

Herramienta de gestión y visualización de datos para el proceso de acreditación internacional

ABET del programa de Ingeniería Industrial

Milton Sneider Caballero Ardila

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Hugo Ernesto Martínez Ardila

Doctor en Ingeniería, Gestión y Desarrollo Tecnológico

Codirectora

Leidys Carolina Pérez Rueda

Especialista en Dirección y Gestión de la Calidad

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A mi abuela por ser la mejor persona que conozco, y un apoyo incondicional sin igual.

*A mis padres por educarme con los valores que me han convertido en la persona que soy
hoy.*

*A mi hermana, tíos, primos y abuelos por ser parte fundamental en mi crecimiento,
estando siempre que los necesitaba.*

Agradecimientos

A Dios por ser un pilar esencial en mi vida y guiarme cada día.

*A mis padres Milthon y Stella por cada esfuerzo que realizaron por criarme de la mejor manera
y por forjarme el mejor futuro posible.*

*A mi tía Nayibe y a mi abuela Olfa por ser como unas madres para mí, por las oportunidades y
por el apoyo en buenos y malos momentos.*

A mi hermana Jesica por acompañarme en cada etapa y por brindar alegría y energía al hogar.

*A mi primo Walter y demás primos, tíos y familiares que de alguna forma estuvieron presentes
en las diferentes fases de mi vida.*

*A Diego, Daniel, Sara e Irene por ser mis primeras grandes amistades, por compartir valiosos
momentos y por aportarme tanto en mi estancia en España.*

*A Daniela, Santiago, Felipe, Sebastián C., Juliana, Alejandro y Jose Luis por estar presentes en
la mayor parte de mi etapa universitaria y hacer de esta una experiencia inolvidable.*

*A Maria Paula, Sebastián P., Nicolás C. y Marcus por acompañarme en la etapa final y
demostrarme que nunca es tarde para conocer increíbles personas.*

*A mis profesores, desde la educación infantil hasta universitaria, quienes con sus
conocimientos y valores aportaron en mi crecimiento académico y personal.*

*A mi director Hugo y codirectora Leidys, quienes hicieron del desarrollo del presente
trabajo de grado una experiencia enriquecedora en todos los aspectos.*

*A todos aquellos que de alguna u otra forma contribuyeron en las diferentes dimensiones
de mi desarrollo como persona.*

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Planteamiento del problema.....	15
2. Objetivos	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. Diagnóstico inicial	18
3.1 Descripción de la situación actual.....	20
3.2 Levantamiento de información	23
3.2.1 Entrevista al equipo ABET	23
3.2.2 Descripción y requisitos por criterio.....	28
3.3 Conclusiones del diagnóstico.....	41
4. Marco de referencia	43
4.1 Marco de antecedentes.....	43
4.2 Marco teórico.....	46
4.2.1 Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET).....	46
4.2.1.1 Historia.....	46
4.2.1.2 Sociedades de miembros.....	46
4.2.1.3 Licenciatura, registro y certificación.	48
4.2.1.4 Importancia de la acreditación ABET.....	49
4.2.1.5 Definiciones importantes.	51
4.2.2 ABET en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE).....	53

4.2.2.1 Requisitos de elegibilidad del programa.....	53
4.2.2.2 Acreditación fuera de los Estados Unidos.....	55
4.2.2.3 Proceso de acreditación.....	56
4.2.3 Microsoft Power BI.....	57
4.2.3.1 Elementos de Power BI.....	58
4.2.3.2 Power BI Desktop.....	59
4.2.3.3 Servicio Power BI.....	59
4.3 Metodología (Microsoft Team Data Science Process).....	61
4.3.1 Fase 1: Conocimiento del negocio (Pre-diagnóstico).....	63
4.3.2 Fase 2: Adquisición y comprensión de datos (Diagnóstico).....	64
4.3.2.1 Ingerir los datos.....	64
4.3.2.2 Explorar los datos.....	64
4.3.2.3 Configurar una canalización de datos.....	65
4.3.3 Fase 3: Moldeado (Formulación de un plan de mejoramiento).....	65
4.3.3.1 Ingeniería de características.....	65
4.3.3.2 Entrenamiento de modelos.....	66
4.3.3.3 Evaluación del modelo.....	66
4.3.4 Fase 4: Despliegue (Implementación de las propuestas).....	67
4.3.5 Fase 5: Aceptación de los interesados (Control y evaluación de resultados).....	67
5. Diseño de la herramienta.....	68
6. Implementación de la herramienta.....	97
7. Actualización de la herramienta.....	100
8. Resultados finales.....	101

Conclusiones	102
Recomendaciones	104
9. Referencias Bibliográficas	105

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Detalles de la entrevista de diagnóstico al equipo ABET.....	24

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Cumplimiento de objetivos.....	14
Figura 2. Consulta de información de cada Resultado de Aprendizaje	25
Figura 3. Consulta de información de cada Curso	26
Figura 4. Integración de Power BI Desktop, Servicio Power BI y Power BI Mobile	58
Figura 5. Similitudes y diferencias de Power BI Desktop y Servicio Power BI	60
Figura 6. Ciclo de vida del proceso de ciencia de datos en equipo	62
Figura 7. Pestaña INSTRUCTIVO, rúbrica nivel Curso	69
Figura 8. Pestaña Competencia, rúbrica nivel Curso	70
Figura 9. Pestaña Evaluación_Estudiante, rúbrica nivel Curso	71
Figura 10. Cuadro resumen, Pestaña Evaluación Curso, rúbrica nivel Curso	72
Figura 11. Evaluación por ID, Pestaña Evaluación Curso, rúbrica nivel Curso	73
Figura 12. Evaluación general del curso, Pestaña Evaluación Curso, rúbrica nivel Curso	74
Figura 13. Nivel de Indicador de Desempeño (ID).....	84
Figura 14. Herramienta de Power BI que cambia según la posición	85
Figura 15. Nivel de Curso	87
Figura 16. KPI por debajo y por encima del Target, respectivamente	88
Figura 17. Nivel de Resultado de Aprendizaje, pestaña de Calificación en Porcentaje (%)	91
Figura 18. Nivel de Resultado de Aprendizaje, pestaña de Calificación	91
Figura 19. Nivel de Criterio, Criterio 4, Marcador Análisis por semestre.....	94
Figura 20. Nivel de Criterio, Criterio 4, Marcador Evolución de cada RA	94
Figura 21. Página Principal de la herramienta final.....	96

Lista de Apéndices

Apéndice A. Modelo Curso con 3 ID

Apéndice B. Modelo Curso con 4 ID

Apéndice C. Modelo Curso con 5 ID

Apéndice D. Modelo RA con 3 ID

Apéndice E. Modelo RA con 4 ID

Apéndice F. Modelo RA con 5 ID

Apéndice G. Máster FINAL

Apéndice H. Proceso de actualización de datos Power BI

Apéndice I. Vídeo explicativo proceso de actualización

Apéndice J. ABET Versión FINAL

Los apéndices están adjuntos y pueden visualizarse en la base de datos de la biblioteca UIS.

Resumen

Título: Herramienta de gestión y visualización de datos para el proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial. *

Autor: Milton Sneider Caballero Ardila **

Palabras Clave: Herramienta, gestión, visualización, datos, información, ABET, acreditación, internacional, Power BI, Microsoft.

Descripción: La acreditación es un aspecto crucial para garantizar la calidad y la integridad de los programas educativos. El proceso de acreditación internacional ABET desempeña un papel fundamental en la evaluación y validación de los resultados educativos, el plan de estudios y los recursos del programa de Ingeniería Industrial. Sin embargo, los métodos manuales existentes de gestión y visualización de datos durante el proceso de acreditación plantean retos significativos, incluyendo la sobrecarga de información y el análisis ineficiente.

Para hacer frente a estos retos, se propone el desarrollo de una herramienta integral de gestión y visualización de datos adaptada específicamente al proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial. La herramienta pretende agilizar la recogida, almacenamiento, recuperación, análisis y presentación de datos esenciales de los procesos necesarios para la acreditación.

La herramienta propuesta emplea modernos sistemas de gestión de bases de datos y técnicas de integración de datos para centralizar todos los datos relacionados con la acreditación procedentes de diversas fuentes, incluidos los registros de los estudiantes, los detalles del plan de estudios, la información sobre el profesorado y los resultados de las evaluaciones. Este repositorio unificado de datos permite una gestión eficiente de los mismos, eliminando esfuerzos redundantes e incoherencias. Además, la herramienta incorpora técnicas avanzadas de visualización para presentar los datos de acreditación de forma significativa e intuitiva. A través de cuadros de mando interactivos, tablas y gráficos, las partes interesadas pueden obtener perspectivas reveladoras sobre los puntos fuertes y débiles de los programas y las áreas susceptibles de mejora. Esta capacidad de visualización de datos facilita la toma de decisiones informadas y mejora la colaboración entre el profesorado, los administradores y los organismos de acreditación.

En última instancia, esta investigación contribuye al avance de los procesos de acreditación y apoya la mejora continua en la educación de la Ingeniería Industrial.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Hugo Ernesto Martínez Ardila, Doctor en Ingeniería, Gestión y Desarrollo Tecnológico. Codirector: Leidys Carolina Pérez Rueda, Especialista en Dirección y Gestión de la Calidad

Abstract

Title: Data management and visualization tool for the ABET international accreditation process of the Industrial Engineering program. *

Author: Milton Sneider Caballero Ardila **

Key Words: Tool, management, visualization, data, information, ABET, accreditation, international, Power BI, Microsoft.

Description: Accreditation is a crucial aspect of ensuring the quality and integrity of educational programs. The ABET international accreditation process plays a critical role in evaluating and validating the educational outcomes, curriculum, and resources of the Industrial Engineering program. However, existing manual methods of managing and visualizing data during the accreditation process pose significant challenges, including information overload and inefficient analysis.

To address these challenges, the development of a comprehensive data management and visualization tool tailored specifically to the ABET international accreditation process of the Industrial Engineering program is proposed. The tool aims to streamline the collection, storage, retrieval, analysis and presentation of data essential for the necessary processes for the accreditation.

The proposed tool employs modern database management systems and data integration techniques to centralize all accreditation-related data from a variety of sources, including student records, curriculum details, faculty information, and assessment results. This unified data repository enables efficient data management, eliminating redundant efforts and inconsistencies. In addition, the tool incorporates advanced visualization techniques to present accreditation data in a meaningful and intuitive way. Through interactive dashboards, charts and graphs, stakeholders can gain revealing insights into program strengths, weaknesses and areas for improvement. This data visualization capability facilitates informed decision-making and enhances collaboration among faculty, administrators and accrediting bodies.

Ultimately, this research contributes to the advancement of accreditation processes and supports continuous improvement in Industrial Engineering education.

* Bachelor Thesis

** School of Physical and Mechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies. Director: Hugo Ernesto Martínez Ardila, D. in Engineering, Management and Technological Development. Codirector: Leidys Carolina Pérez Rueda, Specialist in Quality Management.

Introducción

La Ingeniería Industrial ha experimentado un rápido crecimiento y desarrollo en los últimos años, con un número cada vez mayor de instituciones educativas de todo el mundo que ofrecen programas en este campo. Como consecuencia, cada vez, es más necesario acreditar estas instituciones y programas para garantizar su calidad y su adecuación a las necesidades de la industria. El Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET por sus siglas en inglés) es líder mundial en la acreditación de programas de ingeniería, incluida la Ingeniería Industrial. (Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), 2021)

En el proceso de acreditación internacional de ABET, la gestión y visualización de datos desempeñan un papel fundamental para garantizar la calidad y eficacia del mismo. Sin embargo, las herramientas actuales disponibles para el procedimiento son a menudo complejas y tediosas de usar, lo que puede conducir a ineficiencias e imprecisiones en el proceso de acreditación.

Para abordar este problema, este proyecto de grado propone el desarrollo de una nueva herramienta de gestión y visualización de datos diseñada específicamente para el proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial. La herramienta tendrá como objetivo simplificar y agilizar el proceso de gestión y visualización de datos, permitiendo evaluaciones de acreditación más eficientes y precisas; así como un análisis a detalle y de manera cronológica de cada uno de los periodos académicos, lo cual facilitará la toma de decisiones y el acceso inmediato a los resultados de las mediciones realizadas en el proceso de mejora continua. Este proyecto aprovechará las modernas tecnologías de almacenamiento, manejo y visualización de datos proporcionadas por Microsoft, concretamente por Microsoft Power BI; para crear una herramienta fácil de usar, intuitiva y flexible que permitirá a los miembros del equipo ABET

evaluar la información obtenida a partir de estos datos de forma más eficaz. En última instancia, este proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad general del proceso de acreditación internacional ABET para el programa de Ingeniería Industrial, y más concretamente el desempeño del Criterio Cuatro o de Mejora Continua.

El presente proyecto inicia con el planteamiento del problema y un diagnóstico inicial. Seguidamente se enuncian el objetivo general y los objetivos específicos que se quieren alcanzar. En el marco de referencia se exponen las bases sobre las que se sustenta el proyecto, y se incluyen un marco de antecedentes con trabajos de grado relacionados y un marco teórico con la investigación pertinente acerca del proceso ABET en general, en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y Microsoft Power BI. Adicionalmente se presenta la metodología utilizada y el levantamiento de información. Previo a la construcción de la herramienta se realiza una caracterización de los procesos, procedimientos y flujos de información, para luego proponer, verificar y presentar la herramienta. En la parte final se explica el proceso de actualización, se describen los resultados finales entregados, se concluye el proyecto y se aportan recomendaciones. Finalmente se presenta una bibliografía con todos los apoyos documentales que sirvieron de soporte para el proyecto.

Figura 1*Cumplimiento de objetivos*

Objetivo Específico	Cumplimiento
Realizar un análisis diagnóstico que permita visualizar la situación actual de los procesos involucrados en la gestión y visualización de datos en la acreditación internacional ABET, y seleccionar aquellos datos a utilizar en la herramienta.	Capítulo 1, 2 y 6
Diseñar una herramienta en la plataforma Microsoft Power BI, para la gestión y visualización de los datos identificados en el proceso de acreditación ABET.	Capítulo 7 y 8
Implementar la herramienta teniendo en cuenta los requerimientos del equipo ABET, encargado del proceso de acreditación.	Capítulo 8 y 9

1. Planteamiento del problema

La Universidad Industrial de Santander, constituida como institución pública del orden departamental, tiene un compromiso social con la innovación y el mejoramiento continuo relacionado con el fortalecimiento de la nación y la democracia, lo que a su vez ha fortalecido una cultura de procesos de gestión de alta calidad a lo largo de sus más de 70 años de existencia.

Como se remarca en la Visión del Proyecto Institucional de la UIS, “Para el año 2030 la Universidad Industrial de Santander será reconocida en el entorno nacional e internacional como una comunidad intelectual, ética y diversa, que educa para interpretar los desafíos del mundo, que es abierta a nuevas formas de pensamiento y que gestiona el conocimiento para el avance y la transformación de la sociedad y la cultura hacia el mejoramiento de la calidad de vida. ” (Universidad Industrial de Santander, 2018)

En este orden de ideas, es fundamental para la institución contar con programas académicos que se encuentren a la vanguardia internacional en cuanto a estándares de calidad, acordes con las necesidades que el mercado laboral contemporáneo plantea.

La organización no gubernamental ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) proporciona un enfoque con normas que ayudarán a enfrentar estos retos, procurando acreditación internacional a programas universitarios en las disciplinas de ciencias aplicadas y naturales, informática, ingeniería y tecnología de la ingeniería en los niveles de grado medio, licenciatura y máster. Con la acreditación ABET, los estudiantes, las empresas y la sociedad en general pueden estar seguros de que un programa cumple las normas de calidad, y que produce graduados preparados para incorporarse a una fuerza laboral global. (Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), 2021b)

El modelo de esta acreditación se basa en la consecución de ocho criterios diferentes, que involucran desde estudiantes y profesores hasta la infraestructura y el soporte institucional de cada programa académico. Inevitablemente, para la medición y valoración de dichos criterios se requiere de una gran cantidad de datos de diferentes fuentes, los cuales deben ser capaz de almacenarse, visualizarse y algunos de ellos someterse a su respectiva evaluación. La interpretación final de la información obtenida servirá como herramienta informativa y/o dictaminará (tanto cualitativamente como cuantitativamente) si se cumplen con los criterios, además de las medidas a adoptar en cada situación.

Como consecuencia, en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander se plantea la necesidad de una herramienta capaz de integrar este proceso y flujo de información, desde el acceso a las diferentes bases de datos hasta la pertinente visualización dinámica e interactiva de los mismos, la cual abrirá las puertas a una toma de decisiones mucho más eficiente y escalable. La plataforma seleccionada para la elaboración de esta herramienta es Microsoft Power BI.

