO DIEGO FERNANDO(P), GALINDEZ ORTIZ GUILLERMO(HUMBERTO(P))	Rolando Andrés Rincon Saravia	rolando.rincon@e3t.us.edu.co	ing.rolando.rincon@gmail.com	3008661543	medir	Introductori	JAIME GUILLERMO BARRERO PEREZ	jbarrera@e3t.us.edu.co	jbarr
6.Electronics.S02.6	Electronic Systems Design	Electronics	SO2	Asig2	2744 - Electronic Systems Design	BARRERO PEREZ JAIME GUILLERMO, PACHECO SALVADOR, DOVALE VARGAS LUISA FERNANDA, MIER MARTINEZ JAVIER ENRIQUE(P), BAUTISTA PORRAS MAURICIO(P)	JAIME GUILLERMO BARRERO PEREZ	jbarrera@e3t.us.edu.co	jbarrera@uis.edu.co	3115978489	medir	Demostrativ	JAIME GUILLERMO BARRERO PEREZ	jbarrera@e3t.us.edu.co	jbarr
7.Electronics.S02.7	Power Transmission Lines	Electric	SO2	Asig1	23352 - Power Transmission Lines	VERA CAYCEDO EDWIN	Edwin Vera Caycedo	edwin.vera@e3t.us.edu.co	evera71@hotmail.com	3016650594	medir	Introductori	OSCAR ARNULFO QUIROGA	oquiroga@e3t.us.edu.co	oqui
8.Electronics.S02.8	Electrical Installations	Electric	SO2	Asig2	23360 - Electrical Installations	ORTIZ RANDEL MANUEL JOSE, QUIROGA QUIROGA OSCAR ARNULFO	OSCAR ARNULFO QUIROGA	oquiroga@e3t.us.edu.co	oquiroga@uis.edu.co	3105734899	medir	Demostrativ	OSCAR ARNULFO QUIROGA	oquiroga@e3t.us.edu.co	oqui
9.Electronics.S03.9	Probability and Statistics	Electronics	SO3	Asig1	2725 - Probability and Statistics	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA SEPLUVEDA, Juan David Franco Salazar, Jorge Andres Zamora Lizcano	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA	franklin@e3t.us.edu.co	fassepl@uis.edu.co	3144252368	medir	Introductori	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA	franklin@e3t.us.edu.co	fassep
10.Electronics.S03.10	Degree Project II	Electronics	SO3	Asig2	22972 - Degree Project II		HOMERO ORTEGA BOADA	hortegab@e3t.us.edu.co	hortegab@uis.edu.co	3002052527	medir	Demostrativ	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA	franklin@e3t.us.edu.co	fassep
11.Electronics.S03.11	Digital and Analog Techniques	Electric	SO3	Asig1	2724 - Digital and Analog Techniques	Carlos Arturo Boada Oulano, William Alexander Salamanca Becerra, Diana Kathryn Poveda Rodriguez	William Alexander Salamanca Becerra	william.salamanca@e3t.us.edu.co	william.salamanca@correo.us.edu.co	3107688172	medir	Introductori	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA	franklin@e3t.us.edu.co	fassep
12.Electronics.S03.12	Degree Project II	Electric	SO3	Asig2	22972 - Degree Project II		HOMERO ORTEGA BOADA	hortegab@e3t.us.edu.co	hortegab@uis.edu.co	3002052527	medir	Demostrativ	FRANKLIN ALEXANDER SEPULVEDA	franklin@e3t.us.edu.co	fassep
13.Electronics.S04.13	Introduction to Engineering	Electronics	SO4	Asig1	27132 - Introduction to Engineering	Mauricio Bautista Porras, Basia Ramirez Sierra, Jorge Luis Cardenas	Mauricio Bautista Porras	gabriel.mauricio@e3t.us.edu.co	mauro.bp12@gmail.com	3214665281	medir	Introductori	Maria Alejandra Hakspiel Rodriguez	maria.hakspiel@e3t.us.edu.co	maria
14.Electronics.S04.14	Engineering Project Management	Electronics	SO4	Asig2	27131 - Engineering Project Management	Manuel Jose Ortiz Rangel, Maria Alejandra Hakspiel Rodriguez	Maria Alejandra Hakspiel Rodriguez	maria.hakspiel@e3t.us.edu.co	mariaahr@uis.edu.co	3043772721	medir	Demostrativ	Maria Alejandra Hakspiel Rodriguez	maria.hakspiel@e3t.us.edu.co	maria
15.Electronics.S04.15	Introduction to Engineering	Electric	SO4	Asig1	27132 - Introduction to Engineering	Mauricio Bautista Porras, Basia Ramirez Sierra, Jorge Luis Cardenas	Mauricio Bautista Porras	gabriel.mauricio@e3t.us.edu.co	mauro.bp12@gmail.com	3214665281	medir	Introductori	Maria Alejandra Hakspiel Rodriguez	maria.hakspiel@e3t.us.edu.co	maria
16.Electronics.S04.16	Introduction to Engineering	Electric	SO4	Asig1	27131 - Engineering		Mauricio Bautista Porras	gabriel.mauricio@e3t.us.edu.co	mauro.bp12@gmail.com	3214665281	medir	Introductori	Maria Alejandra Hakspiel Rodriguez	maria.hakspiel@e3t.us.edu.co	maria

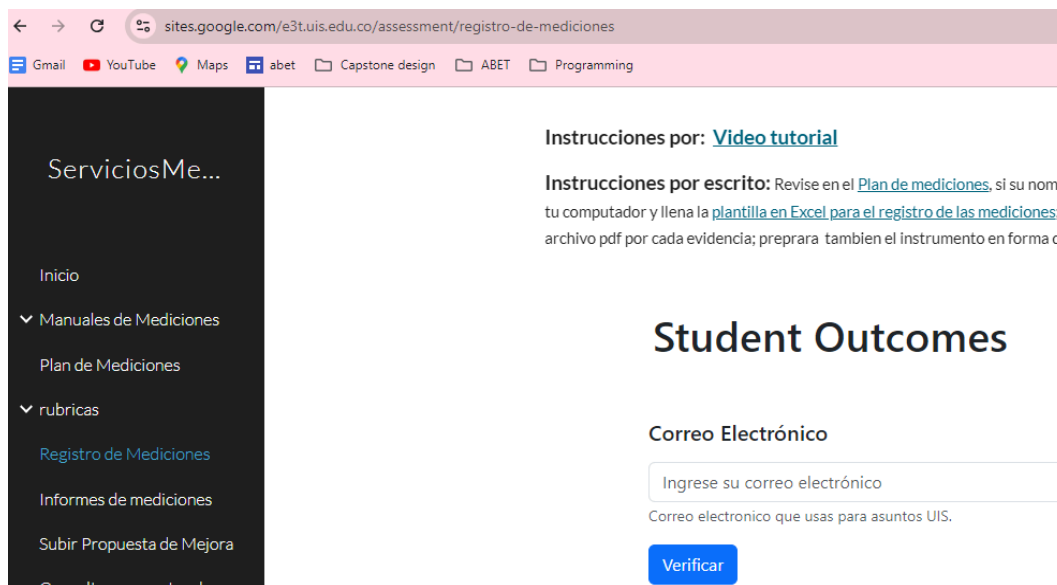
3.4.3 Web App Registro de mediciones

Figura 12

(a) Proceso de autenticación del profesor que mide. El profesor accede, mediante Google Sites, al servicio de entrega de mediciones, donde se identifica con su correo. Si este es validado y está autorizado, se le envía un código de un solo uso a su correo para permitir la autenticación. (b) Servicio de registro de mediciones en Google Sites.



(a)



Para facilitar el registro de las mediciones realizadas, se decidió desarrollar una web app personalizada, dada la importancia de garantizar la seguridad y fiabilidad de esta información, que es crucial para la toma de decisiones en el proceso de medición de los SO. El sistema anterior, basado en Google Sheets, presentaba varios inconvenientes. Aunque aseguraba la autenticación y protección de los datos, muchos profesores encontraban dificultades al tener que iniciar sesión con su cuenta de Google, lo cual generaba frustración y problemas al momento de reportar las mediciones. Además, Google Forms tiene limitaciones en cuanto a personalización y

no permite procesamiento en tiempo real en la nube.

Por estas razones, se optó por desarrollar una web app en Google Apps Script que utiliza JavaScript para el servidor y HTML, CSS y JavaScript para la interfaz de usuario. Esta solución es más flexible y adaptable, permitiendo una mayor personalización para que la experiencia de uso sea más amigable y accesible, sin perder la seguridad necesaria para el manejo de la información. La web app permite integrar procesos en tiempo real, garantizar que solo los usuarios autorizados accedan a la plataforma y simplificar el proceso para los profesores, brindándoles una herramienta más eficiente y fácil de usar. Esta decisión mejora la escalabilidad y usabilidad del sistema y asegura que las mediciones se gestionen de manera ágil y segura.