Power BI es un conjunto de servicios de software, aplicaciones y conectores que trabajan juntos para convertir fuentes de datos en perspectivas coherentes, visualmente inmersivas e interactivas. Además, permite conectarse fácilmente a fuentes de datos, visualizarlos y posteriormente compartirlos. Gracias a que es una plataforma proporcionada por Microsoft, y consecuentemente a la sinergia con el resto de sus servicios, Power BI es capaz de entregar informes a los usuarios adecuados de diferentes maneras, ya sea visualizándolos en un navegador web, en un dispositivo móvil o como correo electrónico. (Microsoft, 2023)

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar e implementar una primera versión de una herramienta de gestión y visualización de datos para el proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS)

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis diagnóstico que permita visualizar la situación actual de los procesos involucrados en la gestión y visualización de datos en la acreditación internacional ABET, y seleccionar aquellos datos a utilizar en la herramienta.
- Diseñar una herramienta en la plataforma Microsoft Power BI, para la gestión y visualización de los datos identificados en el proceso de acreditación ABET.
- Implementar la herramienta teniendo en cuenta los requerimientos del equipo ABET, encargado del proceso de acreditación.

3. Diagnóstico inicial

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) forma parte de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Como organización académica, su propósito fundamental es contribuir al desarrollo de la sociedad a través de formación integral de profesionales a nivel de pregrado y posgrado, capaces de diseñar, emprender, dirigir, gestionar y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios. El logro de este propósito se basa en las competencias de su talento humano en constante proceso de formación, la generación de conocimiento a través de proyectos de investigación, la aplicación de metodologías de innovación educativa y un ambiente de aula favorable. (Mesa, 2023)

La organización internacional ABET se encarga de homologar programas de grado medio, licenciatura y máster de facultades y universidades en los campos de ciencias aplicadas y naturales, informática, ingeniería y tecnología de la ingeniería.

ABET utiliza criterios creados por expertos técnicos que se centran en las experiencias y enseñanzas que reciben los alumnos a lo largo del programa académico. Como lo denomina ABET, su método voluntario de revisión por pares goza de gran prestigio en todo el mundo, dado que añade un valor significativo a los programas académicos en disciplinas técnicas, donde la calidad, la precisión y la seguridad son de máxima importancia. Los encargados de evaluar estos criterios son más de 2,200 expertos que proceden de los sectores empresarial, educativo y gubernamental; quienes dedican su tiempo y esfuerzo a apoyar las actividades de garantía de calidad en todo el mundo actuando como evaluadores de programas, comisionados, miembros del consejo y asesores.

Gracias a la metodología, los estándares y la calidad que garantiza una acreditación internacional ABET; los estudiantes, los empleadores y la sociedad pueden estar seguros de que

el programa académico acreditado cumple las normas de calidad que dan como resultado graduados cualificados para formar parte de una fuerza laboral global. (Páez Quintero y Villamizar Ariza, 2022)

Consecuentemente, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales inspirada por su propósito y por los beneficios que tanto la mejora continua del programa como una acreditación internacional de este calibre suponen ; se encuentra a la fecha de realización del presente proyecto en el proceso de acreditación internacional ABET de su programa de pregrado Ingeniería Industrial.

Para que un programa pueda ser acreditado por ABET se deben cumplir los siguientes requisitos:

- El programa debe satisfacer todos los Criterios que se encuentran en los Criterios Generales establecidos por la comisión que les corresponde, en el caso de las ingenierías la comisión EAC (Engineering Accreditation Commision o Comisión de Acreditación de Ingenieros)
- El programa debe cumplir con el criterio específico definido por ABET
- El programa debe tener al menos un graduado
- El programa debe tener acreditación nacional

La acreditación ABET consta de ocho criterios en los cuales deben realizarse algunas actividades específicas. El criterio cuatro es el corazón de la acreditación y también en el que se centrará el presente proyecto. Para la consecución del mismo se requiere del compromiso del equipo de profesores del programa académico, quienes colaborarán en el proceso de valoración, evaluación y mejora continua.

El programa ABET requiere de un líder, quien gestionará las actividades del proceso de acreditación, ayudará a identificar falencias y a resolverlas. Además, es importante tener presente que ABET hace trazabilidad en todo el proceso y rectifica el cumplimiento de los criterios de varias maneras, por lo que toda la información debe ser coherente y estar alineada.

Es en este punto donde se plantea la necesidad del presente proyecto, dado que el proceso de acreditación internacional ABET recolecta una gran cantidad de datos que posteriormente serán convertidos en información (concretamente en el Criterio Cuatro o de Mejora Continua), que a su vez será utilizada para evaluar o informar en los diferentes criterios, según corresponda.

3.1 Descripción de la situación actual

Esta descripción es la base para el desarrollo del diagnóstico propuesto en el primer objetivo específico. Se realiza con el fin de identificar la información con la que cuenta el equipo ABET actualmente, en términos de datos brutos, organización, procesos, procedimientos y actividades que realizan.

Para la recopilación de la información se propone realizar una entrevista semi-estructurada a la Profesional del proceso de acreditación ABET para el programa de Ingeniería Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; con el fin de determinar la disponibilidad de la información además de describir la forma actual en la que se recolectan, almacenan y consultan los datos del proceso de acreditación internacional ABET. El resultado de la entrevista describiendo la situación inicial se presenta a continuación.

Todo el proceso de almacenamiento de evidencias u otros documentos necesarios para el proceso se realiza a partir de una carpeta disponible en la nube (One Drive). En esta carpeta se

encuentra una carpeta general que engloba toda la gestión documental del proceso, llamada ABET Ingeniería Industrial.

Como el programa ABET evalúa el proceso de acreditación a partir de ocho criterios, se destina una carpeta para uno de ellos. Cada carpeta está asociada al cronograma de trabajo del equipo ABET, que es un archivo externo a estas carpetas.

Por ejemplo, en el criterio uno de Estudiantes, cada una de las carpetas se almacena por semestre, desde donde se puede acceder a los meses y a la documentación y anexo pertinente para cada documento. Este proceso se repite para cada criterio.

En el criterio dos de Objetivos Educativos del Programa se almacena toda la evidencia publicitaria que se realice en el marco de dar a conocer el proceso. En otra carpeta se almacenan los documentos donde se exponen estos objetivos, anexos que soportan su ejecución o relacionados a su difusión. Existe también otra carpeta de Actas, donde se almacenan todas las actas que se generen en cada reunión clasificadas por semestre.

En el criterio tres se encuentra toda la información relacionada con los Resultados de Aprendizaje. Esto implica los mapeos de asignaturas que se realizan semestre a semestre, una carpeta donde se almacena toda la información concerniente a la escritura del “Self Study Report” que se hace por cada uno de los criterios.

En el criterio cuatro, que es la carpeta más extensa, se encuentran varias subcarpetas. La primera es una lista de verificación que se ha creado para apoyar la recolección de información y evidencias para cada uno de los Resultados de Aprendizaje. Al finalizar cada semestre se debe hacer una reunión de cierre. En la segunda carpeta se almacena toda la documentación requerida para esta reunión para cada semestre. Generalmente comienza con el acta de cierre, y como anexos se almacenan las Acciones de Mejora propuestas y las presentaciones que se utilizan para su

socialización ante los diferentes entes. Además, como en estas reuniones de cierre se contemplan las Acciones de Mejora, se crea una carpeta solamente para Acciones de Mejora, la cual se organiza por semestre. Es necesario que se guarden las evidencias de la implementación de cada una de las Acciones de Mejora para cada Resultado de Aprendizaje, lo que resulta en una carpeta para cada uno de ellos en caso de que sean transversales.

Adicionalmente se cuenta con la carpeta que almacena todas las mediciones que se hacen semestre a semestre. Al dar clic allí encontramos para cada Resultado de Aprendizaje la rúbrica vacía del RA (Resultado de Aprendizaje), una lista de chequeo que tiene de manera organizada lo que el líder del RA debe entregar al equipo ABET. El líder se reúne con su equipo de trabajo, conformado por cada uno de los docentes de las asignaturas que componen ese RA. Por ejemplo, el líder del RA1 se reúne con los profesores de Diseño de Sistemas Productivos, Introducción a la Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones II; entregándole cada uno de ellos los documentos requeridos. A medida que el líder recibe estas evidencias va chequeando en la lista, organiza la información y la envía al equipo ABET firmada y con la fecha de entrega. Esto se recopila para cada Resultado de Aprendizaje.

Con esa información se arma la carpeta de Evaluación Cursos, donde se contempla la información, rúbrica y mediciones por cada curso. En cada uno de ellos se encuentra el formato del instrumento, que es el instrumento de evaluación que aplica el docente para la medición en la asignatura (parcial, trabajo, quiz...) y el formato, para conocer la estructura del instrumento.

También se crea la carpeta de Muestras donde se almacena un instrumento de evaluación que ya fue desarrollado por el estudiante, clasificado en niveles bajo, medio y alto. Además, se cuenta con la carpeta de Evidencias Totales donde se cargan todas las evaluaciones y trabajos desarrollados por cada estudiante.

Por último se tiene la rúbrica, diligenciada por el docente de la asignatura y enviada al líder de Resultado de Aprendizaje, quien posteriormente lo envía al equipo ABET. Así ocurre para cada uno de los cursos de cada uno de los Resultados de Aprendizaje. Si por ejemplo se quiere conocer cuál fue el resultado de Gestión Contable, que hace parte del RA7; se debe acceder a la carpeta del RA7, a Evaluación de Curso, Gestión Contable, acceder a la rúbrica y desde allí se pueden ver cuáles fueron los resultados obtenidos.

Si se quieren ver los resultados de otro semestre, uno debe devolverse, ir al semestre correspondiente y realizar la búsqueda de nuevo, siguiendo la ruta análoga.

Para consolidar la información de todos los Resultados de Aprendizaje se realiza una presentación en Power Point, que se socializa al final del semestre en una reunión de cierre. Para esta reunión el equipo ABET debe recibir por parte de los líderes de los Resultados de Aprendizaje todas las mediciones, y con esos datos se hace la presentación.

De cada uno de los cursos se extrae el promedio de los indicadores, que se obtiene a partir de las rúbricas que envían los líderes; y junto con el formato consolidado se traslada el promedio de cada indicador y el promedio general. Básicamente se transcriben los datos de cada una de las rúbricas a la presentación final.

3.2 Levantamiento de información

3.2.1 Entrevista al equipo ABET

En la siguiente tabla se describe la información correspondiente a la entrevista de diagnóstico realizada al equipo ABET.

Tabla 1*Detalles de la entrevista de diagnóstico al equipo ABET*

Ítem	Detalle
Fecha y hora	23 de marzo de 2023, 2:00 P.M.
Lugar	Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander
Entrevistador	Milton Sneider Caballero Ardila
Entrevistado	Leidys Carolina Pérez Rueda
Tipo de entrevista	Entrevista semi estructurada

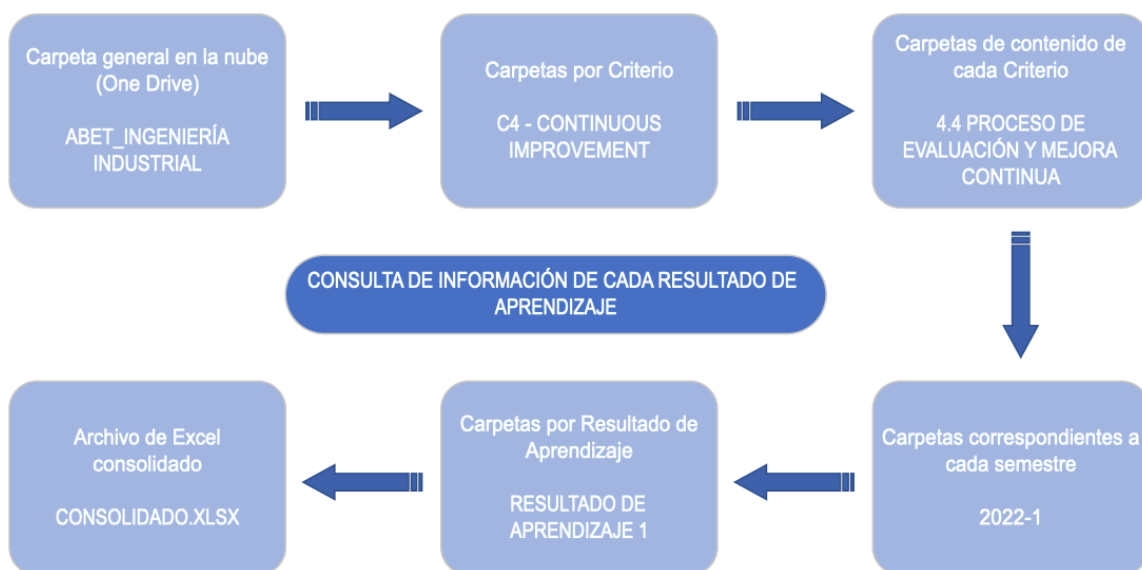
La primera pregunta y más extensa involucra el proceso general de recolección, almacenamiento y consulta de datos del proceso de acreditación internacional ABET para el programa de Ingeniería Industrial. Esta respuesta proporciona una visión estructural lo suficientemente completa y adecuada para un diagnóstico previo, por lo que es utilizada en dicha sección (Capítulo 3.1).

Seguidamente se pregunta acerca del procedimiento a seguir en el caso particular de consultar información sobre algún Resultado de Aprendizaje en el Criterio Cuatro o de Mejora Continua, y se realiza una medición aproximada del tiempo que este procedimiento conlleva.

El procedimiento comienza accediendo a la carpeta general en la nube (One Drive), se busca el criterio asociado a ese proceso (en este caso el Criterio Cuatro o de Mejora Continua), allí se busca la subcarpeta Proceso de Evaluación y Mejora Continua, se selecciona el semestre del cual se quiere obtener la información (2022-1), y se selecciona el Resultado de Aprendizaje a conocer. En esa carpeta se debe buscar el archivo en Excel llamado “Consolidado”, y allí se puede ver de manera general cuáles fueron los promedios para cada asignatura, así como el promedio del Resultado de Aprendizaje una vez promediadas todas las mediciones de todos los cursos de ese Resultado de Aprendizaje. El tiempo aproximado para completar este procedimiento es de 60 segundos. En el siguiente diagrama se ilustra el proceso de consulta para cada Resultado de Aprendizaje.

Figura 2

Consulta de información de cada Resultado de Aprendizaje



Para continuar se pregunta acerca del procedimiento a seguir en el caso particular de consultar información sobre algún Indicador un Resultado de Aprendizaje en concreto en el Criterio Cuatro o de Mejora Continua, y también se realiza una medición aproximada del tiempo que este procedimiento conlleva.

Para consultar información específica de los resultados de las mediciones en cada curso se debe acceder a la carpeta general en la nube (One Drive), se busca el criterio asociado a ese proceso (en este caso el Criterio Cuatro o de Mejora Continua), allí se busca la subcarpeta Proceso de Evaluación y Mejora Continua, se selecciona el semestre del cual se quiere obtener la información (2022-2), se busca el Resultado de Aprendizaje al cual pertenece esa asignatura, se accede a la carpeta de Evaluación Cursos que contiene todos los cursos evaluados en el RA, se busca el curso del cual se quiere obtener la información y por último se accede a la rúbrica en Excel donde se pueden observar los resultados de esa asignatura. El tiempo aproximado para realizar este procedimiento es de 57 segundos. Seguidamente se ilustra este proceso de consulta para cada Curso.

Figura 3

Consulta de información de cada Curso



La siguiente pregunta tiene que ver con el tipo de visualizaciones que se utilizaban en ese momento para comparar los resultados de cada uno de los Resultados de Aprendizaje, y si son lo suficientemente descriptivas.

La entrevistada afirma que se utilizan gráficos de barras que se generan de manera automática en las rúbricas de las asignaturas en el archivo de Excel. Esos resultados se obtienen por cada semestre, y en caso de necesitar comparar con otro semestre se debe realizar el mismo proceso para abrir el otro archivo de Excel y así compararlos, por lo que resultaría en un doble trabajo; ya que no existe una herramienta más eficiente para analizarlos en paralelo.

A continuación se pregunta por la forma en que los profesores visualizan las métricas de cada uno de sus cursos, además de la forma en que deciden qué acciones de mejora implementar y cómo hacerlo.

El líder solicita a los profesores de sus asignaturas la rúbrica, y debe esperar a que se la envíe para realizar este análisis. Si un profesor deseara analizar un Resultado de Aprendizaje diferente, debería solicitar al equipo ABET esta información. Las acciones las establece cada líder de cada RA en conjunto con los profesores. Esas acciones las definen una vez se obtienen los resultados de la medición cuando se aplica el instrumento de evaluación. El equipo ABET cuenta con la medición anterior de cada RA, y el líder necesitaría tener acceso a los resultados pasados para verificar si cada una de las acciones de mejora ha sido efectiva.

Para terminar se consulta por los parámetros estadísticos que se utilizan para comparar los diferentes Indicadores, cursos y Resultados de Aprendizaje.

En el momento de la entrevista solo se utiliza el promedio de las calificaciones por indicador.

3.2.2 Descripción y requisitos por criterio

Como se ha descrito anteriormente, la organización de acreditación internacional ABET evalúa a los programas mediante ocho criterios. A continuación se proporciona una breve descripción de cada criterio, la forma en la que se busca cumplir con el mismo y las evidencias que se utilizarán para evaluarlo.

1. Estudiantes: Es necesario evaluar el rendimiento de los estudiantes. Para garantizar que los estudiantes alcanzan con éxito los objetivos de aprendizaje y permiten a los graduados cumplir los objetivos educativos del programa propuesto, debe realizarse un seguimiento del progreso. En cuestiones de desarrollo profesional y diseño curricular, los estudiantes deben recibir asesoramiento.

El programa debe contar con políticas para aceptar estudiantes nuevos y transferidos, otorgar créditos académicos aceptables por cursos tomados en otras instituciones y otorgar créditos académicos adecuados por trabajos realizados en lugar de tomar cursos en la escuela.

Además, el programa debe contar con políticas que respete para confirmar y registrar que los estudiantes que se gradúan han cumplido todos los requisitos de graduación.

El cumplimiento de este criterio se consigue explicando los requisitos de admisión a la UIS, el método de evaluar a los estudiantes, las transferencias de estudiantes internas y externas, el asesoramiento y orientación profesional (tutorías por parte de los profesores planta del programa a los estudiantes de primer, quinto y octavo semestre), el asesoramiento institucional (Sistema de Excelencia Académica SEA) y los requisitos de graduación (lista de chequeo para estudiantes graduados en cada ceremonia la cual es suministrada por la Facultad)

Por otra parte, las evidencias que se recopilarán son las evidencias de cómo la escuela les hace seguimiento a los estudiantes en su desarrollo del plan de estudios (Evaluating Student Performance); las listas de chequeo de los graduados (Graduation Requirements); seis certificados de notas en inglés (Transcripts of Recent Graduates) y actividades varias que soporten esta sección como listas de asistencias a eventos, lista de asistencia a las consultas con la coordinación académica, estudiantil o profesional, asistencia al taller de Gloria Paulina o asistencia a eventos organizados por el departamento de Relaciones Exteriores.

2. Program Educational Objectives (OEP): En este criterio debe asegurarse que el programa tenga y promueva objetivos educativos que estén en consonancia con la misión de la institución, las exigencias de las diversas áreas del programa y sus normas. Para asegurar que estos objetivos continúen alineados con la misión institucional, los constituyentes del programa y los criterios, debe existir un procedimiento que se registre, se aplique consistentemente y sea efectivo, incorporando a los constituyentes del programa.

El cumplimiento de este criterio se consigue con la elaboración de dos tablas donde se relaciona la Misión de la Universidad, los objetivos educacionales y los resultados de aprendizaje. Adicionalmente se deben validar los OEP con el comité consultivo y elaborar su correspondiente acta, publicar los OEP en las carteleras y página web de la Escuela, revisar los OEP como mínimo cada tres años con el comité consultivo y verificar que el comité consultivo esté conformado por máximo 12 personas.

Las evidencias que se recopilarán son elementos del llamado “Process for review of the OEP’s”, entre las cuales se encuentran actas en donde se evidencia el proceso de revisión con los diferentes constituyentes, resultados de las encuestas realizadas y publicación de

los OEP's en la página web de la Universidad y de la Escuela, además de los espacios físicos en donde considere el programa académico.

3. Student outcomes: Este criterio se encarga de garantizar que el programa tiene resultados de aprendizaje documentados que apoyen los objetivos educacionales del programa. Estos resultados tienen relación directa con la experiencia de los graduados en la vida profesional.

El cumplimiento de este criterio se consigue con la capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemática; la capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando salud pública, seguridad y bienestar; la habilidad para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias; la capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y emitir juicios informados; la capacidad de funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos; la capacidad para desarrollar y llevar a cabo una experimentación adecuada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones; y la capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.

Las evidencias que se recopilarán son la publicación de los resultados de aprendizaje en las carteleras y página web de la Escuela y una tabla donde se vea la relación entre los Student Outcomes y los OEP.

4. Continuous improvement: Como se menciona anteriormente, este criterio es el más relevante del presente proyecto y en el cual se basan los datos recolectados, almacenados y visualizados. Básicamente asegura que los programas usen regularmente procesos apropiados y documentados para valorar y evaluar hasta qué punto los estudiantes están apropiando los resultados de aprendizaje. Los resultados de dichas evaluaciones deben utilizarse sistemáticamente como información para la mejora continua del programa, y también se debe usar otra información disponible para ayudar en la mejora continua del programa.

Para conseguirlo a continuación se citan numerosos pero importantes puntos.

- Realizar un mapeo de asignaturas propias del programa vs SO. El objetivo de este mapeo de los cursos es saber cómo se están desarrollando los resultados de aprendizaje en el currículo del programa y sirve para tomar la decisión de donde se recopilará la información tanto de manera formativa (formación del estudiante) como de manera sumativa (al salir de la universidad). Se consigue así una herramienta que permite saber en dónde se recogerá la información de las rúbricas. El mapa de los cursos evoluciona a medida que el plan de estudios evoluciona.
- La clasificación de las competencias del estudiante es la siguiente: Competencia introducida (I), competencia reforzada (R) y competencia enfatizada (E). El mapeo debe ordenar las asignaturas como aparecen en el plan de estudios, y debe señalar los líderes de cada resultado de aprendizaje. Además, las asignaturas del programa que sean impartidas por la Escuela deben estar clasificadas entre Categoría A (Address) en donde se desarrolla el resultado de aprendizaje, y Categoría AA (Address y Assess) en

donde se desarrolla y se mide el resultado de aprendizaje a través de una rúbrica de evaluación.

- Todas las asignaturas dictadas por la Escuela deben estar presentes en el mapeo y abordar por lo menos un resultado de aprendizaje, ya que esto demuestra que todo el plan de estudios está comprometido con la formación del estudiante.
- Las electivas no deben aparecer en el mapa ya que no siempre son impartidas y no todos los estudiantes las toman
- Todos los resultados de aprendizaje deben ser evaluados en mínimo dos asignaturas y máximo cuatro asignaturas.
- Es ideal que los resultados de aprendizaje se evalúen a lo largo de la carrera. Si un resultado de aprendizaje se evalúa en tres asignaturas, lo ideal es que una de estas esté al inicio del programa, otra a la mitad y la tercera al final del programa.
- En el claustro de profesores es necesario definir el "techo" o target del programa para cada SO. Es decir, como quiere el programa que estén sus estudiantes frente al resultado de aprendizaje. Este techo nunca se fija en el máximo ya que siempre debe haber margen para la mejora continua. El programa debe comparar los resultados del Assessment con el techo definido y las acciones de mejora deben ir enfocadas a alcanzar ese techo. Ese techo puede ser definido para todo el resultado de aprendizaje, por cada indicador, por porcentaje de estudiantes, etc. Es la Escuela quien tiene potestad de definirlo.
- Si en algún momento se alcanza el techo continuamente, hay que calibrar las rúbricas y los indicadores de desempeño en la reunión de cierre del semestre.

- El líder del resultado de aprendizaje debe estar pendiente cada inicio de semestre para controlar quienes van a aplicar la rúbrica. Es ideal que el líder sea quien la aplica, pero no necesario.
- Si un profesor cátedra es el único que evalúa determinado resultado de aprendizaje, debe tener buena relación con la escuela y debe asistir a las reuniones del claustro en donde se discutan los resultados del proceso.
- Hay que definir para cada curso cuál es el instrumento de evaluación apropiado para aplicar la rúbrica (Por ejemplo segundo parcial, trabajo final, trabajo de investigación, etc.)
- Se debe aplicar la rúbrica en el mismo momento del semestre y con el mismo instrumento de evaluación que se ha definido anteriormente. Si se hacen cambios debe ser porque son consecuencia de las acciones de mejora que se estipulan en la reunión de cierre mediante acta.
- Es necesario construir una tabla de instrumentos de evaluación versus resultados de aprendizaje y en cada celda se debe mencionar cómo se va a aplicar esa rúbrica.
- El profesor es el que decide en donde se aplica la rúbrica. Si la asignatura tiene tres grupos, se elige en cuál de estos se evalúa el SO.
- La medición solo se hace a estudiantes pertenecientes al programa. Si en el curso participan varias carreras, se debe tener en cuenta al elegir el grupo donde haya más estudiantes del programa. La muestra ideal es de 30 estudiantes.
- La medición inicialmente se debe hacer todos los semestres, pero tras evaluar el proceso se puede evaluar anualmente, o se pueden evaluar algunos RA en el primer semestre y otros en el segundo.

- Se debe entregar la rúbrica al profesor que la va a aplicar antes de que este comprometa el instrumento de evaluación con el estudiante.
- Para la aplicación de la rúbrica el profesor aplica el instrumento de medición con normalidad, y posteriormente busca en el instrumento la parte que fue pensada para evaluar el SO y revisa esa parte como evaluador.
- Al evaluar el resultado de aprendizaje se les da un valor a los descriptores. En el caso del proceso en la Universidad se asignaron los valores de *Insatisfactorio* (1), *En desarrollo* (2), *Satisfactorio* (3) y *Ejemplar* (4). Con estos valores se evalúa el desempeño del estudiante y de la asignatura frente al resultado de aprendizaje.
- Siempre hay que guardar la evidencia del instrumento de medición. Se debe guardar una muestra por cada descriptor. Si el instrumento de medición es virtual, se pueden guardar pantallazos como evidencia.
- Al final de cada semestre se realiza una reunión de cierre en donde los líderes de los resultados de aprendizaje presentan el análisis de las SO para definir las acciones de mejora para el próximo ciclo.
- Se reitera la importancia de la aplicación de otras medidas indirectas para evaluar los Student Outcomes, entre las cuales se encuentran las encuestas de salida, el examen Saber Pro o las pruebas EXIM entre otras.
- Se debe ir recopilando evidencias (fotos, videos y muestras) de los mejores proyectos realizados por los estudiantes donde se evalúen los SO 1,2 y 6.
- La asignatura *Capstone Design* debe evaluar mínimo dos resultados de aprendizaje, siendo obligatorio el Número dos y se aconseja evaluar los SO uno, tres y cinco.
- El instrumento de evaluación utilizado para cada SO debe ser traducido al inglés.

- Los instrumentos de evaluación y sus evidencias se pueden tener escaneados si el estudiante solicita la entrega de este. En caso de ser documentos digitales, se podrán evaluar con comentarios en pdf o Word según sea el caso.
- Siempre se debe dejar la evidencia de la evaluación de la rúbrica en el instrumento de evaluación. Posteriormente esta evaluación puede ser transcrita en los archivos de Excel que se crearon desde los Decanatos.
- No se deben incluir los estudiantes de intercambio dentro de la evaluación ya que pueden causar ruido experimental.
- Cuando se está evaluando un trabajo o presentación en grupo este se considera como un todo, aunque haya estudiantes que no pertenezcan al programa académico.
- Para el SO número tres se deben garantizar al menos dos audiencias diferentes a las que los estudiantes deben hacer sus presentaciones.
- Para el SO número cinco los estudiantes deben utilizar una herramienta para el seguimiento del trabajo en equipo y tener especial atención cómo se conforman los equipos mediante la asignación de roles.
- Al final de cada semestre se debe realizar una reunión de cierre en donde se presentan los resultados y se toman las acciones de mejora según el formato realizado por la Facultad, para lo cual se debe elaborar un acta firmada por todos los asistentes.
- Es importante hacerles seguimiento a las acciones de mejora planteadas en la reunión de cierre del ciclo anterior.
- La matriz del claustro final debe estar firmada por todos los que asistieron a la reunión de cierre, la cual deberá estar en inglés.

- ABET le presta especial atención al cumplimiento de los Student Outcomes sobre la ética. ABET desea más allá de enseñar la ética, que los estudiantes tengan contacto con ella, por ejemplo al analizar estudios de caso. Los Consejos Profesionales dictan una conferencia al semestre sobre este tema a los programas.

Las evidencias que se recopilarán son formatos de recolección de datos en inglés, actas de reunión de cierre en inglés y firmadas, resultados de encuestas de salida, resultados EXIM, resultados Saber Pro y evidencias estructuradas varias.

5. Curriculum: En este criterio se trata de que el plan de estudios del programa proporcione contenido adecuado para cada área y sea consistente con los resultados de aprendizaje de los estudiantes y los objetivos educacionales del programa, para así asegurar que los graduados están preparados para desempeñarse como ingenieros. El currículum debe incluir:

- Un mínimo de 30 créditos de una combinación de matemáticas de nivel universitario y ciencias básicas con experiencia experimental apropiada para el programa.
- Un mínimo de 45 créditos de tópicos de ingeniería apropiados para el programa compuesto por ingeniería, ciencias computacionales y diseño de ingeniería, y deben usar herramientas modernas de ingeniería.
- Un componente de educación general que complemente el contenido teórico del currículum y sea consistente con los Objetivos Educacionales del programa.
- Una experiencia mayor de diseño que incorpore estándares apropiados de ingeniería y múltiples restricciones y que esté basada en el conocimiento y habilidades obtenidas en cursos anteriores.

El cumplimiento de este criterio se consigue seleccionando una asignatura del plan de estudios que cumpla con la definición de Capstone Design en donde se desarrollará la experiencia culminante de diseño que todos los estudiantes deberían ver. Este requisito es fundamental para el proceso de acreditación. Dicha asignatura debe estar encaminada a orientar a los estudiantes al desarrollo del proyecto mas no a enseñar nuevo contenido. Adicionalmente, todos los proyectos que desarrollen los estudiantes en la asignatura de Capstone Design deberán tener una lista de chequeo donde se deberá verificar que se cumpla la definición de capstone y de diseño en ingeniería según ABET. Esta será la herramienta que deben utilizar los profesores que evalúan el proyecto.

La asignatura Capstone Design debe evaluar mínimo dos resultados de aprendizaje, siendo obligatorio el SO número dos, y se aconseja evaluar los SO uno, tres y cinco. Se debe además trabajar en los planes de asignatura o syllabus de los cursos propios del programa los cuales deberán estar en inglés siguiendo el formato establecido por ABET. Cada asignatura deberá indicar qué resultados de aprendizaje aborda, y la bibliografía expuesta en estos syllabus debe ir acorde con lo que se encuentra disponible en Biblioteca física o virtual. Finalmente, el plan de estudios debe contar con mínimo 30 horas de créditos en matemáticas y 45 horas en ingenierías.

Las evidencias que se recopilarán son los proyectos capstone (tres proyectos) y evidencias estructuradas varias. Si la asignatura es dictada por más de un profesor, el material que se debe colocar en la carpeta es la de un solo profesor (el más conveniente para el proceso). Además, si el curso tiene más de un texto guía se deberá colocar el más relevante para la asignatura. Por último, si el profesor manifiesta su inconformidad en entregar copias de sus instrumentos de evaluación y el material de clase necesario para la carpeta del curso, este

profesor se debe comprometer a crear la carpeta, mantenerla actualizada y tenerla disponible en el momento de la visita de los pares evaluadores de ABET. El líder de escuela se debe cerciorar de que el profesor cumpla con este requerimiento.

6. Faculty: Este criterio se fundamenta en que el programa debe demostrar que su planta profesional es suficiente y que tiene las competencias para cubrir todas las áreas curriculares del programa. Debe haber suficientes profesores para ofrecer un buen nivel de interacción entre estudiantes y profesores, asesoramiento y consejería para estudiantes, actividades de servicio universitario, desarrollo profesional e interacciones con profesionales industriales, así como con empleadores.

La planta profesoral del programa debe tener las calificaciones apropiadas y debe tener y demostrar la autoridad suficiente para garantizar la orientación adecuada del programa y para desarrollar e implementar procesos para la evaluación, valoración y mejora continua del programa. La competencia general de los profesores puede ser juzgada por factores tales como educación, diversidad de antecedentes, experiencia en ingeniería, efectividad y experiencia en la enseñanza, habilidad para comunicarse, entusiasmo por desarrollar programas más efectivos, nivel de becas, participación en sociedades profesionales y licenciatura como Ingenieros profesionales.

El cumplimiento de este criterio se consigue con la realización de la hoja de vida de cada profesor planta según el formato de ABET y con la realización de una tabla donde se listen todos los profesores planta y cátedra del programa donde se deberá especificar el rango según las definiciones de ABET y lo equivalente en la UIS.

7. Facilities: Este criterio se basa en verificar que las aulas, las oficinas los laboratorios y el equipo asociado sean adecuados para apoyar el logro de los resultados de aprendizaje y proporcionen una atmósfera propicia para el aprendizaje. Las herramientas, el equipo, los recursos informáticos y los laboratorios modernos apropiados para el programa deben estar disponibles, ser accesibles y mantenerse y actualizarse sistemáticamente para permitir que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizaje y respalden las necesidades del programa. Adicionalmente los estudiantes deben recibir orientación adecuada con respecto al uso de las herramientas, equipos, recursos informáticos y laboratorios disponibles para el programa.