La figura 12a muestra el proceso de autenticación implementado en la Web App para garantizar la identidad del profesor que entrega las mediciones y, con ello, la veracidad de los datos. El proceso es el siguiente: El profesor accede a Google Sites. Allí, encuentra la Web App desarrollada que le permite realizar la entrega de las mediciones. Se identifica con su correo electrónico, el cual es enviado al servidor. Allí, haciendo uso de la Google Sheets API, se revisa la base de datos del plan de mediciones y se verifica si ese correo pertenece a un profesor que tiene mediciones asignadas. Si está asignado, entonces, utilizando la API de Gmail, se envía un código OTP (One-Time Password) para que el profesor verifique su identidad. Finalmente, el servidor comunica al cliente que el correo es válido y le permite ingresar el código OTP.

En la figura 12b se muestra lo que ve el profesor al ingresar al servicio de registro de mediciones desde Google Sites; allí se identifica utilizando su correo electrónico. En la figura 13a se observa el correo que se le envía con el código OTP y en la figura 13b la pantalla donde lo ingresa para su verificación.

Figura 13

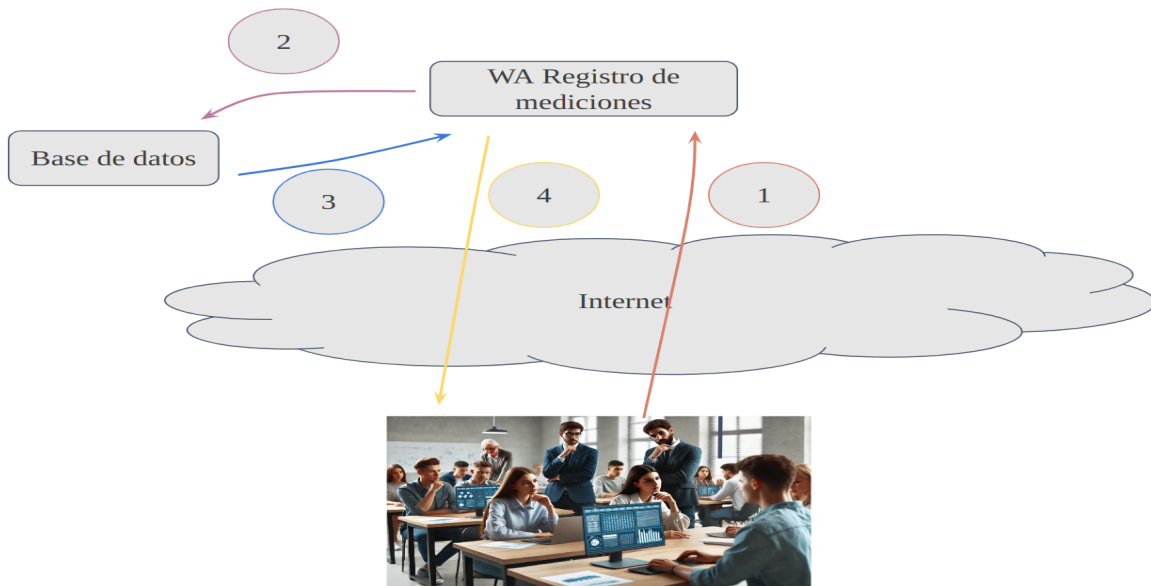
(a) El correo electrónico con el código OTP. (b) Pantalla para ingresar el código OTP y enviarlo al servidor



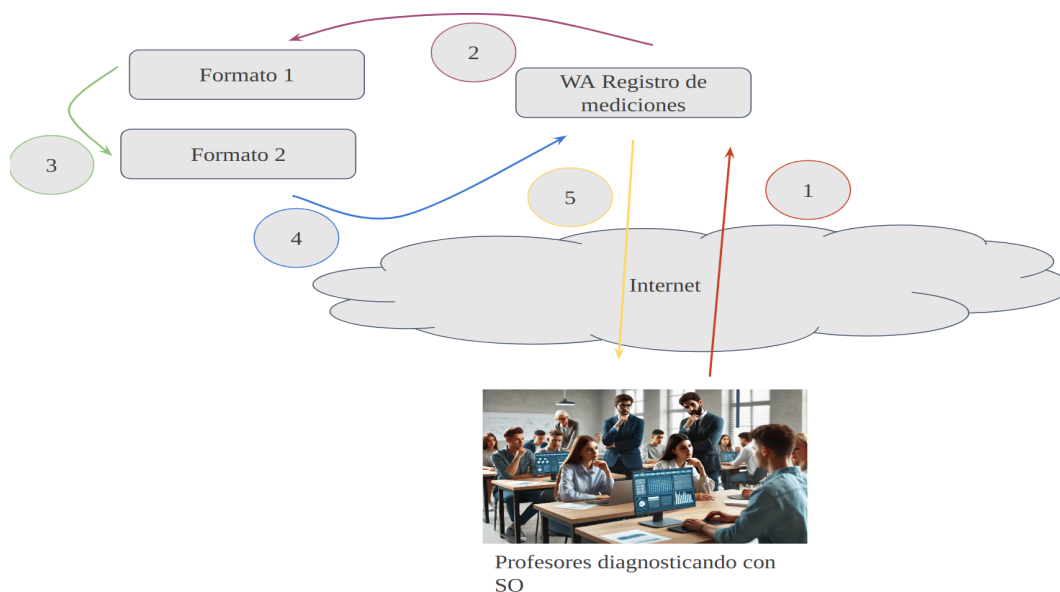
Como se observa en la figura 14a, al enviar el código y ser validado, el servidor busca en la base de datos el plan de mediciones. En esta base de datos, revisa las mediciones asociadas a ese profesor y las envía al cliente. El profesor elige para cuál hará el reporte y carga las notas de las mediciones. Para este propósito, se diseñó un formato en Excel, muy fácil de usar, que se puede ver en la figura 15a. La plataforma también puede procesar un formato antiguo que se puede ver en la figura 15b. El profesor debe enviar las mediciones en uno de esos dos formatos. Como se ve la figura 14b, el servidor verifica que sea uno de estos formatos, sólo así se puede continuar con el proceso de entrega de mediciones. En la figura 16a y la figura 16b se muestra la pantalla que permite elegir la sigla y entregar los datos de las mediciones.

Figura 14

Verificación de las mediciones asociadas a un profesor. (a) Después de que el profesor se autentique, el servidor verifica cuáles son las mediciones a su cargo y las envía al cliente. (b) El Profesor envía las mediciones y el servidor verifica que se haya usado un formato que sea posible procesar.



(a)



(b)

Al continuar, el profesor puede proporcionar las evidencias, que consisten en la nota media, la nota máxima y la nota más baja obtenidas por los estudiantes al medir los SO. Además, puede agregar el instrumento de medición utilizado. Posteriormente, responde algunas preguntas para determinar en qué condiciones se realizaron las mediciones. Estas preguntas pueden personalizarse a través de Google Sheets, como se muestra en la figura 17.

Figura 15

(a) Formato en Excel diseñado para la entrega de mediciones. (b) Formato en Excel diseñado por la facultad para la entrega de mediciones.