Los servicios de biblioteca y la infraestructura de cómputo y de información deben ser adecuados para apoyar las actividades académicas y profesionales de los estudiantes y profesores.

El cumplimiento de este criterio se consigue corroborando que los espacios de la Universidad sean seguros, con especial énfasis en la seguridad de los laboratorios de docencia de las asignaturas propias del programa. Las entidades encargadas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en compañía de la ARL deben valorar si los espacios cumplen con las normas de salud y seguridad en el trabajo y si se cuenta con todos los elementos de seguridad necesarios. Además, se aconseja involucrar a un egresado experto con experiencia industrial para que de su concepto sobre el estado del laboratorio. Es necesario asegurar que todos los estudiantes que trabajan en los laboratorios conozcan los protocolos de seguridad y cómo seguirlos. Debe haber una cultura de seguridad en el trabajo por parte de los estudiantes.

Por otra parte, debe haber evidencia de que los estudiantes conocen los protocolos y normas de seguridad de los laboratorios, y para ello se aconseja realizar un quiz una vez los estudiantes hayan recibido la instrucción. Si el estudiante no lo aprueba no puede ingresar al laboratorio. También debe haber un plan de mantenimiento de los equipos de los laboratorios y los técnicos deben conocer dicho procedimiento.

Cada escuela deberá definir un listado maestro de Laboratorios de la Escuela, es decir los laboratorios que soportan las asignaturas propias del programa; así como una lista de todos los recursos informáticos a los cuales los estudiantes tienen acceso (software, salas de cómputo, bases de datos, entre otros) Los laboratorios deben tener un grado tecnológico apropiado según el programa académico, asegurándose de que no haya equipos obsoletos; y deben estar disponibles para el aprendizaje de todos los estudiantes del programa.

Las evidencias que se recopilarán son las fichas técnicas de los equipos; los elementos de señalización entre los cuales se encuentran elementos de protección personal, áreas demarcadas, salidas de emergencia, extintores con fecha vigente de recarga, lavaojos, etc.; los protocolos y procedimientos de seguridad y los quices a los estudiantes sobre los procedimientos de seguridad.

8. Institutional Support; Este criterio recoge que el apoyo y el liderazgo institucional deben ser los adecuados para asegurar la calidad y continuidad del programa. Los recursos, incluidos los servicios institucionales, el apoyo financiero y el personal (tanto administrativo como técnico) deben ser adecuados para satisfacer las necesidades del programa. Los recursos disponibles para el programa deben ser suficientes para atraer, retener y proporcionar el desarrollo profesional continuo de un cuerpo docente cualificado;

además de adquirir, mantener y operar la infraestructura, las instalaciones y el equipo apropiado para el programa; y para proporcionar un entorno en el que se puedan lograr los resultados de aprendizaje.

Para el cumplimiento de este criterio se debe especificar el organigrama institucional, se debe explicar de dónde provienen los recursos financieros del programa (fondo común y especial), se debe mostrar la información financiera del programa en los últimos cinco años, se debe mostrar la contratación del personal administrativo de la escuela en los últimos cinco años, se deben mostrar las actividades de desarrollo profesional realizadas por profesores en los últimos cinco años indicando de dónde salieron los recursos, y se deben indicar los cursos realizados por los profesores planta en los últimos cinco años en CEDEDUIS.

3.3 Conclusiones del diagnóstico

Una vez realizado el levantamiento de información y el diagnóstico inicial, se lleva a cabo una caracterización de los procesos, procedimientos y flujos de información relacionados con el proceso de acreditación ABET del programa de Ingeniería Industrial, a modo de conclusión del diagnóstico inicial. El objetivo es comprender en detalle cómo se desarrolla este proceso e identificar las necesidades y desafíos existentes en la gestión y visualización de datos.

- **Procedimientos existentes:** Se examinaron los procedimientos actuales utilizados para la gestión de datos y el seguimiento del proceso de acreditación. Esto implica identificar los responsables de cada actividad, los formularios y rúbricas utilizadas, y los métodos de recopilación y almacenamiento de datos. Se estudia la eficiencia y eficacia de los procedimientos existentes, así como las posibles limitaciones y desafíos encontrados.

- **Flujos de información:** Se trazan los flujos de información desde la recopilación inicial de datos hasta su procesamiento y presentación final. Se identifican las fuentes de datos involucradas, como registros de estudiantes, informes de evaluación, encuestas y retroalimentación de los interesados. Se analiza cómo se recopila, almacena, transfiere y utiliza la información en cada etapa del proceso de acreditación.
- **Necesidades de gestión de datos:** Se determinan las necesidades específicas de gestión de datos durante el proceso de acreditación. Esto incluye identificar los tipos de datos requeridos, el proceso de actualización, las necesidades de integración de datos y los requisitos y calidad de los datos. Se analizan los desafíos y obstáculos encontrados en la gestión de datos, como la falta de consistencia y la dificultad para acceder a datos relevantes.
- **Necesidades de visualización de datos:** Se identifican los requisitos de informes y dashboard finales, los indicadores clave de rendimiento a considerar y los métodos preferidos de visualización de datos para una comprensión rápida y clara. Se analizan las limitaciones de los métodos de visualización actuales y se identifican oportunidades para mejorar la presentación de la información.

4. Marco de referencia

4.1 Marco de antecedentes

Para la elaboración del presente marco de antecedentes se realizó una búsqueda en el catálogo bibliográfico virtual de la Universidad Industrial de Santander (UIS) de los trabajos de grado de los últimos cinco años.

Como criterio de búsqueda se utilizaron trabajos relacionados con la temática del proyecto; concretamente con la mejora de procesos dentro de la Universidad, la implementación de herramientas tecnológicas que manejan una gran cantidad de datos o una combinación de ambas. Como resultado de la búsqueda se referencian a continuación cuatro trabajos de grado.

En el año 2021, Erik Maurieth Sánchez Vargas elaboró un proyecto acerca del diseño y desarrollo de una herramienta para optimizar el proceso de gestión de proyectos de desarrollo de software de la empresa SCITECH S.A.S. (Sánchez Vargas, 2021)

El desarrollo del documento se divide en las siguientes etapas, que se asemejan a la metodología utilizada en el presente proyecto: diagnóstico, plan de mejora, identificación de costos por desarrollador y programación de la herramienta. Se realiza un diagnóstico inicial del estado actual de los procesos a través de la revisión de documentos internos y reuniones informales con varios jefes de proyecto. A partir de los procesos identificados, se genera una propuesta de mejora, que incluye una mejora en la metodología de asignación de la estimación de requisitos para los procesos de desarrollo de software y otra mejora de la metodología de asignación de tareas de desarrollo de los procesos en ejecución. El resultado final es una herramienta creada en MS Excel a base de macros que utiliza el método Monte Carlo para calcular los costos potenciales y los plazos de los proyectos. Adicionalmente escribe datos en una base de datos para permitir la

creación de un cuadro de gestión en Tableau, que puede utilizarse para supervisar toda la operación día a día en tiempo real.

En el año 2018, Anthony José Vega Mohalem aborda el reto de manejar grandes volúmenes de datos e información en su proyecto "Herramienta para el análisis de big data aplicado a un sistema de recomendación utilizando MapReduce." (Vega Mohalem, 2018)

Actualmente los datos proceden de numerosas fuentes, desde las organizaciones académicas como en el caso del presente proyecto, hasta las innumerables cantidades de datos de operaciones en los grandes almacenes, bancos, administración pública, teléfonos inteligentes... Todos ellos constituyen grandes volúmenes de datos y crecen de modo exponencial, llevando a las organizaciones a adaptar sus bases de datos de terabytes a petabytes.

El análisis de estas cantidades de datos no es tarea sencilla, y por ello la tendencia en el avance de la tecnología abre las puertas hacia el entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos. Las dificultades más habituales vinculadas a la gestión de los grandes volúmenes de datos se encuentran en la recolección, el almacenamiento, la búsqueda, la distribución y sobre todo el análisis y la visualización.

Consecuentemente, con el desarrollo del proyecto el autor propone una herramienta de análisis de grandes volúmenes de datos que estudia estadísticamente numerosas fuentes de donde se generan datos cada día con el fin que pronostique y recomiende, utilizando programación en R e incluyendo el marco MapReduce de Hadoop.

En el año 2021, David Nicolás Camelo García y Paola Carolina Suárez Suárez desarrollaron un proyecto para una red de colaboración de la Universidad Industrial de Santander conformada por docentes que han dirigido y codirigido trabajos de grado en programas diferentes a los que ellos se vinculan originalmente. (Camelo García & Suárez Suárez, 2021)

Con este objetivo se elabora un algoritmo genético basado en coeficiente de clustering que detecta las comunidades, se analizan y se precisan los patrones existentes en esta forma de colaboración. Gracias a esto se podrá establecer la condición de colaboración interdisciplinaria de la red, además de identificar los docentes más participativos en estas modalidades entre otras características importantes de la red.

La metodología que utilizan los autores en este proyecto consta de siete etapas: búsqueda y análisis de literatura, comprensión del entorno/escenario, selección de los datos, limpieza, minería de datos, aplicación del algoritmo mejorado y documentación. En su mayoría, las cinco primeras etapas siguen una analogía directa con el presente proyecto.

Por último, en el año 2020 las autoras Mildrey Alexandra Bermúdez Osorio y Yeny Katherine Oviedo Ayala elaboraron un modelo conceptual de requerimiento de información para los procesos críticos de docencia, investigación y extensión de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander. (Bermúdez Osorio & Oviedo Ayala, 2020)

El problema planteado en este trabajo guarda una similitud bastante alta con el presente proyecto. Con fines de renovación de la acreditación, se presentaron dificultades en el levantamiento de la información debido a que aunque la Universidad Industrial de Santander dispone de diversas plataformas, páginas web y sistemas para la gestión de la información; estos no soportan todos los procesos que se realizan, llevando a que los funcionarios (en este caso el equipo ABET) ejecuten los procedimientos sin ninguna estandarización, generando problemas de duplicidad, pérdida de información o falta de seguimiento y control.

Para lidiar con estas dificultades proponen el desarrollo del modelo conceptual mencionado anteriormente, donde se consolida la información de entradas, salidas, actores y actividades. Con

el objetivo de determinar los procesos críticos realizaron entrevistas a los funcionarios de la Escuela, que luego fueron consolidadas y desembocaron en el levantamiento de la información. Con el conocimiento recolectado se caracterizaron estos procedimientos, que a su vez sirvieron de piedra angular para la creación del modelo conceptual, siendo este verificado en la última fase del proyecto.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)

ABET es una organización no gubernamental, sin ánimo de lucro, dedicada a la acreditación de programas de educación universitaria en disciplinas de ciencias aplicadas, ciencias de la computación, ingeniería y tecnología. (ABET, 2021)

4.2.1.1 Historia.

Como entidad dedicada a la acreditación, regulación y desarrollo de profesionales y estudiantes de ingeniería en Estados Unidos, ABET fue fundada en 1932 con el nombre de Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional (ECPD por sus siglas en inglés). En 1996 se trasladó a Baltimore desde su sede original en Nueva York, en el Edificio de Sociedades de Ingeniería.

Para reflejar con mayor exactitud su enfoque en la acreditación, el ECPD pasó a llamarse Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) en 1980. La organización finalmente cambia su nombre por simplemente ABET en 2005. (ABET, 2013)

4.2.1.2 Sociedades de miembros.

ABET sirve a los intereses de sus 35 sociedades de miembros. Estas sociedades elaboran políticas, crean estrategias y llevan a cabo operaciones de acreditación a escala mundial en nombre de los

más de 1,5 millones de profesionales a los que representan (ABET, 2021g). La pertenencia a ABET de las sociedades les permite:

- Crear estándares de acreditación para sus áreas de responsabilidad, lo que les permite determinar el conjunto mínimo de conocimientos, destrezas y habilidades necesarias para ser admitidos en cada profesión técnica.
- Proporcionar su experiencia a los más de 2,200 expertos voluntarios dedicados (también denominados Evaluadores de Programas) que llevan a cabo la tarea práctica de la certificación.
- Beneficiarse de la creciente presencia global de ABET con programas reconocidos en 32 países, y de la mayor implicación global que la visibilidad adicional proporciona a las sociedades miembro.
- A la vez que las sociedades se concentran en elevar el nivel educativo de los nuevos miembros y en hacer progresar a sus profesionales, mantienen la rica historia de sus respectivos sectores.
- Ofrecen a sus miembros individuales importantes oportunidades de crecimiento profesional.
- Garantizan que los programas cumplen los criterios de alta calidad que dan lugar a graduados capaces de incorporarse a una mano de obra variada e internacional.
- Cuentan con miembros que garantizan colectivamente el progreso, la sostenibilidad y la seguridad tecnológica de nuestro mundo.

Algunas de las sociedades de miembros más destacadas son la Academia Americana de Ingenieros Medioambientales (AAEE por sus siglas en inglés), la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), la Junta de Profesionales Certificados en Seguridad (BCSP), el

Instituto de Certificación del Gerente de Construcción (CMCI), el Consejo Nacional de Examinadores de Ingeniería y Topografía (NCEES) o la Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales (NSPE), entre otras.

4.2.1.3 Licenciatura, registro y certificación.

Los graduados de programas acreditados por ABET que trabajan en ciencias aplicadas, naturales, informática, ingeniería y tecnología de la ingeniería tienen la posibilidad de buscar reconocimiento profesional mediante la mejora de sus credenciales a través de programas de licenciatura, registro y/o certificación. (ABET, 2021)

La graduación en un programa acreditado por ABET es cada vez más un criterio mínimo exigido para dicho reconocimiento profesional. Muchas jurisdicciones exigen la graduación en un programa acreditado por ABET como cualificación mínima para ejercer, ya que significa preparación para el acceso a la profesión. Por ejemplo, la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO) exige a los solicitantes de informática que se hayan graduado en un programa acreditado por ABET antes de poder presentarse al examen de registro para ejercer en casos de patentes.

En pocas palabras, para un profesional hoy en día es esencial buscar la licenciatura, registro o certificación profesional, pues este reconocimiento demuestra su competencia, cualificación y experiencia en la práctica profesional; demuestra su compromiso con la comprensión de las responsabilidades profesionales, éticas y sociales; y hace hincapié en la protección de la salud pública, la seguridad y el bienestar de la sociedad.

A modo de aclaración, se definen los términos licencia y certificación desde un marco legal.

- **Licencia:** Se refiere a la demostración de la capacidad o los conocimientos exigidos por la ley antes de poder realizar una tarea o un trabajo.
- **Certificación:** Ofrece oportunidades importantes para el reconocimiento de los conocimientos y la experiencia profesional de un individuo, que son transferibles y que pueden proporcionar retroalimentación sobre la transferencia de conocimientos que se produce dentro de los programas académicos.

4.2.1.4 Importancia de la acreditación ABET.

Los graduados de un programa acreditado por ABET tienen una base educativa sólida y son capaces de liderar el camino en innovación y tecnologías emergentes. Además, deben conseguir anticipar las necesidades de bienestar y seguridad del público. El valor que añade ABET puede vislumbrarse desde tres contextos citados a continuación.

- **Como estudiante:** Es bien sabido que el título de un estudiante es un logro significativo y una de las mayores o la mayor inversión en su futuro. La calidad de la educación recibida determina una gran diferencia en el éxito profesional. La acreditación ABET por su parte:
 - a) Verifica que la experiencia educativa cumple con el estándar global de educación técnica en su profesión.
 - b) Mejora las oportunidades de empleo, puesto que las corporaciones multinacionales requieren la graduación de un programa acreditado.
 - c) Apoya su entrada en una profesión técnica a través de la licencia, el registro y la certificación, mencionados anteriormente.
 - d) Establece su elegibilidad para diferentes préstamos, subvenciones y/o becas nacionales e internacionales.

- e) Allana el camino para una experiencia laboral internacional, pues la acreditación es reconocida globalmente a través de acuerdos internacionales. Adicionalmente los sistemas nacionales de acreditación en muchos países se basan en el modelo ABET.
- **Como institución:** Más de 2,000 profesionales del mundo académico, la industria y el gobierno llevan a cabo la acreditación ABET. Estos conocen las necesidades dinámicas y emergentes de la fuerza laboral de su profesión y revisan los programas académicos para asegurarse de que proporcionan las habilidades técnicas y profesionales que los graduados necesitan. Como institución, la acreditación ABET asegura que promueve las mejores técnicas en educación, que involucra directamente a los profesores y al personal en la autoevaluación y en los procesos de mejora continua de la calidad, que se basa en resultados de aprendizaje, que puede determinar fácilmente la aceptabilidad de los créditos de transferencia a otras instituciones, y que sus futuros estudiantes han recibido reconocimiento internacional de calidad.
 - **Globalmente:** Cuando los estándares de calidad de ABET se aplican y promueven en todo el mundo, el resultado es una fuerza de trabajo mejor educada, geográficamente móvil y diversa, bien preparada para avanzar en la innovación y sobresalir profesionalmente en campos de importancia crítica para la sociedad. Viniendo de antecedentes académicos, industriales y gubernamentales, los voluntarios de ABET son expertos capacitados que evalúan la relevancia, el contenido y la calidad de los programas. Esta revisión por pares de terceros es un proceso sólido que se ha refinado durante más de 80 años, y es

fundamental en los campos técnicos, donde la calidad, la precisión y la seguridad son de suma importancia, diferenciando así a ABET de otros acreditadores.

ABET asegura que promueve la excelencia en la educación técnica centrándose en los procesos continuos de mejora de la calidad, no mediante la prescripción de métodos. Con el marco tecnológico en constante cambio, las instituciones que buscan garantizar que sus programas estén evolucionando dinámicamente participan en el proceso de acreditación de ABET. En general, la acreditación juega un papel esencial en el marco global puesto que:

- a) Asegura que los graduados hayan cumplido con los requisitos educativos necesarios para ingresar a la profesión.
- b) Proporciona oportunidades para que la industria guíe el proceso educativo para reflejar las necesidades actuales y futuras.
- c) Mejora la movilidad de los profesionales.

4.2.1.5 Definiciones importantes.

- **Objetivos educacionales del programa (OEP) (Program Educational Objectives):** Declaraciones generales que describen lo que se espera que los graduados logren dentro de unos años después de la graduación. Los objetivos educativos del programa se basan en las necesidades de los constituyentes (stakeholders) del programa.
- **Resultados de aprendizaje (RA) o competencias (Student Outcomes):** Describen lo que se espera que los estudiantes sepan y puedan hacer al momento de la graduación. Estos se relacionan con el conocimiento, las habilidades y los comportamientos que los estudiantes adquieren a medida que avanzan en el programa académico.

- **Valoración (Assesment):** Uno o más procesos que identifican, recopilan y preparan datos para evaluar el logro de los resultados de aprendizaje por parte de los estudiantes. Valoración eficaz que usa medidas relevantes directas, indirectas, cuantitativas y cualitativas según sea apropiado para que el resultado de aprendizaje sea medido. Se pueden utilizar métodos de muestreo apropiados como parte de un proceso de valoración.
- **Evaluación (Evaluation):** Uno o más procesos para interpretar los datos y la evidencia acumulada a través de los procesos de valoración. La evaluación determina hasta qué punto se están logrando los resultados de aprendizaje. La evaluación da como resultado decisiones y acciones relacionadas con la mejora del programa académico.
- **Ciencias básicas (Basic Science):** Las ciencias básicas son disciplinas centradas en el conocimiento o comprensión de los aspectos fundamentales de los fenómenos naturales. Las ciencias básicas consisten en química y física y otras ciencias naturales, incluidas las ciencias de la vida, la tierra y el espacio.
- **Problemas complejos de Ingeniería (Complex Engineering Problems):** Incluyen una o más de las siguientes características: que involucran problemas técnicos de amplio alcance o conflictivos, que no tienen una solución obvia, que abordan problemas no abarcados por las normas y códigos actuales, que involucran a diversos grupos de stakeholders, incluyen muchos componentes o subproblemas, involucran múltiples disciplinas, o tienen consecuencias significativas en una variedad de contextos.
- **Diseño de Ingeniería (Engineering Design):** Proceso de diseño de un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades y especificaciones deseadas dentro de restricciones. Es un proceso iterativo y creativo de toma de decisiones en el que las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería se aplican para convertir

los recursos en soluciones. El diseño de ingeniería implica identificar oportunidades, desarrollar requisitos, realizar análisis y síntesis, generar múltiples soluciones, evaluar soluciones frente a requisitos, considerar riesgos y hacer concesiones, con el fin de obtener una solución de alta calidad bajo las circunstancias dadas.

- **Ciencias de Ingeniería (Engineering Science):** Se basan en las matemáticas y las ciencias básicas, pero llevan el conocimiento más allá hacia la aplicación creativa necesaria para resolver problemas de ingeniería. Estos estudios proporcionan un puente entre las matemáticas y las ciencias básicas, por un lado, y la práctica de la ingeniería, por el otro.

4.2.2 ABET en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE)

La organización ABET acredita exclusivamente programas. No acredita títulos, departamentos, universidades, instituciones o individuos. Tampoco programas de certificación, formación o doctorado. Se define un programa a continuación.

- **Programa:** Experiencia integrada y organizada que culmina en la concesión de un título. El programa debe contar con objetivos educativos, resultados de estudiantes, plan de estudios, profesores e instalaciones, como se describe en los criterios de acreditación de ABET.

Además, el programa debe cumplir unos requisitos mínimos para finalmente ser acreditado (ABET, 2021f).

4.2.2.1 Requisitos de elegibilidad del programa.

1. Conocer la definición de programa de ABET, descrita anteriormente.

2. Estar alojado en una institución de concesión de títulos. ABET acepta solicitudes de evaluación de programas postsecundarios ofrecidos por instituciones que otorgan títulos con autoridad gubernamental, nacional o regional verificable y reconocida para otorgar títulos.
3. Tener al menos un graduado antes del año académico en el que se produzca la revisión in situ.
4. El nombre del programa que solicite la acreditación debe ser descriptivo con el contenido del programa e indicarse exactamente de la misma manera en la transcripción del graduado y en la literatura de la institución. Una institución no puede usar el mismo nombre de un programa para identificar tanto un programa acreditado por ABET como un programa que no lo esté.
5. Ser acreditable bajo al menos una comisión de acreditación ABET. En el caso de Ingeniería Industrial, el programa se asigna a la Comisión de Acreditación de Ingeniería (EAC por sus siglas en inglés). Todos los programas de ingeniería que soliciten la revisión de ABET deben incluir la palabra “ingeniería” en el nombre del programa.
6. Algunos programas deben someterse a una revisión de preparación. En esta revisión se requiere un informe preliminar de autoestudio si la institución no tiene actualmente programas acreditados por ABET en esa misma comisión. Tras la revisión de este informe ABET determina si la institución está lista o no para presentar una Solicitud Formal de Evaluación (RFE) para ese programa.

4.2.2.2 Acreditación fuera de los Estados Unidos.

ABET afirma que se involucra a nivel mundial a través de cuatro medios principales: acreditación de programas académicos, reconocimiento mutuo de organizaciones de acreditación, memorandos de entendimiento con organizaciones de acreditación/garantía de calidad y participación en organizaciones globales de educación STEM (ABET, 2021). Se define esta educación a continuación.

- **STEM:** STEM responde al acrónimo en inglés Science-Technology-Engineering-Mathematics (Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas). “La educación STEM es un enfoque interdisciplinario al aprendizaje que remueve las barreras tradicionales de las cuatro disciplinas (Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas) [e integra en sus actividades todas las áreas del currículo], y las conecta con el mundo real con experiencias rigurosas y relevantes para los estudiantes. (Vásquez, Sneider, Comer, 2013)” (Multilink Ingeniería SAS, 2023)

Los programas ubicados fuera de los Estados Unidos deben hacer que cada autoridad educativa, reconocimiento o agencia de acreditación apropiada complete un formulario de solicitud de reconocimiento que se presentará con la solicitud formal de evaluación. El proceso de acreditación de ABET para programas ubicados fuera de los Estados Unidos es idéntico al proceso de acreditación para programas dentro de los Estados Unidos, más allá de los adicionales costos de acreditación y requisitos de idioma.

ABET proporciona acceso a un banco de programas acreditados a nivel global, donde es posible localizar qué institución y qué programa está acreditado en cada país. En Colombia son 12 las instituciones que cuentan con algún programa acreditado, entre ellas la Universidad Industrial de Santander. A la fecha de desarrollo del presente proyecto, son cuatro los programas acreditados

en esta universidad: Ingeniería Civil (Octubre 2020), Geología (Octubre 2019), Ingeniería Mecánica (Octubre 2020) e Ingeniería Metalúrgica (Octubre 2020). (ABET, 2021e)

4.2.2.3 Proceso de acreditación.

La acreditación ABET es la culminación de una práctica de autoevaluación y mejora continua, que asegura que los programas acreditados satisfacen las necesidades de sus estudiantes, preparan a los graduados para ingresar a sus carreras y responden las necesidades de las profesiones y del mundo (ABET, 2021d). El proceso descrito debe ser iniciado por la institución interesada, tras haber verificado si cumple con los requisitos de elegibilidad descritos anteriormente.

La evaluación de la acreditación de ABET es un proceso que se puede resumir en 18 meses y cinco pasos.

1. Revisión de preparación: Se debe enviar un informe preliminar de autoestudio por programa a ABET. La Revisión de Preparación ayudará a determinar si el programa está listo o no para presentar una Solicitud Formal de Evaluación (RFE)
2. Solicitud de evaluación: Tras haber cumplido con todos los requisitos de elegibilidad, los procesos de evaluación implementados y si es necesario, completado la revisión de preparación; el programa puede comenzar el proceso de acreditación presentando una RFE acompañada de una transcripción oficial de un recién graduado del programa. Para los programas ubicados fuera de los Estados Unidos la RFE también debe ir acompañada del formulario de solicitud de acuse de recibo (RFA por sus siglas en inglés), y de todas las traducciones certificadas requeridas.
3. Informe de autoestudio: Una vez que el programa haya presentado la solicitud de evaluación, se debe enviar un informe de estudio a la sede ABET. El presidente del equipo

de revisión de la acreditación del programa correspondiente se encargará de indicar cómo distribuir copias del informe de autoestudio a cada miembro del equipo de revisión.

4. La visita in situ: Una vez que se establezca la visita in situ, se le solicita a la institución solicitante programar entrevistar y proporcionar espacios de reunión y materiales de exhibición para ayudar al equipo de revisión en su evaluación. La visita concluye con una reunión de salida, en la que el equipo de revisión transmite sus hallazgos.
5. El proceso y decisión de acreditación: Aproximadamente dos o tres meses después de la visita in situ, la institución solicitante recibe un borrador de declaración que contiene una sección para cada programa revisado. La institución tiene un periodo de respuesta de 30 días a partir de la recepción del borrador para proporcionar información sobre las acciones de mejora que los programas han tomado para resolver cualquier deficiencia identificada. El proceso de ida y vuelta del periodo de revisión del debido proceso debe completarse antes de la reunión de toma de decisiones de la comisión, donde cada presidente de equipo presenta las conclusiones a la comisión responsable de la decisión de acreditación. Por último, ABET prepara una declaración final y se envía a la institución. Esta declaración se basa en los hallazgos del equipo de revisión, las respuestas del programa y la decisión de la comisión de acreditación.

4.2.3 Microsoft Power BI

Power BI es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan conjuntamente para convertir orígenes de datos sin relación entre sí en información coherente, interactiva y atractiva visualmente (Microsoft, 2023). Permite conectarse con facilidad

a los orígenes de datos, visualizar y priorizar información, para posteriormente compartirse con el usuario final.

4.2.3.1 Elementos de Power BI.

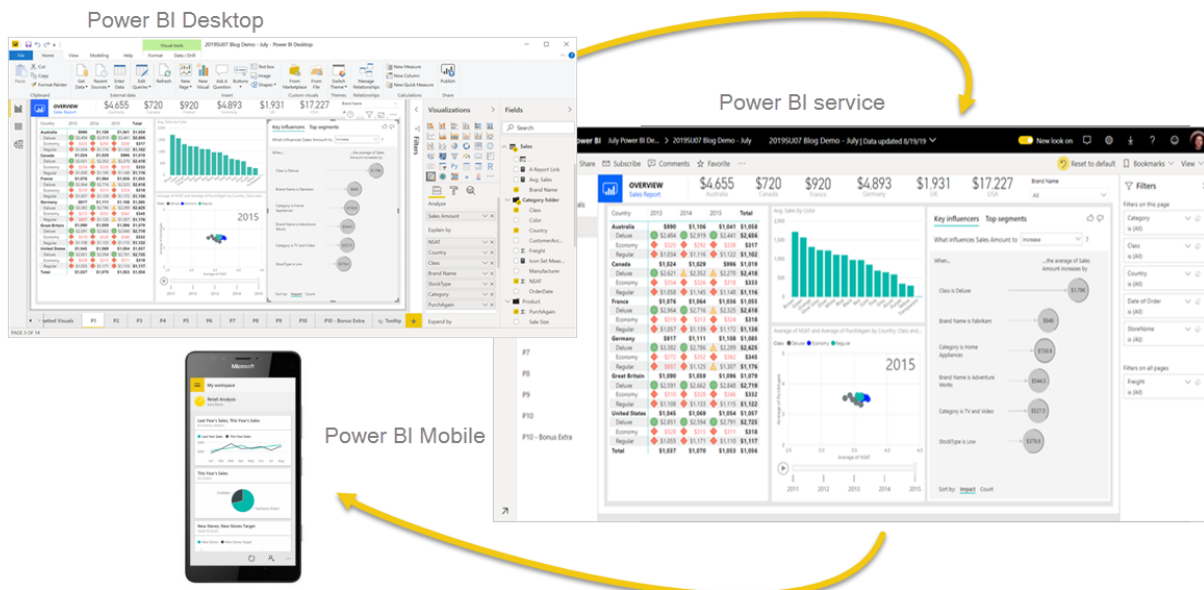
Power BI consta de diferentes partes que funcionan de manera conjunta, siendo los siguientes sus piedras angulares:

- **Power BI Desktop:** Aplicación de escritorio para Windows.
- **Servicio Power BI:** Servicio de software como servicio SaaS en línea.
- **Power BI Mobile:** Aplicaciones para dispositivos Windows, iOS y Android.

A continuación se ilustran estos tres elementos, y más adelante se proporciona una descripción más detallada de Power BI Desktop y del Servicio Power BI.

Figura 4

Integración de Power BI Desktop, Servicio Power BI y Power BI Mobile. Fuente: Microsoft



Además de los mencionados, Power BI incluye otros dos elementos importantes:

- **Power BI Report Builder:** Plataforma para crear informes paginados y compartirlos posteriormente en el Servicio Power BI.
- **Power BI Report Server:** Servidor local de informes en el que es posible publicar los informes de Power BI tras haberlos creado en Power BI Desktop.

El flujo de trabajo habitual en Power BI comienza con la conexión a orígenes de datos en Power BI Desktop y la creación de un informe. Después ese informe se publica desde Power BI Desktop en el Servicio Power BI. Finalmente todos aquellos usuarios con acceso a Power BI pueden ver el reporte desde cualquier dispositivo móvil e interactuar con él.

4.2.3.2 Power BI Desktop.

Power BI Desktop es una aplicación que se descarga e instala de forma gratuita en el equipo local. Es una herramienta completa de análisis de datos y creación de informes que se usa para conectarse a los datos, transformarlos, visualizarlos y analizarlos (Microsoft, 2023d).

Un elemento importante de Power BI Desktop es el Editor de consultas, que permite conectarse a muchos orígenes de datos diferentes y combinarlos en un modelo de datos, en el comúnmente llamado proceso de modelado. Posteriormente se diseña un informe basado en este modelo. Los informes pueden compartirse con otros usuarios directamente o mediante su publicación en el Servicio Power BI. Sin embargo, el uso compartido de informes requiere una licencia de Power BI Pro.

4.2.3.3 Servicio Power BI.

El Servicio Power BI es un servicio basado en la nube o software como servicio (SaaS por sus siglas en inglés), que permite la edición de informes y la colaboración entre equipos y organizaciones (Microsoft, 2023). En el servicio Power BI también es posible conectarse a

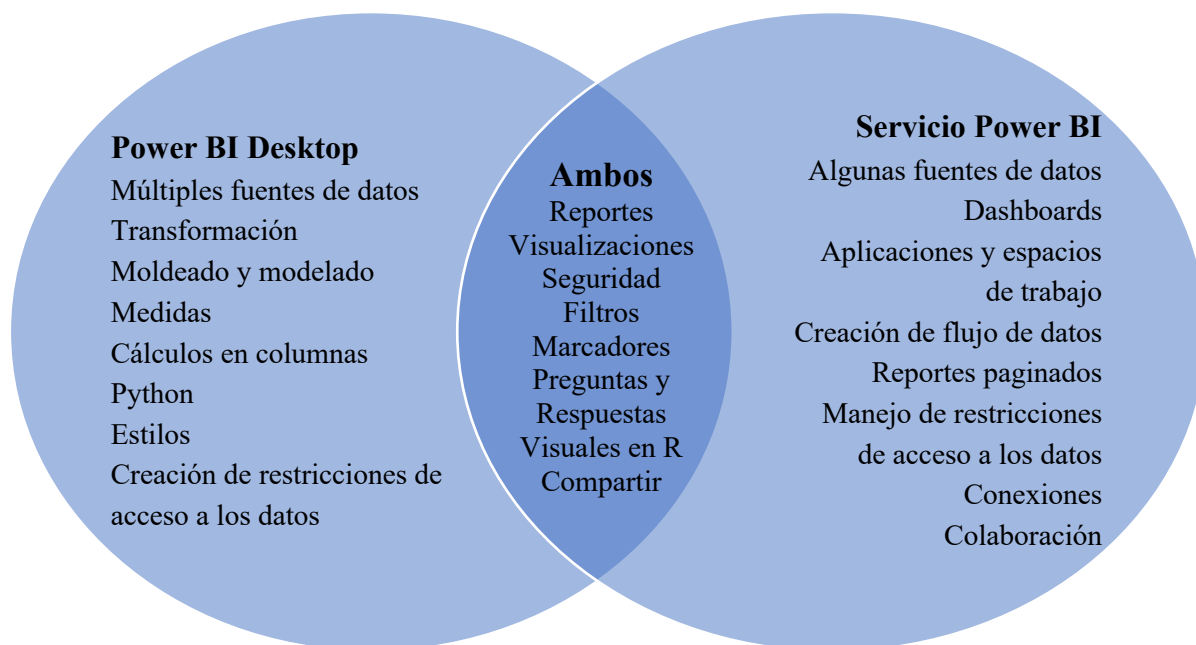
orígenes de datos, pero el modelado está limitado en comparación al que permite el Editor de consultas.