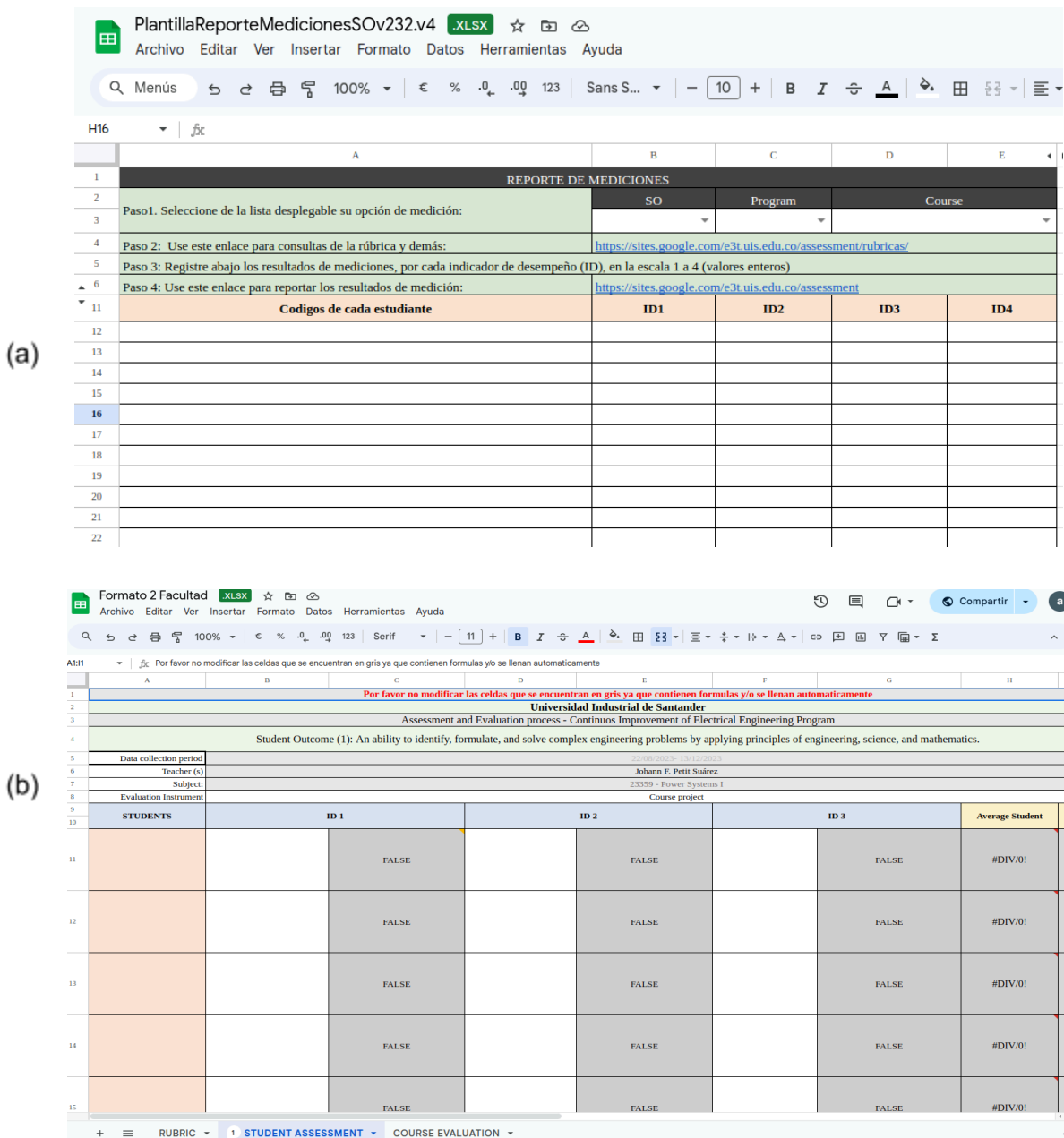


Figura 16

Pantallas de entrega de mediciones. (a) Pantalla para elegir las siglas de medición y las

mediciones. (b) La misma pantalla con las siglas desplegadas.

Entrega de mediciones Student Outcomes

Seleccione el caso de medición:

Elegir... ▾

Subir archivo Excel con la medicion del SO:

Seleccionar archivo

Sin archivos seleccionados

Use el formato recomendado de Excel. Puedes descargarlo desde [este enlace](#).

(a)

Enviar

(b)

Entrega de mediciones Student Outcomes

Seleccione el caso de medición:

Elegir... ▾

Elegir...

15.carrera1.SO. materia 1

17.carrera2.SO. materia2

Seleccionar archivo
Sin archivos seleccionados

Use el formato recomendado de Excel. Puedes descargarlo desde [este enlace](#).

Enviar

Al enviar la información al servidor, las evidencias se almacenan en una carpeta de Google Drive, mientras que el instrumento de medición se guarda en otra. Posteriormente, se registra toda la información en Google Sheets, y finalmente se envía al cliente un informe con todos los datos recopilados, como se muestra en la figura 18. Todo el proceso visible para el cliente se ilustra en la figura 19 y en la figura 20. Es importante destacar que la aplicación web incluye validación de archivos y ofrece asistencia al profesor durante todo el proceso, proporcionando instrucciones claras sobre el tipo de archivo, tamaño y formatos permitidos.

Figura 17

Google Sheets con las preguntas personalizables que responde el profesor que mide para conocer las condiciones en que fueron tomadas las mediciones.

Tipo de pregunta	Opción múltiple	Opción múltiple	Opción múltiple	Texto
La pregunta	Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intencionalidad de la prueba?	Qué tan motivado ha estado el estudiante?	Grado de dificultad del reto	Si bien Ud anexa el instrumento usado, es importante que Ud brinde aquí detalles adicionales para que una persona ajena a la asignatura comprenda como ha logrado usarlo para medir de manera efectiva el SO
Opción1	No he preparado al estudiante para que use un cierto procedimiento ya que la intencionalidad ha sido la de conocer las capacidades que el estudiante trae en formación previa	No se usó estrategia especial para pillar al estudiante en una situación en la que se viese motivado a usar todas sus capacidades para afrontar el reto. Fue una tarea más bien opcional	El reto contenía unas instrucciones y datos precisos para que el estudiante llegara a la solución única, aunque tenía 2 o 3 formas de poder llegar a la solución	
Opción2	He socializado previamente al estudiante con el procedimiento que la E3T recomienda en el Manual del SO	La motivación era medianamente alta ya que el estudiante podía seleccionar entre dedicar mayores esfuerzos a otros retos que se le presentaron con el mismo instrumento	El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, identificar variables	
Opción3	No solo he socializado previamente al estudiante con el procedimiento que la E3T recomienda en el manual del SO, sino que también lo he entrenado previamente	La motivación era suficientemente alta como para que lograr que el estudiante usase sus capacidades al máximo	El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, identificar variables, revisar diferentes posibles opciones de solución	

Figura 18

Proceso de recepción, registro y almacenamiento de la información entregada por los profesores que miden.



Figura 19

Pantalla del usuario para entregar las evidencias, el instrumento y responder las preguntas para conocer las condiciones en que fueron tomadas las mediciones.

Entrega de mediciones Student Outcomes

Evidencias

Subir evidencia de la maxima nota obtenida en las mediciones:

Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados

Formato PDF. Peso maximo recomendado 10 MB.

evidencia de la minima nota obtenida en las mediciones:

Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados

Formato PDF. Peso maximo recomendado 10 MB.

Subir evidencia de la nota media obtenida en las mediciones:

Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados

Formato PDF. Peso maximo recomendado 10 MB.

Instrumento de medicion

Subir el instrumento de medicion:

Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados

Formato PDF. Peso maximo recomendado 10 MB.

Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intensionalidad de la prueba?:

- No he preparado al estudiante para que use un cierto procedimiento ya que la intencionalidad ha sido la de conocer las capacidades que el estudiante trae en formación previa
- He socializado previamente al estudiante con el prodimiento que la E3T recomienda en el Manual del SO
- No solo he socializado previamente al estudiante con el procedimiento que la E3T recomienda en el manual del SO, sino que también lo he entrenado previamente

Qué tan motivado ha estado el estudiante?:

- No se usó estrategia especial para pillar al estudiante en una situación en la que se viese motivado a usar todas sus capacidades para afrontar el reto. Fue una tarea más bien opcional
- La motivación era medianamente alta ya que el estudiante podía seleccionar entre dedicar mayores esfuerzos a otros retos que se le presentaron con el mismo instrumento
- La motivación era suficientemente alta como para que lograr que el estudiante usase sus capacidades al máximo

Grado de dificultad del reto:

- El reto contenía unas instrucciones y datos precisos para que el estudiante llegara a la solución única, aunque tenía 2 o 3 formas de poder llegar a la solución
- El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, indentificar variables
- El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, indentificar variables, revisar diferentes posibles opciones de solución

Si bien Ud anexa el instrumento usado, es importante que Ud brinde aquí detalles adicionales para que una persona ajena a la asignatura comprenda como ha logrado usarlo para medir de manera efectiva el SO :

Tu respuesta:

Enviar

Figura 20

Pantalla que muestra al usuario un reporte con toda la información que fue recibida en el servidor.

La entrega de mediciones se ha realizado satisfactoriamente.

Información del servidor:

Descripción	Valor
Qué tan motivado ha estado el estudiante?	La motivación era medianamente alta ya que el estudiante podía seleccionar entre dedicar mayores esfuerzos a otros retos que se le presentaron con el mismo instrumento
Nota minima	https://drive.google.com/file/d/1L0REggRlp3pnD3aW5wg10HVGUtlzjLo/view?usp=drivesdk
Instrumento	https://drive.google.com/file/d/1jISQ5i92V7rnkmEePQWug2acV9-0kTj/view?usp=drivesdk
Sigla	15.carrera1.SO. materia 1
Informacion	Si nota un error o desea hacer correcciones solo tiene que realizar de nuevo el proceso de entrega, la plataforma guarda la informacion mas reciente
Medicion	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zywcZvnlm6anvwx5OytJfLauKhV7z-/edit?usp=drivesdk&ouid=1121023711535053370488&rtipo=true&sd=true
Nota media	https://drive.google.com/file/d/1dZyKcaXJEG9jEQioPoFP60V4uXD2B3-/view?usp=drivesdk
Nota maxima	https://drive.google.com/file/d/1bSO4a-hj059Qucas_jc3yBKl3LZoO6/view?usp=drivesdk
Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intensionalidad de la prueba?	He socializado previamente al estudiante con el prodimiento que la E3T recomienda en el Manual del SO

Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intensionalidad de la prueba?