El Servicio Power BI se utiliza principalmente para crear paneles, crear y compartir aplicaciones o analizar y explorar los datos para descubrir información empresarial.

El siguiente diagrama de Venn ilustra y compara las similitudes y diferencias de Power BI Desktop y el Servicio Power BI. Las tareas en el área superpuesta pueden ser realizadas en ambas plataformas, mientras que las de los lados exteriores son exclusivas de cada una respectivamente.

Figura 5

Similitudes y diferencias de Power BI Desktop y Servicio Power BI. Adaptado de: Microsoft



4.3 Metodología (Microsoft Team Data Science Process)

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizará la metodología denominada Microsoft Team Data Science Process (TDSP por sus siglas en inglés), o Proceso de Ciencia de Datos en Equipo. La empresa Microsoft afirma que el Proceso de Ciencia de Datos en Equipo (TDSP) es una metodología de ciencia de datos ágil e iterativa para proporcionar soluciones de análisis predictivo y aplicaciones inteligentes de manera eficiente. (Tabladillo, 2022)

TDSP incluye procedimientos recomendados y estructuras de Microsoft y otros líderes de la industria para asistir en la implementación correcta de iniciativas de ciencia de datos. Los componentes principales de esta metodología son los siguientes:

- Una definición de ciclo de vida de ciencia de datos
- Una estructura de proyecto estandarizada
- Infraestructura y recursos recomendados para proyectos de ciencia de datos
- Herramientas y utilidades recomendadas para la ejecución de proyectos

Para la selección de la presente metodología se realiza una evaluación de las ventajas y desventajas con respecto a otros ciclos de vida de ciencia de datos. Entre estos se encuentran los tradicionales, como el Proceso KDD, SEMMA o Marco CRISP-DM por sus siglas en inglés; o los ciclos de vida modernos como son OSEMN o el de Domino's Data Labs.

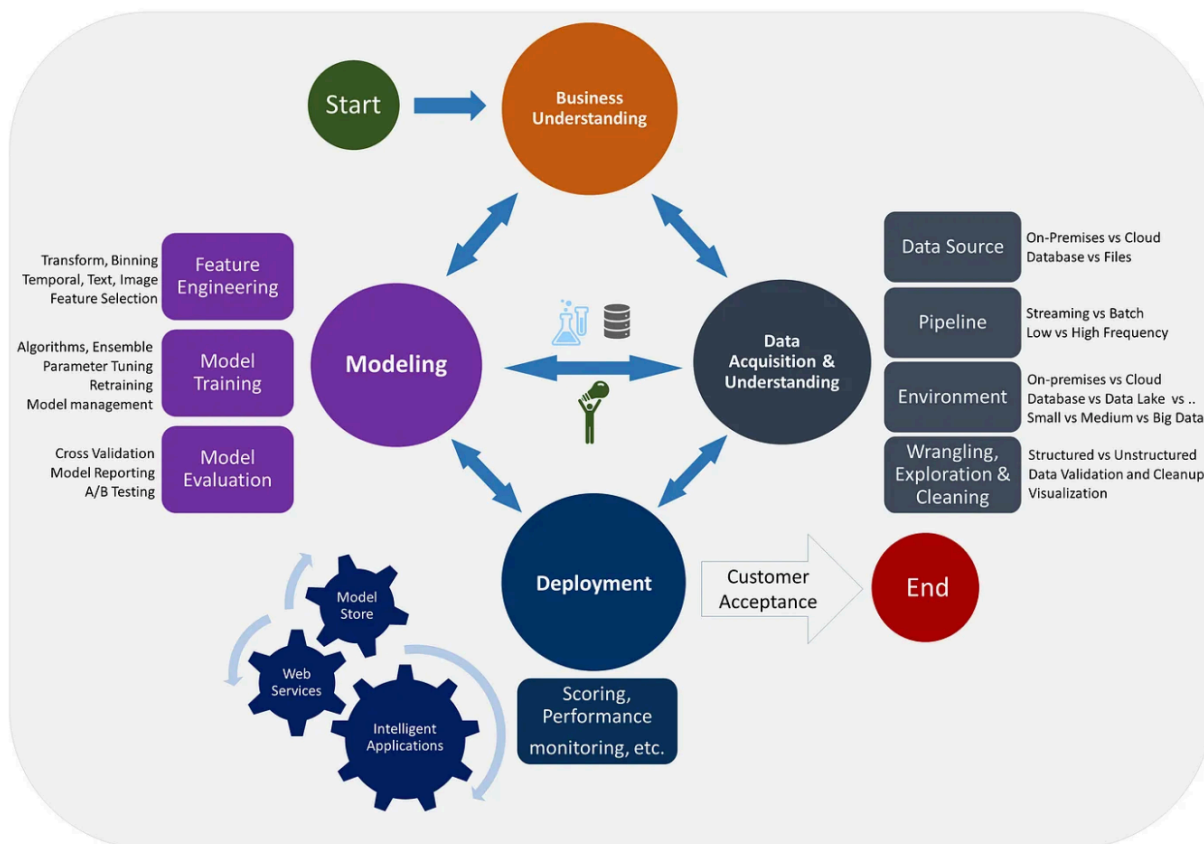
Como aspectos a favor, el método TDSP apoya el desarrollo ágil, lo que subraya la necesidad de entregar resultados de forma incremental a lo largo de todo el proyecto. Es familiar para los profesionales que conocen las rutinas afines a procesos de software, como el registro, detección de errores o control de versiones de código. También está orientado a la ciencia de datos, con un ciclo de vida muy flexible con diferentes marcos. Por otro lado, se pueden considerar

desventajas el que tenga problemas con la planificación de duración fija o que parte de la documentación proporcionada por Microsoft pueda no ser adecuada, hecho para el cual debe realizarse un análisis en profundidad de la información en la que se basará el proyecto.

Sin embargo, desde un punto de vista global las ventajas del modelo TDSP son superiores y cuentan con un mayor peso que las desventajas, por lo que finalmente es el método seleccionado para el presente proyecto. A continuación se muestra una representación visual del ciclo del Proceso de Ciencia de Datos en Equipo (TDSP)

Figura 6

Ciclo de vida del proceso de ciencia de datos en equipo. Fuente: Microsoft



El Proceso de Ciencia de Datos en Equipo (TDSP) proporciona un ciclo de vida para estructurar el desarrollo de los proyectos de ciencia de datos, y es este mismo el que se utilizará para el presente proyecto. El ciclo de vida consta de las siguientes fases.

4.3.1 Fase 1: Conocimiento del negocio (Pre-diagnóstico)

Para esta primera fase los aspectos primordiales son especificar las variables clave que servirán como objetivos y cuáles métricas se usarán para determinar el éxito del proyecto; e identificar las fuentes de datos relevantes con las que se cuentan o que se necesitan obtener.

En este sentido, son dos las tareas principales a abordar en esta fase: definir los objetivos, trabajando de la mano con los clientes u otros interesados para entender e identificar potenciales problemas y así formular preguntas que definan las metas que las técnicas de ciencia de datos pueden alcanzar; e identificar las fuentes de datos, encontrando los datos relevantes que ayuden a contestar las preguntas que definen los objetivos del proyecto.

Para definir los objetivos adecuadamente se deben seguir las siguientes directrices:

- El objetivo central de esta fase es identificar las variables clave del negocio que el análisis necesita predecir, también conocidas como *objetivos del modelo*, y se utilizan las métricas asociadas a ellas para determinar el éxito del proyecto.
- Definir los objetivos formulando preguntas clave que sean relevantes, específicas e inequívocas. Normalmente se clasifican en cinco tipos de preguntas: ¿cuánto o cuántos? (regresión), ¿qué categoría? (clasificación), ¿qué grupo? (agrupación), ¿esto está fuera de lo común? (detección de anomalías) y ¿qué opción se debe tomar? (recomendación).
- Definir el equipo del proyecto especificando las funciones y responsabilidades de sus miembros.

- Definir las métricas de éxito de forma inteligente. Para ello es útil la técnica del acrónimo SMART, que desarrollándolo y traduciéndolo resulta en métricas específicas, medibles, alcanzables, relevantes y con límite de tiempo.

Por otra parte, al efecto de identificar las fuentes de datos es útil buscar los siguientes datos:

- Datos que son relevantes para la pregunta, idealmente con medidas del objetivo y características relacionadas con el mismo.
- Datos que son una medida precisa de su objetivo de modelo y las características de interés.

4.3.2 Fase 2: Adquisición y comprensión de datos (Diagnóstico)

En esta fase los objetivos primordiales son producir un conjunto de datos limpio y de alta calidad con una relación directa con las variables objetivo, y desarrollar una arquitectura de solución de la canalización de datos que actualice y puntúe los datos con regularidad.

A tal efecto, se cuenta con tres tareas principales a abordar en esta fase:

4.3.2.1 Ingerir los datos

Se debe configurar el proceso para mover los datos de las ubicaciones de origen a las ubicaciones de destino donde se ejecutan las operaciones de análisis, como el entrenamiento y las predicciones.

4.3.2.2 Explorar los datos

Antes de entrenar los modelos, se necesita desarrollar una comprensión sólida de los datos. Es frecuente encontrar en los datos brutos valores faltantes, ruido u otras discrepancias; por lo que es necesario un proceso de limpieza para auditar la calidad de los datos y proporcionar la información que se necesita antes del modelado de los mismos. Este proceso es a menudo iterativo,

por lo que es útil encontrar estructuras en común en la fuente de datos y con ello normas que apliquen a todos ellos.

Una vez se limpian los datos, es fundamental comprender los patrones inherentes a estos. Este análisis es de suma importancia pues ayuda a elegir y desarrollar un modelo predictivo adecuado para el objetivo marcado. También es necesario determinar si hay datos suficientes para continuar con los siguientes pasos del modelado, y en caso contrario encontrar nuevas fuentes de datos con datos más precisos o relevantes para aumentar el conjunto de datos identificado en la etapa anterior.

4.3.2.3 Configurar una canalización de datos

Adicional a la recopilación inicial de datos y a su limpieza, normalmente es necesario configurar un proceso para puntuar nuevos datos o actualizarlo regularmente como parte de un proceso de aprendizaje continuo. La puntuación se puede completar con una canalización de datos o un flujo de trabajo.

4.3.3 Fase 3: Moldeado (Formulación de un plan de mejoramiento)

Los propósitos primordiales de esta fase son determinar las características de datos óptimas para el modelo de aprendizaje automático y crear dicho modelo informativo de aprendizaje automático. Para conseguirlos, se abordan tres tareas principales:

4.3.3.1 Ingeniería de características

La ingeniería de características implica la inclusión, agregación y transformación de variables sin procesar para crear las características utilizadas en el análisis. Para obtener una idea general de lo que impulsa el modelo, es vital entender cómo las características se relacionan entre sí y cómo los algoritmos de aprendizaje automático deben usar estas características.

Esta tarea requiere una combinación creativa de experiencia en el campo y de la información obtenida en el paso de exploración de datos. La ingeniería de características es un acto de equilibrio entre encontrar e incluir variables informativas y a la vez descartar o evitar demasiadas variables no relacionadas, ya que las informativas mejoran el resultado pero las no relacionadas introducen ruido innecesario en el proyecto.

4.3.3.2 Entrenamiento de modelos

Dependiendo del tipo de pregunta a responder y del alcance del proyecto se debe seleccionar el algoritmo de modelado. El proceso de formación de modelos incluye generalmente los siguientes pasos:

- Dividir los datos de entrada al azar para el modelado en un conjunto de datos de entrenamiento y un conjunto de datos de prueba.
- Construir los modelos utilizando el conjunto de datos de entrenamiento.
- Evaluar el entrenamiento y el conjunto de datos de la prueba. Para esto se utiliza una serie de algoritmos de aprendizaje automático junto con los diversos parámetros de ajuste asociados que estén orientados a responder la pregunta de interés con los datos actuales.
- Determinar la mejor solución para responder a la pregunta comparando las métricas de éxito entre métodos alternativos.

4.3.3.3 Evaluación del modelo

En esta instancia, la evaluación se enfoca alrededor de preguntas clave que ayudarán a decidir si el proyecto está bien encaminado y se puede establecer un punto de control. Algunas preguntas son: ¿El modelo responde a la pregunta con suficiente confianza dados los datos de prueba?, ¿Se debería probar algún enfoque alternativo?, ¿Se deberían recopilar datos adicionales, hacer más ingeniería de características o experimentar con otros algoritmos?

4.3.4 Fase 4: Despliegue (Implementación de las propuestas)

En esta etapa se busca principalmente implementar el modelo con una canalización de datos en un entorno similar al de desarrollo final. Para ello la tarea principal es poner en práctica el modelo, implementándolo y canalizándolo en un entorno de producción similar al de uso del cliente final.

Tras conseguir un conjunto de modelos que funcionan correctamente, es de recibo ponerlos en funcionamiento para que otras aplicaciones u plataformas los utilicen. Una interfaz adecuada permite que el modelo se visualice fácilmente desde varias aplicaciones, tales como sitios web en línea, tableros de instrumentos o dashboards, o dispositivos móviles (celulares, tabletas...)

4.3.5 Fase 5: Aceptación de los interesados (Control y evaluación de resultados)

Finalmente se entrega el proyecto, confirmando que la canalización, el modelo y su implementación en un entorno de producción satisfacen los objetivos del cliente.

Las dos tareas finales a abordar son la validación del sistema, confirmando que el modelo y la canalización implementados satisfacen las necesidades expuestas en un principio; y la entrega del proyecto donde se hace la entrega formal a la entidad que va a ejecutar el sistema desarrollado.

El cliente final debe validar que el sistema satisface las necesidades de su negocio o entidad, y que responde a las preguntas con una precisión aceptable para implementar el sistema en producción para su uso mediante diferentes aplicaciones. En este punto la documentación en su totalidad está finalizada y revisada, y el proyecto se entrega a la entidad responsable de las operaciones.

5. Diseño de la herramienta

Con el objetivo de construir la herramienta solicitada en Microsoft Power BI se utiliza la metodología TDSP (Team Data Science Process) también de Microsoft. Gracias a esta metodología se establece un itinerario a seguir y una estructura sobre la cual empezar a trabajar en el presente proyecto.

Fase 1 de Conocimiento del negocio o Pre-diagnóstico

En esta fase es fundamental identificar las fuentes de datos relevantes con las que se cuentan o que se necesitan obtener. En este caso, los datos fundamentales son aquellos que residen en el Criterio 4 o de Mejora Continua, ya que son los datos numéricos que se podrán procesar y visualizar de diferentes formas en la herramienta final. Estos datos se obtienen del One Drive compartido al que tiene acceso el equipo ABET, y están almacenados en forma de rúbricas en formato Excel. Son por tanto estas rúbricas las que se usarán como fuente de datos para la herramienta.

Al analizar las diferentes rúbricas, se encuentra que existen dos tipos: la rúbrica que analiza cada curso por separado, y la rúbrica que consolida los cursos de cada Resultado de Aprendizaje.

A continuación se ilustran dos muestras de los dos tipos de rúbricas de los cuales se extraerán los datos que alimentarán la parte del Criterio 4 de la herramienta final, además de incluirse también un paso a paso a seguir para el diligenciamiento adecuado de cada rúbrica y así entender más en profundidad el proceso de recolección de datos.

En la rúbrica de cada Curso se encuentran las siguientes pestañas:

- **INSTRUCTIVO:** Instructivo para el diligenciamiento de la rúbrica de medición de los Resultados de Aprendizaje, con el objetivo de presentar la estructura general del documento e indicar el paso a paso a seguir por parte del profesor para el diligenciamiento adecuado de la rúbrica para la medición de los resultados de aprendizaje.