Si bien Ud anexa el instrumento usado, es importante que Ud brinde aquí detalles adicionales para que una persona ajena a la asignatura comprenda como ha logrado usarlo para medir de manera efectiva el SO

Grado de dificultad del reto

El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, indentificar variables

finalizar

He socializado previamente al estudiante con el prodimiento que la E3T recomienda en el Manual del SO

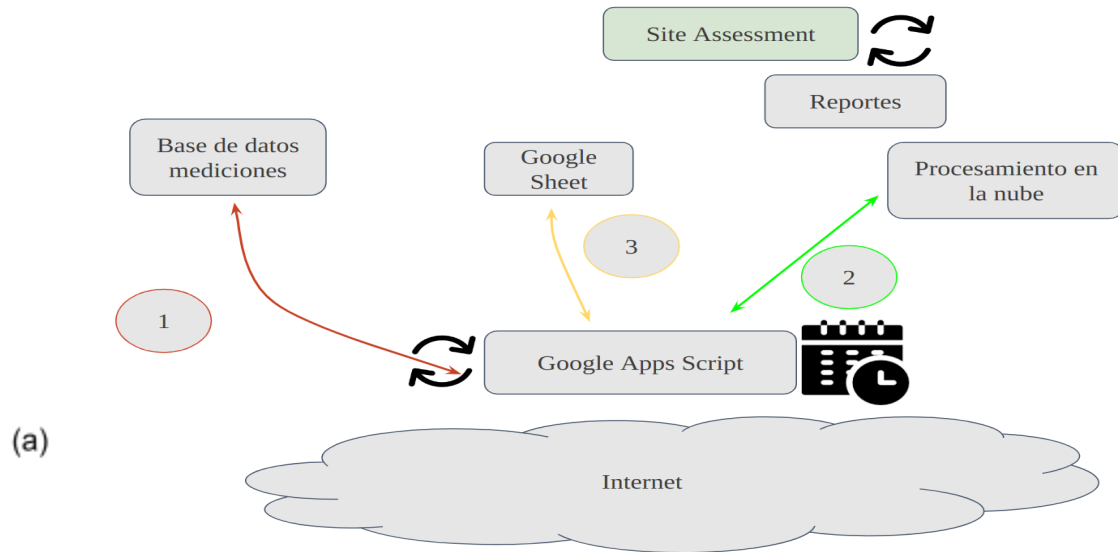
El instrumento fue diseñado para que el estudiante pueda demostrar sus capacidades relacionadas con este SO.

3.4.4 Informes

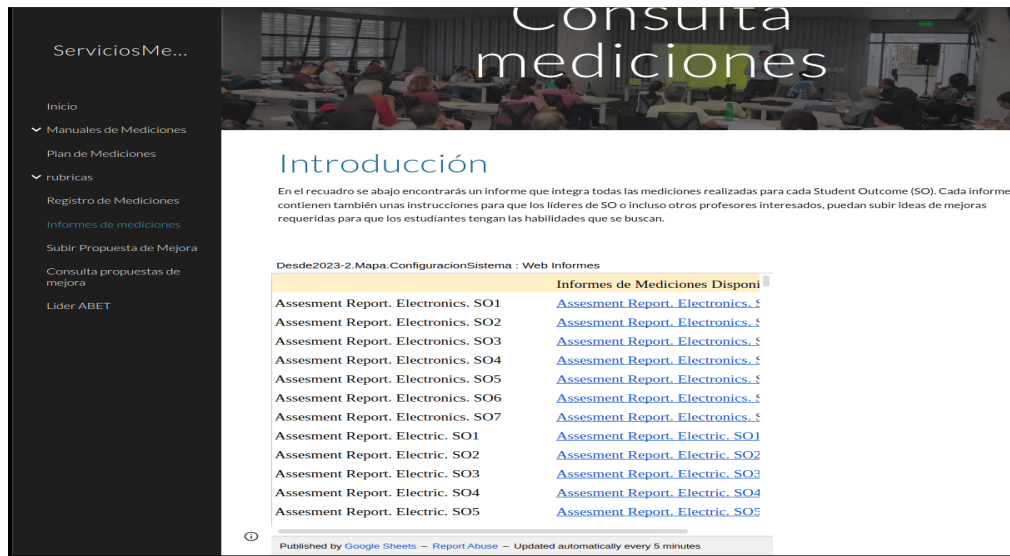
La información entregada por los profesores que miden los Student Outcomes (SO) necesita ser procesada para convertirla en datos útiles para la toma de decisiones. Este procesamiento normalmente lo realiza el líder SO, pero en este proyecto se decidió automatizar completamente esta tarea. Dado que los datos son dinámicos y requieren visualización clara, se optó por Google Sheets para generar informes automáticos al final de cada semestre académico, que consolidan todas las mediciones asociadas a un SO dentro de un programa. Google Sheets fue elegido por su flexibilidad en la creación de tablas y gráficos dinámicos, su facilidad para dar formato y organizar datos, y la capacidad de automatizar procesos mediante Google Apps Script. Esta solución permite generar reportes visualmente comprensibles y adaptables, agilizando el trabajo del líder SO y garantizando la correcta presentación de la información clave para la toma de decisiones.

Figura 21

(a) Proceso automatizado que analiza las mediciones y genera informes. (b) Acceso desde Google Sites a todos los informes.



(a)



(b)

En la figura 21a se muestra el proceso automático implementado para gestionar las mediciones. Este proceso se encarga de revisar si existen nuevas mediciones sin procesar, las cuales son tratadas una por una. Posteriormente, determina si se trata de una nueva medición o de una actualización, registrando de manera única cada materia medida con la información más reciente disponible y manteniendo un historial de todas las mediciones entregadas. Luego, dicha información se incorpora al informe de SO adecuado y se actualiza en el sitio web correspondiente.

Figura 22

Informe final de un SO.

INFORME DE MEDICIONES DE SO					
Introducción					
Este informe es generado por el sistema de gestión de mediciones de calidad la E3T. Integra todas las mediciones realizadas para un SO específico.					
Los Indicadores de Desempeño (ID) que aparecen en la tabla de abajo, se obtuvieron de manera que muestre el porcentaje de estudiantes que obtuvo un valor mayor o igual a 3. El programa tiene una meta para esos valores (ver el valor de la meta en abajo en la Ficha Técnica). Eso significa que resultados menores a esa meta debe ser objeto de discusión por parte del equipo de expertos con el fin de indentificar procesos de mejora conducentes a lograr que los estudiantes demuestren mayores habilidades. Sin embargo es importante considerar que esos valores pueden estar influenciados por los instrumentos de medición y la manera y momento en que se aplican. Por ello pueden resultar diferentes tipos de procesos de mejora como: mejoras al programa, mejoras en asignaturas precedentes, mejoras en la asignatura actual, mejoras al instrumento, etc.					
FICHA TÉCNICA					
Parametro	Valor	Explicación			
Periodo	2024-1	Es el semestre en el cual se practicó la medición			
Programa	Electronics	La E3T tiene dos programas de formación			
SO	SO7	La E3T tiene dos programas de formación			
Meta	70%	Es la meta que la E3T ha establecido para ser alcanzada en 2023-2027			
Lider del SO	AR JAVIER TIJARO RC La persona responsable de las mediciones en el periodo dado				
Ayudas	https://sites.google.com Esta el plan de mediciones, Rubricas, Manuales, entre otros				
Lista de contactos	arj@chpfi.edu.ve Los datos de contacto de los profesores				
Asignaturas					
Asignatura	Nombre Asignatura	Nivel	Profesor que reporta	Correo e3t	Correo uis
Asig1	21619 - Electrical Circuits I	Introdutorio	CESAR ANTONIO DUARTE GJALDRON	cedaga@e3t.uis.edu.co	cedaga@uis.edu.co
Asig2	27145 - Communications II	Demostrativo	OMAR JAVIER TIJARO ROJAS	otj@ar@e3t.uis.edu.co	otj@ar@uis.edu.co
Condiciones en que se realizó la medición					
Asignatura	Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intensionalidad de la prueba?				
Asig1	No he preparado al estudiante para que use un cierto procedimiento ya que la intensionalidad ha sido la de conocer las capacidades que el estudiante trae en formación previa				
Asig2	No solo he socializado previamente al estudiante con el procedimiento que la E3T recomienda en el manual del SO, sino que también lo he entrenado previamente				
Asignatura	Qué tan motivado ha estado el estudiante?				
Asig1	La motivación era suficientemente alta como para que lograr que el estudiante usase sus capacidades a máximo				
Asig2	La motivación era suficientemente alta como para que lograr que el estudiante usase sus capacidades a máximo				
Evidencias aportadas					
Asignatura	Medicion Sheet	Nota maxima	Nota minima	Nota media	Instrumento
Asig1	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Q-j4.../edit?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1ymB0ymM.../view?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1WicnOCU.../view?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1.../view?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1.../view?usp=drivesdk
Asig2	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1be.../edit?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1ouR5dQ2R.../view?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/12PvdJIDQ5b.../view?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1.../view?usp=drivesdk	https://drive.google.com/file/d/1.../view?usp=drivesdk
LAS MEDICIONES (Nota: -1% significa que el ID no se debe medir; el fondo rojo que la meta no se alcanza)					
Asignatura	ID1	ID2	ID3	ID4	META
Asig1		74%	68%	63%	-1%
Asig2		85%	85%	85%	-1%
GRAFICAS					

Asignatura	ID1	ID2	ID3	ID4	META
Asig1	74%	68%	63%	-1%	70%
Asig2	85%	85%	85%	-1%	70%

PROPUESTAS DE MEJORA QUE HACE EL EQUIPO DE EXPERTOS EN EL SO		
Tipo	Causas	Mejoras propuestas
Mejora del instrumento de medición	Los aprendizajes demostrados de manera escrita por los estudiantes suelen tener cierto sesgo por las herramientas que utilizan para desarrollar tales escritos, llegando al punto en el que son ayudados en un alto porcentaje por la inteligencia artificial, para el caso de Comunicaciones II fue importante que la escogencia de un tema fuese completamente individual, pero en muchos casos era muy complejo identificar que tal escritura fuese producida por el mismo estudiante. Por otro lado, en Circuitos Eléctricos, al ser general, no era posible identificar a través del instrumento escrito quién realizaba o no esta asignación.	El instrumento debe incluir una mejora en general para la evaluación del aprendizaje autónomo, en donde el estudiante interactúe directamente, ya sea con un video, o con una implementación directa en laboratorio, que permita identificar al docente que el estudiante aprendió autónomamente lo solicitado.
Mejora de la metodología para aplicar el instrumento de medición	A pesar de que se dio la libertad de escogencia de temas orientados en la materia de Comunicaciones II (con ciertas limitaciones), es importante dar una capacitación para la búsqueda de tal información, pues en muchos casos, los tiempos para el análisis de sus temáticas no lo alcanzaban a desarrollar en el tiempo del semestre. En Circuitos Eléctricos, es importante que se haga una capacitación de	El instrumento debe incluir una mejora en general en la metodología de acceso a la información, pues en muchos casos damos por sentado que el estudiante tiene mucha información, pero no le indicamos cómo buscarla. Este aspecto se aborda muy someramente en Comunicaciones II, con un pequeño tutorial, pero, debería tenerse una jornada para la enseñanza de los recursos de bases de datos que existen en la universidad.