Figura 7

Pestaña INSTRUCTIVO, rúbrica nivel Curso

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

INSTRUCTIVO PARA EL DILIGENCIAMIENTO DE LA RÚBRICA DE MEDICIÓN DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Estimado profesor(a), en este documento se presentan cada una de las partes que conforman la rúbrica aplicada en la medición de los resultados de aprendizaje de la Escuela de XXX, así como un breve paso a paso del diligenciamiento y evaluación de los resultados obtenidos una vez hecha la medición.

Objetivo: Presentar la estructura general del documento e indicar el paso a paso a seguir por parte del profesor para el diligenciamiento adecuado de la rúbrica para la medición de los resultados de aprendizaje.

Glosario:

- 1) **Rúbrica:** Herramienta de evaluación para valorar el aprendizaje y los trabajos desarrollados por los estudiantes.
- 2) **Resultados de aprendizaje:** son todos aquellos conocimientos, habilidades, valores y actitudes que los estudiantes deben adquirir durante el desarrollo de la malla curricular del programa académico.
- 3) **Indicador de desempeño (ID):** herramienta de medición de las principales variables asociadas al desarrollo de la competencia de aprendizaje.
- 4) **Escala de desempeño:** conjunto de categorías que le permiten al profesor clasificar el nivel de desempeño mostrado por cada uno de los estudiantes al evaluar la competencia de aprendizaje.
 - Nivel de desempeño "Insatisfactorio (1)": nivel de desempeño donde el estudiante no cumple con lo solicitado por el respectivo Indicador de Desempeño (ID).
 - Nivel de desempeño "En Desarrollo (2)": nivel de desempeño donde el estudiante cumple parcialmente bien lo solicitado por el respectivo Indicador de Desempeño (ID).
 - Nivel de desempeño "Satisfactorio (3)": nivel de desempeño donde el estudiante cumple a cabalidad con lo solicitado por el respectivo Indicador de Desempeño (ID).
 - Nivel de desempeño "Excelente (4)": nivel de desempeño donde el estudiante cumple a cabalidad con lo solicitado en el Indicador de Desempeño (ID) y agrega información adicional que aporta significativamente al resultado obtenido.

Instrumento de evaluación: herramienta (parcial, proyecto, quiz, experimento, etc) a través de la cual se evalúa la competencia de aprendizaje dentro de la asignatura establecida.

Below the spreadsheet, red boxes highlight the following tabs: INSTRUCTIVO, Competencia 1, Competencia 1-INGLES, Evaluación_Estudiante, and Evaluación Curso. Red arrows point from these tabs to labels: INSTRUCTIVO to Pestaña #1, Competencia 1 to Pestaña #3, Evaluación_Estudiante to Pestaña #4, and Evaluación Curso to Pestaña #5. Additionally, red arrows point from Pestaña #2 to INSTRUCTIVO and from Pestaña #4 to Evaluación_Estudiante.

- **Competencia:** Corresponde a la estructura de la rúbrica del Resultado de Aprendizaje (o competencia), la cual está conformada por un encabezado con el Resultado de Aprendizaje a medir, información general acerca de la medición (periodo de toma de datos, asignatura, docente), una columna de Indicadores de Desempeño (ID), una fila

con la Escala de Desempeño utilizada para cada indicador, y dos columnas donde se identifica el instrumento, temática y momento de evaluación.

Figura 8

Pestaña Competencia, rúbrica nivel Curso

Unidad Industrial de Santander
 Proceso de evaluación - mejora continua de XXXX
 C1 (1): Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos (*), mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemática (An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics)

Indicadores de desempeño (ID)	Insatisfactorio (1)	En desarrollo (2)	Satisfactorio (3)	Ejemplar (4)	Instrumento de evaluación	Descripción del instrumento de evaluación
1. Definir el problema o identificar las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada.	No define el problema, ni identifica las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada.	Define el problema, pero no identifica las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada.	Define el problema, e identifica las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada.	Define el problema, e identifica las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada y argumenta su planteamiento.		
2. Formular, aplicar y/o validar correctamente los métodos, modelos (matemáticos) técnicos, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al (problema o ejercicio) bajo especificaciones con la precisión requerida.	No formula, ni aplica correctamente los métodos, modelos (matemáticos) técnicos, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al (problema o ejercicio).	Formula, pero no aplica correctamente los métodos, modelos (matemáticos) técnicos, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al (problema o ejercicio).	Formula, aplica y valida correctamente los métodos, modelos (matemáticos) técnicos, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al (problema o ejercicio).	Formula, aplica y valida correctamente los métodos, modelos (matemáticos) técnicos, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al (problema o ejercicio) bajo especificaciones, y utiliza/reporta con la precisión requerida.		
3. Analizar, interpretar y concluir a partir de los resultados obtenidos.	No analiza, no argumenta y no concluye a partir de los resultados obtenidos.	Analiza, pero no argumenta ni concluye a partir de los resultados obtenidos.	Analiza y argumenta, pero no concluye correctamente a partir de los resultados obtenidos.	Analiza, argumenta y concluye correctamente a partir de los resultados obtenidos.		

Escala de desempeño

Resultado de aprendizaje o competencia

Instrumento, temática y momento de evaluación.
 Nota: el profesor que evalúa el resultado de aprendizaje puede decidir si cada indicador lo mide en diferentes instrumentos y/o momentos de la asignatura o lo hace en uno solo, se aconseja para mayor practicidad que sea en uno solo

Indicadores de desempeño (ID)

Pestaña #2

Competencia 1

- Competencia – INGLÉS: Contiene la misma información de la pestaña Competencia pero traducida al inglés
- Evaluación_Estudiante: Muestra la tabla de valoración que debe ser diligenciada por el profesor para cada estudiante del programa de acuerdo a cada Indicador de Desempeño

(ID). La valoración es numérica según la Escala de Desempeño, donde (1) corresponde a un nivel Insatisfactorio, (2) a un nivel En Desarrollo, (3) a un nivel Satisfactorio y (4) a un nivel Ejemplar.

Figura 9

Pestaña Evaluación_Estudiante, rúbrica nivel Curso

Por favor no modificar las celdas que se encuentran en gris ya que contienen formulas y/o se llenan automáticamente

Universidad Industrial de Santander
Proceso de evaluación - mejora continua de XXXX

CI (1). Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos (*), mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemática (An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics).

Periodo de toma de datos: 00/00/0000 - 00/00/0000
Docente (s): 0
Asignatura: Nombre de asignatura
Instrumento de evaluación

Estudiantes	ID 1	ID 2					
Código Estudiante No. 1	1	2	No define el problema, ni identifica las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada.	Formula, pero no aplica correctamente los métodos, modelos (matemáticos) teóricos, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al problema a resolver.			
Código Estudiante No. 2	FALSO	FALSO					
Código Estudiante No. 3	FALSO	FALSO					
Código Estudiante No. 4	FALSO	FALSO					
Código Estudiante No. 5	FALSO	FALSO					
Código Estudiante No. 6	FALSO	FALSO					
Código Estudiante No. 7	FALSO	FALSO					

Al digitar la valoración numérica, se genera automáticamente la evaluación cualitativa correspondiente al Indicador de desempeño (ID) evaluado

Se debe digitar el código de estudiante

Cuadro donde se digita la valoración numérica

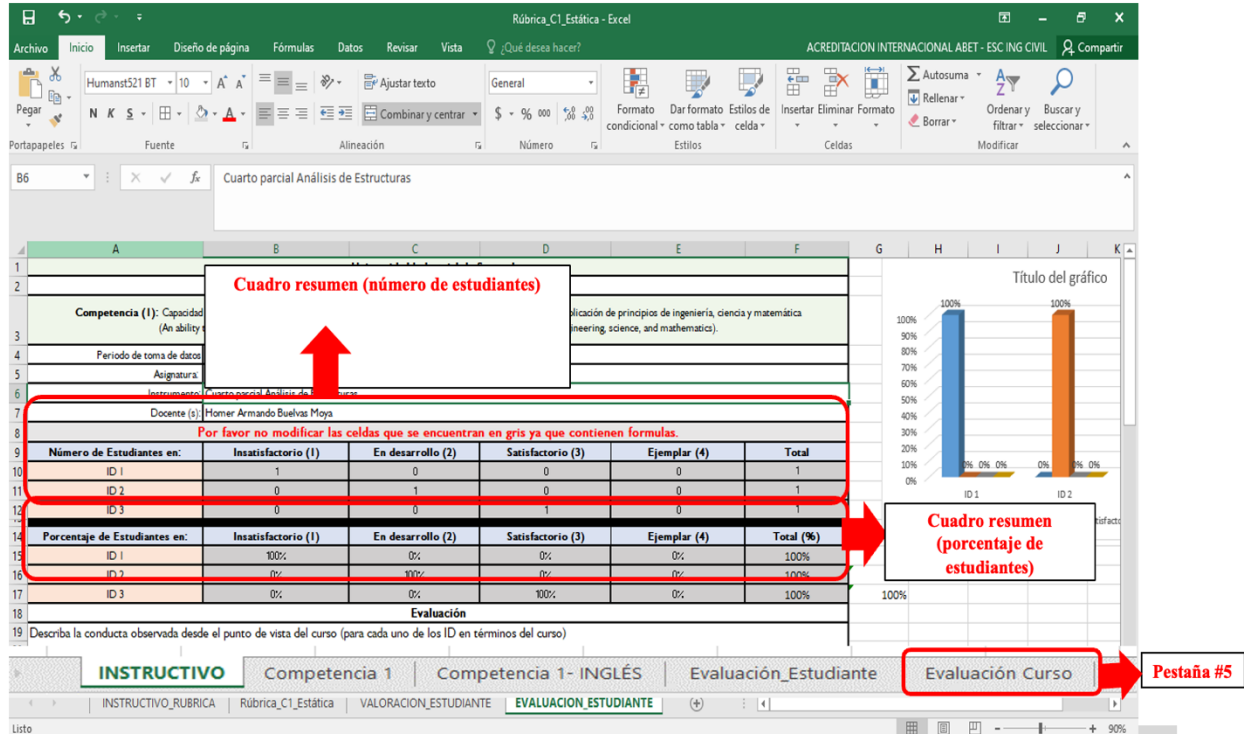
Por favor califique al estudiante de 1 a 4

Pestaña #4

- Evaluación Curso: La información generada automáticamente por la plantilla en esta pestaña está conectada con la de Evaluación_Estudiante, generando dos cuadros de resultados con la cantidad numérica y el porcentaje (%) de estudiantes ubicados en cada uno de los Niveles de Desempeño para cada Indicador de Desempeño (ID).

Figura 10

Cuadro resumen, Pestaña Evaluación Curso, rúbrica nivel Curso



Adicionalmente, en esta pestaña el docente debe diligenciar con sus propias palabras un primer recuadro de la sección Evaluación. En esta parte, el docente indicará como fue el desempeño general del grupo para cada uno de los Indicadores de Desempeño (ID).

Figura 11

Evaluación por Indicador de Desempeño, Pestaña Evaluación Curso, rúbrica nivel Curso

Porcentaje de Estudiantes en:	Insatisfactorio (1)	En desarrollo (2)	Satisfactorio (3)	Ejemplar (4)	Total (%)
ID 1	0%	8%	38%	54%	100%
ID 2	78%	25%	0%	0%	100%
ID 3	28%	78%	0%	0%	100%

Evaluación
 Describe la conducta observada desde el punto de vista del curso (para cada uno de los ID en términos del curso):

ID 1: El 92% de los estudiantes define el problema e identificar las características propias de este (variables, criterios y restricciones) necesarias para plantear una solución apropiada. Los estudiantes son capaces de definir el tipo de elementos estructurales y estructuras asociadas a un sistema estático. La mayoría identifica eslabones, barras compuestas, vigas o columnas correctamente y los asocia con un comportamiento específico.

ID 2: El 75% de los estudiantes no formula, aplica y/o valida correctamente los métodos, modelos (matemáticos) técnicas, equipos o instrumentos requeridos para dar solución al (problema o ejercicio) bajo especificaciones con la precisión requerida.

ID 3: El 75% de los estudiantes analiza, interpreta pero no concluye a partir de los resultados obtenidos. Gran parte de los estudiantes no analiza, no interpreta y no concluye a partir de los resultados obtenidos de los métodos de análisis el comportamiento isostático (estructuras marco o pórtico). El estudiante solo calcula un número y no sabe para que sirve en la mayoría de los casos, o en este caso no fue capaz de calcular resultados finales, por lo tanto no es capaz de concluir.

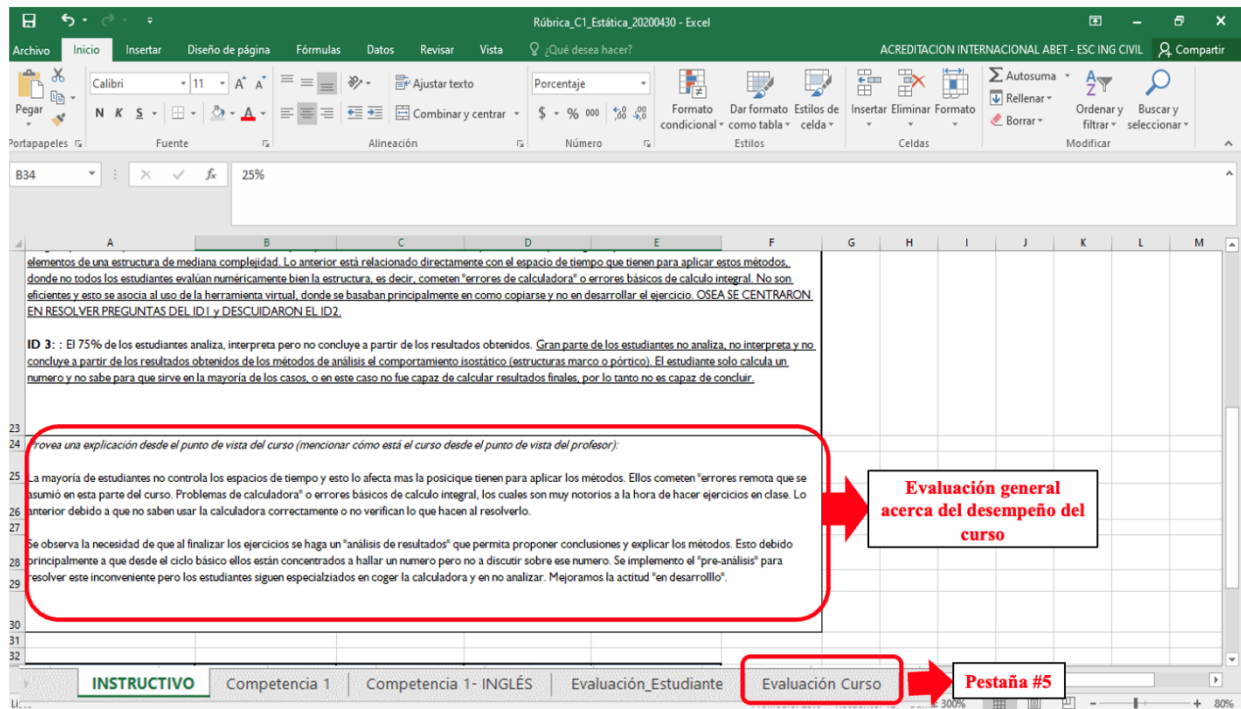
Evaluación de cada uno de los Indicadores de desempeño (ID)

Pestaña #5

Finalmente, en el segundo recuadro de esta pestaña el docente debe dar un concepto general acerca del desempeño del grupo de estudiantes evaluados con respecto a la competencia de aprendizaje, indicando fortalezas y debilidades académicas observadas, y aspectos adicionales que puedan tener influencia en el desempeño de los estudiantes.

Figura 12

Evaluación general del curso, Pestaña Evaluación Curso, rúbrica nivel Curso



El proceso a seguir para el adecuado diligenciamiento de esta rúbrica es el siguiente:

1. Antes de hacer el proceso de medición, el docente y líder de competencia deben definir la muestra, el tema, el instrumento y el momento del semestre donde se aplicará la rúbrica. Esta información debe ser diligenciada en la pestaña de Competencia. Es importante que el instrumento, momento y temática se mantengan semestre a semestre para así tener una trazabilidad de los resultados.
2. Se debe proceder a diligenciar el valor numérico (Insatisfactorio (1), En Desarrollo (2), Satisfactorio (3) y Ejemplar (4)) de la valoración del desempeño de cada estudiante para cada uno de los indicadores (ID) en la pestaña Evaluación_Estudiante.

3. De acuerdo con los resultados obtenidos en el proceso de Evaluación, el docente en la pestaña de Evaluación Curso debe hacer un breve comentario acerca del desempeño general del grupo para cada uno de los Indicadores de Desempeño (ID), y un breve comentario general acerca del desempeño general del grupo en cuanto a fortalezas, debilidades, aspectos por mejorar y factores que pueden estar influenciando el proceso de aprendizaje de los estudiantes y la posterior medición de la competencia.
4. Una vez diligenciada la rúbrica, esta debe ser enviada al líder ABET del programa junto con el instrumento de evaluación que fue aplicado en formato PDF y una pequeña muestra de los instrumentos resueltos por los estudiantes y calificados por el docente. Estos documentos servirán así como evidencia del proceso de medición.