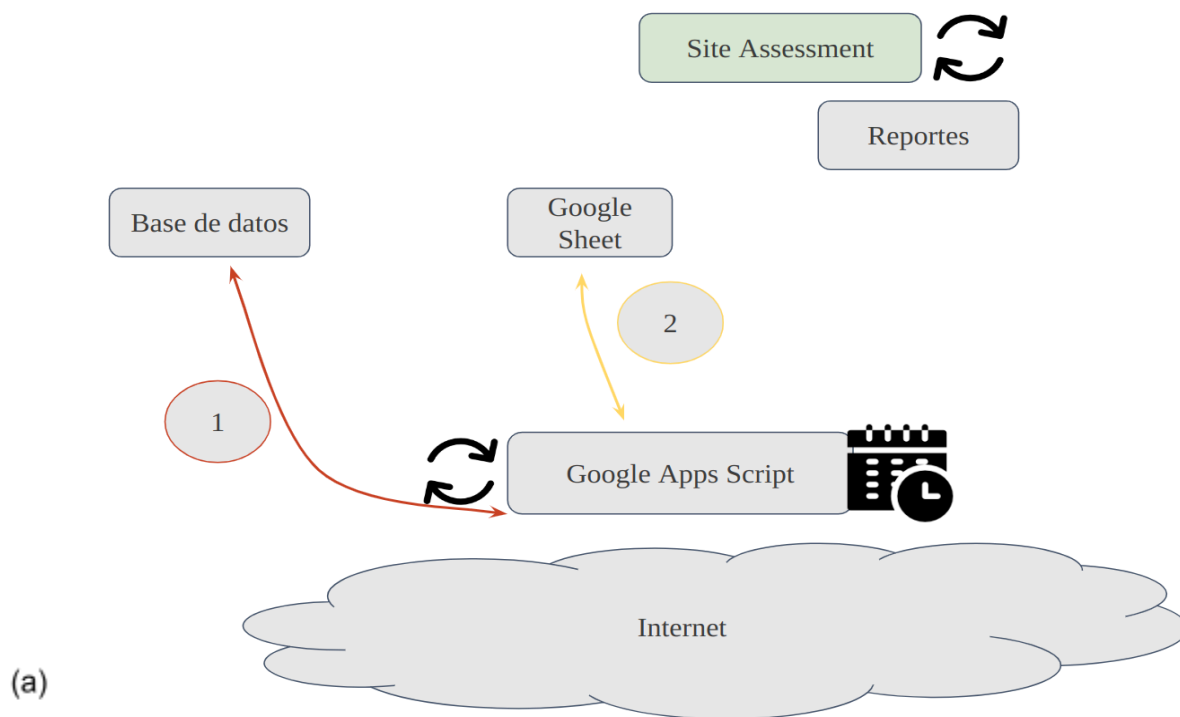
En la figura 21b se muestra como acceder a estos informes desde el Google sites, y En la figura 22 se presenta un informe que incluye gráficos e indicadores para cuando las mediciones no alcanzan las metas propuestas. Estos reportes contienen toda la información relacionada con

un SO en un programa, con gráficos que facilitan la visualización de los datos de las mediciones e indican posibles áreas de mejora cuando no se cumplen los objetivos. Cada semestre cuenta con una hoja específica que organiza la información. Este informe permite al líder del SO tener acceso a toda la información proporcionada por los profesores encargados de las mediciones, facilitando el análisis y la identificación de oportunidades de mejora. Además, un evaluador de ABET puede ver todas las mediciones, evidencias y las mejoras propuestas de manera organizada por cada semestre.

3.4.5 Servicio gestión de mejoras

Figura 23

(a) Proceso que gestiona automáticamente las mejoras entregadas por el líder SO. (b) Acceso desde Google Sites al formulario para la entrega de mediciones.



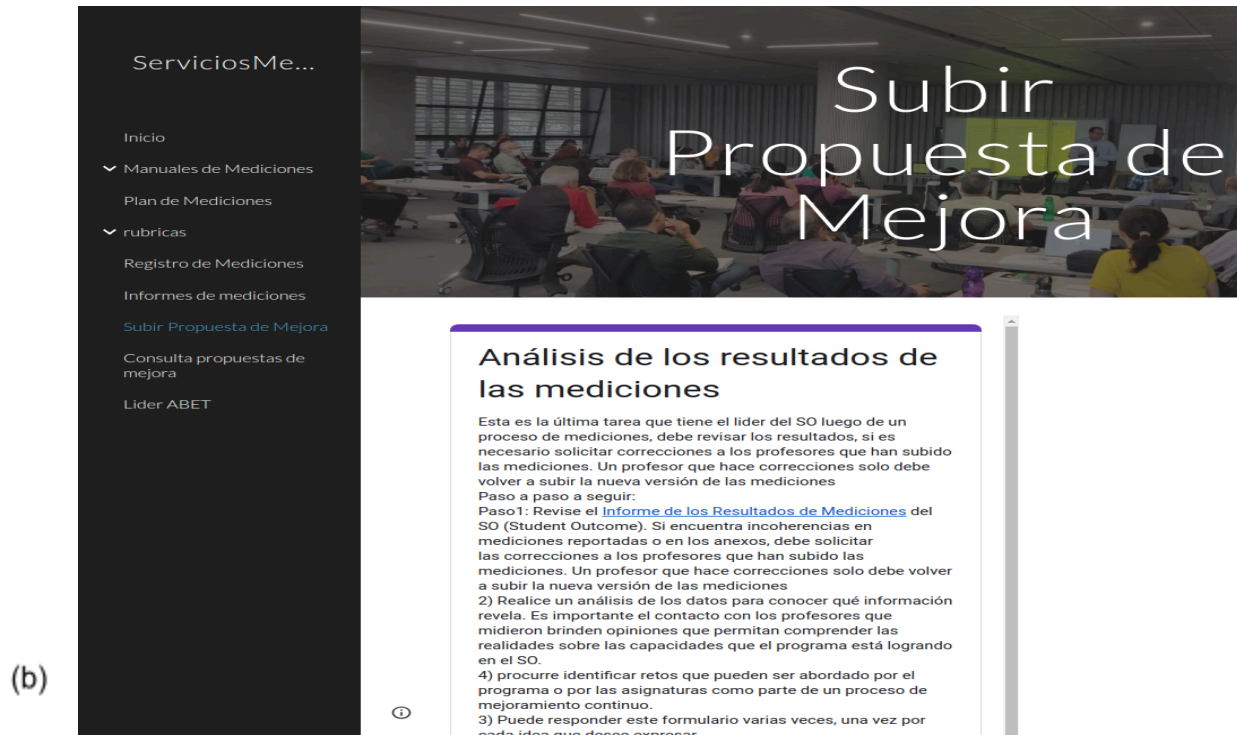


Figura 24

Formulario en Google Sites.

Análisis de los resultados de las mediciones

Esta es la última tarea que tiene el líder del SO luego de un proceso de mediciones, debe revisar los resultados, si es necesario solicitar correcciones a los profesores que han subido las mediciones. Un profesor que hace correcciones solo debe volver a subir la nueva versión de las mediciones

Paso a paso a seguir:

- Paso1: Revise el [Informe de los Resultados de Mediciones](#) del SO (Student Outcome). Si encuentra incoherencias en mediciones reportadas o en los anexos, debe solicitar las correcciones a los profesores que han subido las mediciones. Un profesor que hace correcciones solo debe volver a subir la nueva versión de las mediciones
- 2) Realice un análisis de los datos para conocer qué información revela. Es importante el contacto con los profesores que midieron brinden opiniones que permitan comprender las realidades sobre las capacidades que el programa está logrando en el SO.
- 4) procure identificar retos que pueden ser abordado por el programa o por las asignaturas como parte de un proceso de mejoramiento continuo.
- 3) Puede responder este formulario varias veces, una vez por cada idea que desee expresar.

assessment@e3t.uis.edu.co [Cambiar de cuenta](#)



* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo electrónico *

Registrar assessment@e3t.uis.edu.co como el correo que se incluirá al enviar mi respuesta

Nombre *

Elige



SO *

Seleccione el Student Outcome (SO) en el que se ha inspirado la mejora que va a proponer

Elige



Programa *

Electrónica

Eléctrica

Tipo *

Seleccione el tipo de mejora que quiere proponer

Mejora del instrumento de medición

Mejora de la metodología para aplicar el instrumento de medición

Mejora en la asignatura

Mejora en otras asignaturas

Mejora a otros aspectos del programa

Mejora en procesos que dependen del líder ABET

Mejora en aspectos administrativos de la Escuela

Analisis de los resultados

Otro: _____

Causas *

Explique aquí las causas del problema a las que se enfoca la mejora a proponer

Tu respuesta

Mejora *

Describe aquí la mejora que propone, con suficiente detalle como para que sea entendida cuando sea leída en claustro.

Tu respuesta

Una copia de tus respuestas se enviará por correo a assessment@e3t.uis.edu.co.

Una vez realizadas las mediciones y reportes, es fundamental analizar la información recopilada. Con base en este análisis, el Líder SO debe identificar oportunidades de mejora. El seguimiento de estas mejoras es un proceso complejo que requiere su propio proyecto.

En este trabajo, se desarrolló la base para dicho proceso. En la figura 23a Se presenta el proceso implementado mediante Google Apps Script, el cual gestiona automáticamente las mejoras identificadas por los Líderes SO. Este sistema revisa las nuevas mejoras sin procesar, las gestiona de manera secuencial y las incorpora en el informe del SO correspondiente. Finalmente, la información actualizada se integra en el Google Sites, asegurando su presentación adecuada en

el informe final que se expone en el claustro. En la figura 23b se muestra cómo el Líder SO puede acceder desde el sitio al formulario de Google desarrollado para la entrega de las mejoras identificadas. En la figura 24 se observa el contenido del formulario, el cual permite clasificar los tipos de mejoras identificadas, facilitando su reporte y futura implementación.

3.4.6 Sistema de notificaciones

Figura 25

(a) Sistema de reportes integrado con el sistema de notificaciones. (b) Sistema de mejoras integrado con el sistema de notificaciones.

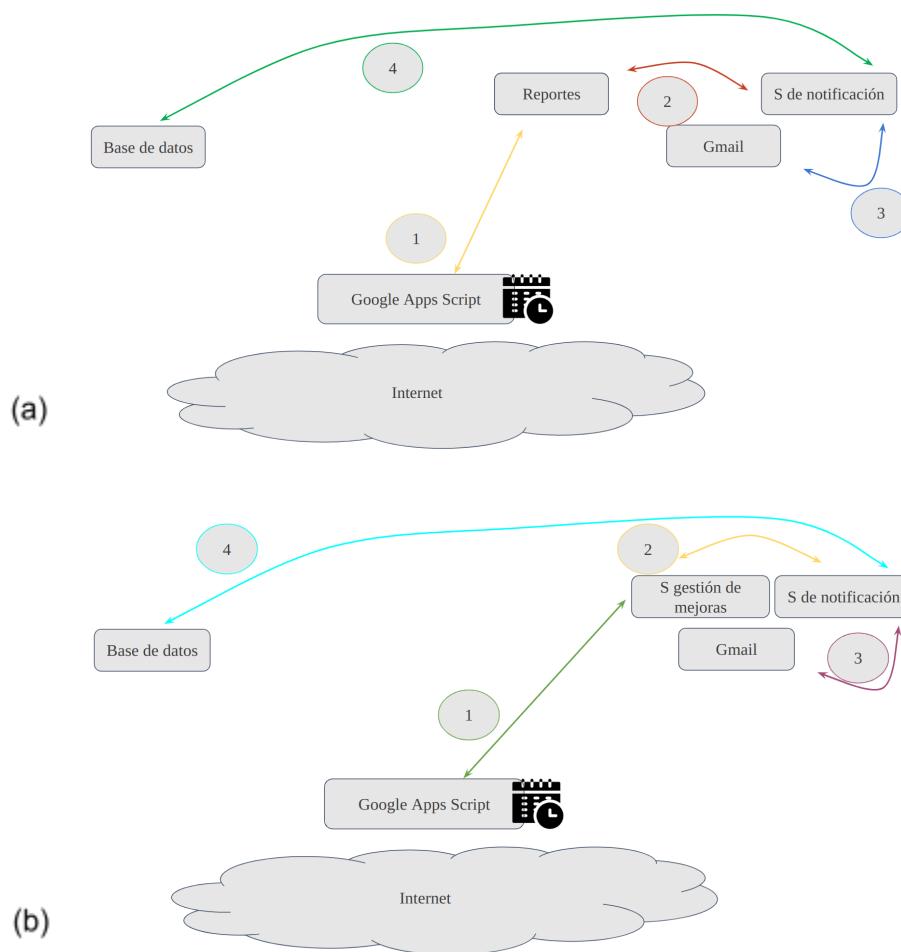


Figura 26

Correo electrónico enviado al profesor que mide.

Entrega de una medicion de 27.Electric.SO7.
Electrical Circuits I, que envié recientemente

assessment@e3t.uis.edu.co
para cedagua, cedagua, mí

mar, 6 ago, 15:23 ☆ ↶ ⋮

Saludos **CESAR ANTONIO DUARTE GUALDRON**,

Desde el sistema de mediciones ABET le informamos que hemos recibido una **medicion de 27.Electric.SO7. Electrical Circuits I** que enviaste recientemente.

A continuación puede revisar la información entregada:

Clave	Valor
Sigla	27.Electric.SO7. Electrical Circuits I
Medición	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HrkTWO3TScy6nxyNXEmN-QPzNYjV6Yifedit?usp=drivesdk&ouid=112102371153505337048&rtpof=true&sd=true
Nota máxima	https://drive.google.com/file/d/1SNcVBSzMiv94J3eK11ETEE66JMERFLO_/view?usp=drivesdk
Nota mínima	https://drive.google.com/file/d/1mG27Fa74mJQ_FIVAQ7_3bH9R9IH9agaN/view?usp=drivesdk
Nota media	https://drive.google.com/file/d/1PQqVeGCUPxnXaiVj4xiiERl_7D4CdMv/view?usp=drivesdk
Instrumento	https://drive.google.com/file/d/1s5z6diMcxN3_VUYGwAXK9j1RvR3hUGz_/view?usp=drivesdk

Instrumento	https://drive.google.com/file/d/1s5z6diMcxN3_VUYGwAXK9j1RvR3hUGz_/view?usp=drivesdk
Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intensionalidad de la prueba?	No he preparado al estudiante para que use un cierto procedimiento ya que la intensionalidad ha sido la de conocer las capacidades que el estudiante trae en formación previa
Qué tan motivado ha estado el estudiante?	La motivación era suficientemente alta como para que lograr que el estudiante usase sus capacidades al máximo
Grado de dificultad del reto	El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, indentificar variables, revisar diferentes posibles opciones de solución
Si bien Ud anexa el instrumento usado, es importante que Ud brinde aqui detalles adicionales para que una persona ajena a la asignatura comprenda como ha logrado usarlo para medir de manera efectiva el SO	El instrumento propone una situación problema abierta (con diferentes soluciones). Asimismo, da indicaciones para la búsqueda de fuentes bibliográficas, el planteamiento de preguntas, estrategias de síntesis de información y el planteamiento de una solución a una situación nueva para el estudiante.

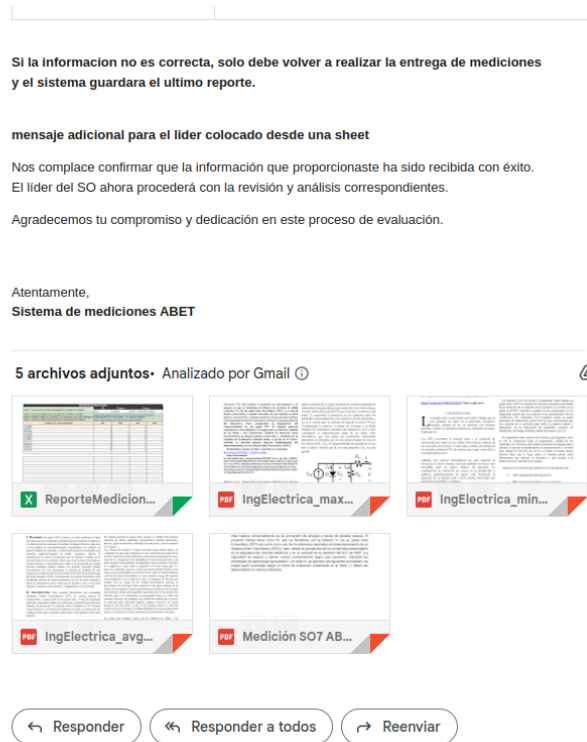
Si la informacion no es correcta, solo debe volver a realizar la entrega de mediciones y el sistema guardara el ultimo reporte.

mensaje adicional para el lider colocado desde una sheet

Nos complace confirmar que la información que proporcionaste ha sido recibida con éxito. El lider del SO ahora procederá con la revisión y análisis correspondientes.

Agradecemos tu compromiso y dedicación en este proceso de evaluación.

Atentamente,
Sistema de mediciones ABET



Para complementar el proceso, se implementó un sistema de notificaciones por correo electrónico con mensajes personalizados, configurables desde un Google Sheets. En la figura 25a y la figura 26b se muestra cómo este sistema se integra con el de sistema de reportes y el sistema de mejoras respectivamente, informando a todos los participantes sobre las novedades y las tareas asignadas. En esta versión, se envía un correo al profesor responsable de las mediciones con toda la información entregada, como se observa en la figura 26. Simultáneamente, se envía un correo al Líder del SO, como se muestra en la figura 27, con los datos necesarios para que revise el informe final generado y la información proporcionada por el profesor. Esto agiliza la tarea de revisión e identificación de posibles inconsistencias en la información entregada. En la figura 28 se presenta el correo enviado al Líder del SO, una vez que las posibles mejoras reportadas han sido procesadas por la plataforma. Todos los correos se envían con una copia al Líder ABET.

Figura 27

Correo electrónico enviado al Líder SO.

Entrega de una medicion de 27.Electric.S07. Electrical Circuits I, que envió CESAR ANTONIO DUARTE GUALDRON recientemente Recibidos x

assessment@e3t.uis.edu.co para cedagua, cedagua, mi 6 ago 2024, 15:23 ☆ ↶ ⋮

Saludos **CESAR ANTONIO DUARTE GUALDRON** - lider del **SO7**.

Desde el sistema de mediciones ABET le informamos que hemos recibido una medicion de **27.Electric.S07. Electrical Circuits I** que envió **CESAR ANTONIO DUARTE GUALDRON** recientemente.

A continuación puede revisar la información entregada:

Clave	Valor
Sigla	27.Electric.S07. Electrical Circuits I
Medición	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HrkTWOF3TScy6nxyNXEmN-QPzNYjV6Y/edit?usp=drivesdk&ouid=112102371153505337048&tpof=true&sd=true
Nota máxima	https://drive.google.com/file/d/1SNcVBSzMm94J3eK11ETEE66JMRFLO/_view?usp=drivesdk
Nota mínima	https://drive.google.com/file/d/1mG27Fa74mJQ_FIVAQ7_3bH9R9IH9agaN/view?usp=drivesdk
Nota media	https://drive.google.com/file/d/1PQqVeGCUPxnXaiVJp4xiiERI_7D4CdMv/view?usp=drivesdk
Instrumento	https://drive.google.com/file/d/1s5z6diMxN3_VUYGwAXK9j1RvR3hUGz/_view?usp=drivesdk

Instrumento	https://drive.google.com/file/d/1s5z6diMxN3_VUYGwAXK9j1RvR3hUGz/_view?usp=drivesdk
Qué tan sintonizado el estudiante estaba con la intensionalidad de la prueba?	No he preparado al estudiante para que use un cierto procedimiento ya que la intencionalidad ha sido la de conocer las capacidades que el estudiante trae en formación previa
Qué tan motivado ha estado el estudiante?	La motivación era suficientemente alta como para que lograr que el estudiante usase sus capacidades al máximo
Grado de dificultad del reto	El reto requería un proceso previo para reformular las preguntas a responder, indentificar variables, revisar diferentes posibles opciones de solución
Si bien Ud anexa el instrumento usado, es importante que Ud brinde aquí detalles adicionales para que una persona ajena a la asignatura comprenda como ha logrado usarlo para medir de manera efectiva el SO	El instrumento propone una situación problema abierta (con diferentes soluciones). Asimismo, da indicaciones para la búsqueda de fuentes bibliográficas, el planteamiento de preguntas, estrategias de síntesis de información y el planteamiento de una solución a una situación nueva para el estudiante.

Despues revise en este [link](#) , el informe final, el cual ya contiene la información más reciente de todas las mediciones asociadas al **SO7**.

El paso a seguir en este proceso de medicion es que usted como **lider del SO7**

Revise cuidadosamente la información entregada y si encuentra alguna inconsistencia, solicite mediante correo electrónico las correcciones adecuadas.

A continuación, encuentra el contacto para hacerlo:

- Nombre: CESAR ANTONIO DUARTE GUALDRON
- Correo electrónico E3T: cedagua@e3t.uis.edu.co
- Correo electrónico UIS: cedagua@uis.edu.co

Si un profesor ha registrado las mediciones para un caso determinado, pero desea corregir algo, puede repetir el proceso de registro para el caso dado, el sistema reemplazara el anterior registro por el nuevo.

mensaje adicional para el lider colocado desde una sheet

mensaje adicional para el lider colocado desde una sheet

Agradecemos tu compromiso y dedicación en este proceso de evaluación.

Atentamente,
Sistema de mediciones ABET

6 archivos adjuntos • Analizado por Gmail ⓘ

Figura 28

Correo electrónico enviado al Líder SO cuando se procesan las mejoras.

Saludos Assessment,

Desde el sistema de mediciones ABET le informamos que hemos recibido una **mejora** para el **SO1** del programa **Electrónica** que enviaste recientemente.

A continuación puede revisar la información entregada:

Clave	Valor
Tipo	Mejora a otros aspectos del programa
Causas	ID3 con un valor del 39% en el nivel introductorio, muy por debajo de la meta del 70%. En el nivel demostrativo se supera la meta, alcanzando un valor del 72%.
Mejora	El ID3 para el SO1, consiste en analizar, interpretar y concluir a partir de resultados obtenidos de resolver problemas complejos. Se recomienda incorporar en los niveles introductorios actividades como estudios de caso, que permitan fortalecer las competencias mencionadas.

Recuerde que puede enviar mejoras adicionales y el sistema las guardara todas para su estudio.

mensaje adicional para el que sugiere una mejora colocado desde una sheet

Agradecemos tu compromiso y dedicación en este proceso de evaluación.

Atentamente,
Sistema de mediciones ABET

3.5 Desarrollo ágil

Se optó por una metodología ágil, adaptada, dividida en sprints de componentes o funcionalidades del producto final. Las reuniones se llevaron a cabo según fuera necesario para discutir problemas o planificar el siguiente paso. Se implementaron prácticas de pruebas continuas y sprints, lo que permitió poner en funcionamiento una parte de la solución con algunas características y recibir feedback de parte de los usuarios de manera temprana, a pesar de

no ser la solución final. Esta metodología adaptada permitió una colaboración eficiente entre el director del proyecto y el desarrollador, abordando los problemas a medida que surgían y asegurando que las soluciones propuestas cumplieran con los requisitos del proyecto.

4. Resultados

El proyecto desarrollado ha logrado resultados significativos tanto en el aspecto técnico como no técnico. A continuación, se listan los principales aportes, que demuestran el cumplimiento de los objetivos del proyecto y la entrega de los productos mínimos prometidos.

4.1 Aportes Técnicos

Desarrollo de la plataforma en Google Sites: Se implementó un sitio web centralizado que organiza y presenta toda la información relevante para los líderes ABET, líderes SO, y profesores, facilitando la navegación y el acceso a las funcionalidades del sistema.

Interfaz en Google Sheets para la planificación y administración de mediciones: Se creó una interfaz accesible para que los líderes planifiquen, asignen roles y administren las mediciones de los SO. El uso de Google Sheets permitió una rápida adaptación de los usuarios, evitando la necesidad de formación adicional.

Formato flexible en Excel para la entrega de mediciones: Se diseñó un formato de entrega de mediciones en Excel, que es familiar para los profesores, facilitando una rápida adopción y el procesamiento eficiente de datos en Google Sheets.

Web app con autenticación personalizada: Se desarrolló una aplicación web que permite a los profesores entregar mediciones y evidencias utilizando un sistema de autenticación a través de códigos de un solo uso enviados por correo electrónico, garantizando la seguridad y mejorando la experiencia del usuario.

Automatización mediante Google Apps Script: La plataforma automatiza procesos clave,

como la validación de archivos subidos, la generación de informes consolidados, el envío de notificaciones por correo electrónico, y la actualización en tiempo real de los registros. Esto optimiza la eficiencia y minimiza el error humano.

Google Form para la entrega de sugerencias de mejora: Se implementó un formulario accesible para que los actores involucrados en el proceso puedan proponer mejoras al sistema de forma sencilla y directa.

4.2 Aportes No Técnicos

Mejora de la experiencia del usuario: La plataforma fue diseñada con un enfoque en la facilidad de uso, logrando una alta adopción y reduciendo significativamente los errores en la entrega de formatos, lo que minimizó la necesidad de correcciones.

Adaptación a las necesidades específicas de los usuarios: La plataforma permitió que los profesores utilicen un formato familiar (Excel) y ofreció una interfaz intuitiva, lo que garantizó una alta tasa de adopción. La personalización para ajustarse a las necesidades de la E3T y los líderes SO fue clave para su aceptación.

Optimización del flujo de trabajo: El uso de notificaciones automáticas mejoró la comunicación entre los profesores, líderes SO, y líderes ABET, facilitando el seguimiento del estado de las mediciones y mejorando la eficiencia del proceso.

Generación de informes visuales personalizados: La plataforma genera automáticamente informes con gráficos y tablas que resumen los resultados de las mediciones, facilitando la interpretación de la información y apoyando la toma de decisiones.

Estandarización de evidencias y formatos de medición: Se estandarizaron los formatos de evidencias en PDF, lo que garantizó la uniformidad y simplificó la interpretación de los resultados.

Agilización del proceso de aprobación: La eliminación de la necesidad de aprobaciones explícitas por parte de los líderes SO aceleró el flujo de trabajo, reduciendo los tiempos de espera y permitiendo obtener resultados más rápidamente.

4.3 Lecciones aprendidas y desafíos abordados

Durante el desarrollo del proyecto se aprendió la importancia de adaptar la plataforma a las necesidades específicas de los usuarios, permitiendo que los formatos modificados por los profesores puedan ser procesados sin generar errores. También se identificaron oportunidades de mejora en la automatización y seguimiento de las mejoras propuestas por los usuarios, lo que representa un desafío para futuros desarrollos.

4.4 Comparación con los Objetivos Iniciales del Proyecto

Los resultados obtenidos están alineados con los objetivos iniciales del proyecto. La plataforma cumplió su propósito de ser una herramienta serverless eficiente y fácil de usar para la gestión y medición de los Student Outcomes en la E3T de la UIS. Se lograron mejoras significativas en la eficiencia operativa, la precisión de los datos recopilados, y la experiencia del usuario, cumpliendo con los productos mínimos prometidos en el plan.

5. Conclusiones

El desarrollo e implementación de la plataforma de gestión y medición de los Student Outcomes (SO) en la E3T de la UIS ha generado avances significativos tanto en el ámbito académico como en el tecnológico.

En primer lugar, la flexibilidad y adaptabilidad de la plataforma han sido claves para gestionar distintos formatos de entrega y evidencias sin comprometer la eficiencia. En un entorno

académico que debe cumplir con los requisitos de acreditación de ABET, contar con una herramienta escalable y personalizable se convierte en una ventaja estratégica. Además, la automatización de tareas como la validación de archivos, generación de informes y envío de notificaciones ha permitido optimizar la medición de los SO, aumentando la precisión y la consistencia en la gestión de datos académicos. La estandarización de los formatos y la implementación de mecanismos para evitar duplicaciones han mejorado considerablemente la robustez del sistema. Sin embargo, uno de los mayores desafíos fue garantizar la interoperabilidad entre diferentes formatos de entrega de mediciones. Gracias a una arquitectura escalable, el sistema logró adaptarse eficazmente, demostrando su capacidad para operar aún, cuando los formatos de entrega han sido modificados.

Otro aspecto fundamental fue la colaboración y, trabajo conjunto entre desarrolladores, y usuarios finales, lo que permitió identificar problemas y soluciones que mejoraron tanto la funcionalidad como la usabilidad del sistema, logrando un desarrollo alineado con las verdaderas necesidades del entorno educativo; la validación temprana por parte de los usuarios también fue esencial para ajustar el rendimiento y mejorar la experiencia de uso, permitiendo que el sistema evolucionara de forma ágil y eficiente. En términos de contribuciones, la plataforma no solo es innovadora por su automatización y arquitectura serverless, sino también por su enfoque en la usabilidad y la eficiencia operativa. Su implementación ha permitido una personalización que facilita la adaptación a las necesidades específicas de profesores y líderes académicos, sin sacrificar funcionalidad.

Desde un enfoque técnico, la utilización de tecnologías como Google Cloud y Google Apps Script ha hecho del sistema una opción económica y eficaz, permitiendo a instituciones educativas gestionar procesos de acreditación sin altos costos y en el caso de la E3T es

completamente gratis. A nivel operativo, la simplificación de procesos y la reducción de carga administrativa han mejorado significativamente la experiencia de los usuarios finales. Este proyecto demuestra cómo una plataforma Serverless puede transformar la gestión académica, optimizando procesos complejos como la medición de los SO. Sus contribuciones no solo fortalecen su aplicabilidad en la E3T, sino que también la posicionan como una solución escalable y adaptable para otras instituciones que enfrenten desafíos similares.

6. Recomendaciones

El desarrollo de la plataforma de gestión y medición de los Student Outcomes en la E3T de la UIS ha identificado áreas de mejora y posibles desafíos que podrían abordarse en futuros proyectos. A continuación, se presentan recomendaciones para futuras investigaciones y desarrollos:

Optimización de la Experiencia del Usuario: Es fundamental priorizar la mejora continua de la experiencia del usuario, centrándose en la usabilidad y accesibilidad de la plataforma para garantizar una adopción exitosa y una participación activa de los usuarios.

Optimización del Sistema de Notificaciones: Mejorar el sistema de notificaciones existente para informar a los profesores líderes de SO y a aquellos que realizan mediciones sobre nuevas asignaciones, solicitudes de mejora y otros eventos relevantes para su participación en el proceso de acreditación.

Desarrollo de un sistema de seguimiento para las mejoras propuestas: Actualmente, en los informes de Student Outcomes (SO), se registra cuando un profesor propone una mejora, pero el sistema no proporciona trazabilidad ni seguimiento a esas propuestas a lo largo del tiempo. Esto limita la capacidad de evaluar el impacto de las sugerencias y su implementación en ciclos futuros. Por tanto, se recomienda el desarrollo de un sistema integral que no solo registre

las mejoras propuestas, sino que también permite hacer un seguimiento a largo plazo de su implementación y efectividad. Este proyecto tendría como objetivo rediseñar el proceso actual, incorporando funciones de autenticación para garantizar la identidad de quienes proponen las mejoras, y un sistema de monitoreo que ayude a tomar decisiones informadas en función del historial de cambios sugeridos. Dada la magnitud de este reto, se considera que es una oportunidad para un nuevo proyecto que mejore significativamente la gestión de las mejoras educativas. Este sistema garantizará la efectiva implementación de las mejoras y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos por ABET.

Implementación de un sistema de carga y corrección progresiva de datos: Para futuros desarrollos del sistema, se recomienda implementar una funcionalidad que permita que, al iniciar sesión, el profesor pueda visualizar si ya ha subido información previamente. Si existen datos registrados, el sistema debería rellenar automáticamente los campos correspondientes con la información previamente subida. Esta funcionalidad ofrecería dos beneficios importantes:

Subir instrumentos de medición al principio de semestre con fines de asesoría

Facilidad de corrección: Permitirá al profesor corregir o modificar información previamente subida sin necesidad de empezar el proceso desde cero.

Carga progresiva: Facilitará que el profesor suba partes de la información en diferentes momentos, sin tener que repetir el envío completo, mejorando la flexibilidad y comodidad del proceso. Para la siguiente fase del proyecto, también sería necesario desarrollar un mecanismo que permita al líder del SO gestionar este flujo de información de manera más eficiente, asegurando un seguimiento adecuado de las correcciones y cambios en las mediciones subidas. Este desarrollo no solo optimizaría la experiencia del usuario, sino que también aumentaría la eficiencia del sistema al minimizar errores y duplicaciones en las cargas de información.

Desarrollo de Herramientas Inteligentes para la Evaluación de Instrumentos de Medición: Se recomienda crear herramientas que faciliten la evaluación de los instrumentos de medición utilizados por los profesores al inicio de cada semestre, proporcionando retroalimentación sobre su idoneidad para evaluar los Student Outcomes (SO) y su conformidad con las rúbricas de ABET. Además, dado el rápido avance de la tecnología, se sugiere explorar el uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, para automatizar y optimizar el análisis de los instrumentos de evaluación. Estas tecnologías permitirían mejorar la precisión y eficiencia en la medición de los SO, proporcionando recomendaciones más precisas sobre la adecuación y efectividad de los instrumentos utilizados. Esta solución no solo agilizaría el proceso de evaluación, sino que también aseguraría que los instrumentos de medición sean más consistentes y estén alineados con los estándares requeridos.

Referencias bibliográficas

- ABET. (2022). *EAC Criteria*. ABET.
<https://www.abet.org/wp-content/uploads/2022/01/2022-23-EAC-Criteria.pdf>
- About ABET*. (2022). ABET. <https://www.abet.org/about-abet/>
- Agile Alliance. (2001). *Principios del Manifiesto Ágil*. Manifiesto for Agile Software Development. Retrieved September 19, 2024, from <https://agilemanifesto.org/iso/es/principles.html>
- Amazon Web Services. (n.d.). *¿En qué consiste Scrum? - Explicación sobre la metodología Scrum*. AWS. Retrieved September 19, 2024, from <https://aws.amazon.com/es/what-is/scrum/>
- AWS. (2024). *Informática sin servidor: Amazon Web Services*. AWS. Retrieved September 10, 2024, from <https://aws.amazon.com/es/serverless/>
- Bernd Rücker, J. F., & Hitpass, B. (2014). *BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica* (4th ed.).
- Google Developers. (2024). *Google Workspace - Apps Script*. Google for Developers. Retrieved September 10, 2024, from <https://developers.google.com/apps-script?hl=es-419>
- Martínez-Ardila, Hugo & Contreras-Pacheco, Orlando & Mosquera-Navarro, Rodolfo. (2024). *Modelo de implementación de resultados de aprendizaje: armonizando el Consejo Nacional de Acreditación de Colombia con el sistema de acreditación internacional ABET*. Formación universitaria. 17. 91-102. 10.4067/s0718-50062024000400091.