Por otra parte, en la rúbrica consolidada de cada Resultado de Aprendizaje se encuentra la siguiente pestaña:

- Evaluación Competencia: En esta pestaña se presentan los promedios de cada Curso y de cada Indicador de Desempeño (ID) para cada Resultado de Aprendizaje. Estos promedios se ponderan para obtener un promedio global para el RA, tanto en calificación como en porcentaje. La rúbrica además genera dos gráficos de barras simples de forma automática.

Adicionalmente, existe un recuadro de Evaluación donde el profesor debe describir la conducta observada desde el punto de vista del Resultado de Aprendizaje para cada uno de los Indicadores de Desempeño, además de dejar un comentario acerca de la calificación de cada uno de los Indicadores.

Después se encuentra un recuadro para que el líder del RA redacte una explicación global desde el punto de vista del Resultado de Aprendizaje, seguido del último recuadro donde se enuncian las Acciones de Mejora para ese periodo.

Fase 2 de Adquisición y comprensión de datos o Diagnóstico

Una vez definido de dónde se extraerán los datos, es momento de analizar la estructura de los mismos y cómo se procesarán. Esta fase a su vez cuenta con las fases de ingerir, explorar y configurar la canalización de datos.

En este punto es donde se plantea la necesidad de crear un nuevo archivo Excel con una estructura uniforme y definida, puesto que los datos no pueden ser ingeridos directamente de las rúbricas por Power BI a menos que tengan un formato de columnas con encabezado apto para su posterior procesamiento. Consecuentemente se crea un archivo denominado "Master FINAL", que consta de los datos extraídos de cada una de las rúbricas. La estructura de este archivo se describe a continuación.

Primeramente es necesario crear una hoja de cálculo en Excel que incluya tanto los datos que se extraerán de las pestañas de la rúbrica como las fórmulas de los cálculos que se necesitarán en Power BI en la herramienta final. Esto se logra configurando diferentes fórmulas tanto de extracción como de procesamiento de datos e incorporándolas a un proceso de actualización que se explica más adelante en el presente proyecto así como en el Apéndice H.

La configuración de estas fórmulas provoca que existan dos tipos de variables o columnas en los modelos de Excel: las que se actualizarán automáticamente (de color blanco), y las que se deben insertar manualmente (resaltadas de color naranja).

Además, una importante consideración que debe realizarse en este punto es que dada la diferencia de número de Indicadores de Desempeño que puede tener cada Resultado de Aprendizaje y por lo tanto cada Curso (varían de tres a cinco ID); es fundamental crear una columna para cada uno de ellos aunque esta columna se mantenga vacía, para así conservar una misma estructura en cada Resultado de Aprendizaje analizado y que no hayan inconsistencias en el archivo "Master FINAL".

En este primer modelo de extracción aplicado a las rúbricas de los cursos existen por tanto las siguientes variables, siendo cada una de ellas una columna de la hoja de cálculo que posteriormente alimentará el archivo "Master FINAL":

- **Código:** El código de cada estudiante.
- **ID1-ID5:** La calificación para cada Indicador de Desempeño para cada estudiante, en una escala de 1 a 4 explicada anteriormente.
- **Promedio Estudiante:** El promedio de todos los Indicadores de Desempeño evaluados para cada estudiante.
- **Calificación:** Descripción de cada una de las calificaciones.
- **Des ID1-ID5:** Descripción de cada Indicador de Desempeño según la calificación obtenida.
- **Calificación n:** Lista de calificaciones en número.
- **ID 1 – ID 5:** Recuento de los estudiantes que obtuvieron cada una de las calificaciones.
- **ID 1 % - ID 5 %:** Recuento de los estudiantes que obtuvieron cada una de las calificaciones en porcentaje (%).
- **ID:** Lista de los Indicadores de Desempeño evaluados en el Curso en número.
- **Des ID:** Descripción de cada Indicador de Desempeño.

- **Promedio:** Promedio de cada Indicador de Desempeño.
- **% Promedio:** Promedio de cada Indicador de Desempeño en porcentaje (%).
- **Target C:** El target definido para cada Resultado de Aprendizaje en porcentaje (%). Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Desv Estandar:** La desviación estándar de cada Indicador de Desempeño.
- **Mediana:** La mediana de cada Indicador de Desempeño.
- **Aprobados:** Suma del número de estudiantes con calificación (3) Satisfactorio y (4) Ejemplar
- **Suspendidos:** Suma del número de estudiantes con calificación (1) Insatisfactorio y (2) En Desarrollo.
- **Evaluación ID:** La descripción que realiza el profesor para cada Indicador de Desempeño, de acuerdo a los resultados obtenidos. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Evaluación Curso:** La explicación general que realiza el profesor desde el punto de vista del Curso. Este dato debe actualizarse manualmente.

En el segundo modelo de extracción, aplicado esta vez a las rúbricas consolidadas de cada Resultado de Aprendizaje, se encuentran las siguientes variables:

- **ID n:** Lista de los Indicadores de Desempeño con número.
- **Curso n:** Lista de los nombres de los Cursos evaluados.
- **ID1 T – ID5 T:** Promedio de calificación por Curso para cada Indicador de Desempeño (ID).

- **ID1 T% – ID5 T%:** Promedio de calificación por Curso para cada Indicador de Desempeño (ID) en porcentaje (%).
- **Promedio Curso:** Promedio de todos los Indicadores de Desempeño para cada Curso.
- **Promedio Curso %:** Promedio de todos los Indicadores de Desempeño para cada Curso en porcentaje (%).
- **Promedio Indicador:** Promedio de todos los Cursos para cada Indicador de Desempeño.
- **Promedio Indicador %:** Promedio de todos los Cursos para cada Indicador de Desempeño en porcentaje (%).
- **Evaluación RA por ID:** La descripción que realiza el profesor de la conducta observada desde el punto de vista del Resultado de Aprendizaje para cada ID. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Comentarios profesor:** Breve descripción del profesor dando explicación a la calificación obtenida para cada Indicador de Desempeño. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Evaluación RA:** Explicación general que elabora el profesor desde el punto de vista del Resultado de Aprendizaje. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Nombre Líder RA:** El profesor o profesores que lideran cada Resultado de Aprendizaje. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Acción de mejora propuesta:** Las acciones de mejora propuestas para un semestre y Resultado de Aprendizaje determinados. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Resultado AM:** El resultado correspondiente a cada acción de mejora propuesta. Este dato debe actualizarse manualmente.

- **Periodo de implementación AM:** Periodo o semestre en el cual se implementa la acción de mejora propuesta. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Responsable AM:** El encargado principal de cada acción de mejora y su implementación. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Estado AM:** El estado en el que se encuentra cada acción de mejora en el momento de presentación. Los diferentes estados pueden ser: Activa, En progreso o Inactiva. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Target:** El target definido para cada Resultado de Aprendizaje en porcentaje (%). Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Calificación RA:** El promedio general de los Cursos e Indicadores de Desempeño para cada Resultado de Aprendizaje.
- **Calificación RA %:** El promedio general de los Cursos e Indicadores de Desempeño para cada Resultado de Aprendizaje en porcentaje (%).
- **Descripción RA:** Descripción general del Resultado de Aprendizaje evaluado. Este dato debe actualizarse manualmente.

Una vez recopilados estos datos en cada uno de los modelos de extracción, solo faltaría consolidarlos todos en el archivo "Master FINAL", archivo que también cuenta con algunas variables propias, enumeradas a continuación:

- **Semestre:** El semestre académico al que corresponde cada Curso y Resultado de Aprendizaje. Este dato debe actualizarse manualmente.

- **RA:** El Resultado de Aprendizaje al que corresponde cada Curso. Se debe seguir la estructura "RA" seguido del número del respectivo RA. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Resultado de Aprendizaje:** El número correspondiente al Resultado de Aprendizaje de cada Curso. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Clase:** El Curso evaluado. Este dato debe actualizarse manualmente.
- **Profesor:** El profesor encargado del Curso evaluado. Este dato debe actualizarse manualmente.

El proceso de consolidado y actualización desde los modelos de extracción al archivo "Master FINAL" se explica a detalle en el apéndice H.

Otro punto a resaltar es el hecho de que a pesar de tener un proceso definido para el diligenciamiento de cada rúbrica, existe un factor de error humano y de decisión por parte del profesor. Esto origina rúbricas con datos faltantes (en su mayoría en la parte de Evaluación y comentarios del profesor), datos mal colocados, filas que no corresponden a la propia rúbrica, etc. Es por ello que a la hora de actualizar los datos y realizar el proceso de automatización siempre se recomienda verificar la consistencia y coherencia de los datos; y también es por ello que la herramienta final presenta información en blanco dependiendo del semestre, Resultado de Aprendizaje y Curso seleccionados.

Fase 3 de Moldeado o Formulación de un plan de mejoramiento

Tras haber definido una fuente de datos estructurada y estandarizada de forma adecuada para ser ingerida por Power BI, es momento de determinar las características de la herramienta y

de crear dicho modelo. Esta fase a su vez cuenta con las fases de Ingeniería de características, entrenamiento del modelo y evaluación del modelo.

En la fase de Ingeniería de características se busca un acto de equilibrio entre encontrar e incluir variables informativas y a la vez descartar o evitar demasiadas variables no relacionadas, ya que las informativas mejoran el resultado pero las no relacionadas introducen ruido innecesario en el proyecto. Es por ello que una de las máximas del presente proyecto es cumplir los objetivos pero siempre manteniendo la simplicidad y el uso amigable por parte del usuario.

Es en este punto donde se analizan en profundidad las relaciones entre los datos presentes en la fuente de datos y los requisitos del equipo ABET, para así moldear la estructura de la herramienta final. También se definen cuáles serán los diferentes niveles jerárquicos y qué variables y gráficas se desean incluir en cada uno de ellos, como se detalla a continuación.

Es importante resaltar que en el proceso de definición de los niveles presentes en la herramienta final se utiliza una estructura inductiva. Es decir, se empieza de lo particular y se va avanzando hacia lo general. Adicionalmente se muestran figuras del diseño final de la herramienta en cada uno de los niveles.

- **Nivel 1 o de Indicador de Desempeño (ID):**

En este nivel principalmente se deberá mostrar cómo se desenvuelven los estudiantes de cada Curso en un Indicador de Desempeño específico. Tal y como se mencionó anteriormente, al existir cursos con número de Indicadores variables, es necesario crear una pestaña en Power BI para cada uno de estos indicadores (desde ID1 hasta ID5). Por ejemplo, cuando se seleccione un Curso con los cinco Indicadores, todas las pestañas presentarán datos; pero cuando se seleccione uno con tres indicadores, las pestañas cuatro y cinco simplemente se presentarán en blanco.

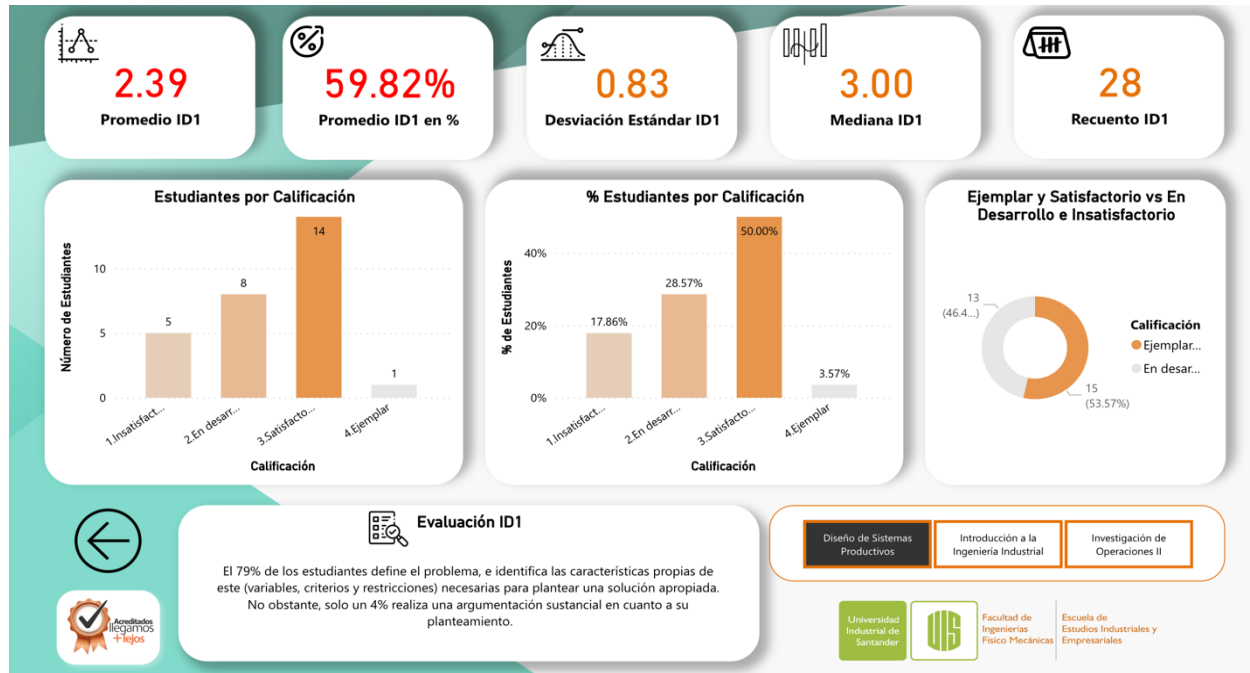
De todas formas, el usuario tendrá una visión general de cuántos indicadores existen en el Resultado de Aprendizaje seleccionado desde la propia pestaña de RA, como se mencionará más adelante; y podrá verificarlo nuevamente en la pestaña del Curso seleccionado. De esta forma se previene que el usuario seleccione un nivel de Indicador de Desempeño con información en blanco.

En cuanto a las variables utilizadas en este nivel, se considera importante mostrar el promedio, el promedio en porcentaje (%), la desviación estándar, la mediana, y el recuento de estudiantes para cada uno de los Indicadores de Desempeño. Estos datos se podrán mostrar simplemente como tarjetas de datos, debido a su naturaleza numérica.

También la parte de Evaluación de cada Indicador que realiza el profesor es un dato que aportará a la visión particular de este ID, por lo que se incluirá en una tarjeta de texto variable.

En términos de gráficas, se considera fundamental mostrar la distribución de estudiantes por calificación (respondiendo a la pregunta ¿Cuántos estudiantes se encuentran en cada calificación?), así como la distribución de estudiantes por calificación en porcentaje (%) (¿Qué porcentaje de estudiantes se encuentran en cada calificación?). Adicionalmente se considera interesante mostrar la distribución conjunta de estudiantes con calificaciones Insatisfactoria (1) y En Desarrollo (2); y por otro lado los que tengan calificación Satisfactoria (3) y Ejemplar (4). Esto para proporcionar un vistazo rápido del desempeño de los estudiantes en este Indicador.

Finalmente se incluye un filtro dinámico donde el usuario puede seleccionar cada uno de los cursos presentes en el Resultado de Aprendizaje seleccionado en el nivel correspondiente.

Figura 13*Nivel de Indicador de Desempeño (ID)*

- **Nivel 2 o de Curso:**

El objetivo de este nivel es mostrar un resumen de la información que afecta a cada uno de los cursos para el semestre y Resultado de Aprendizaje seleccionados.

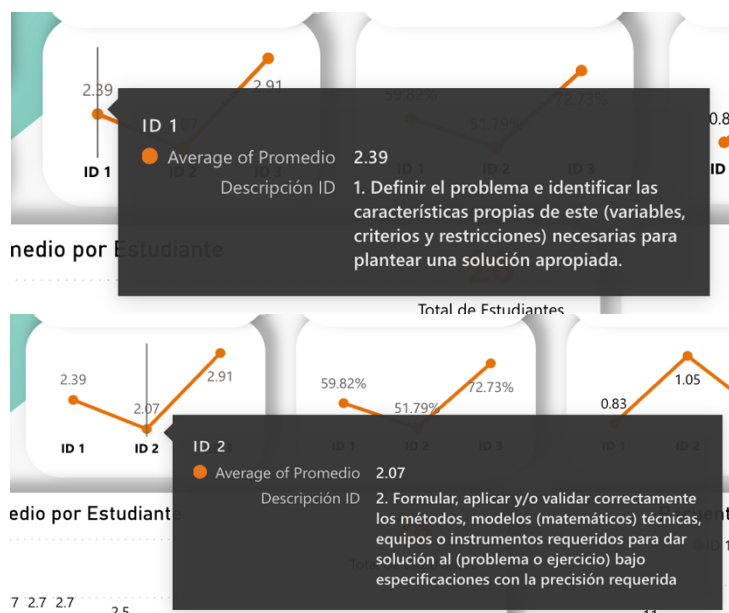
Para lograrlo, se establecen tres tarjetas de texto variables. Una de ellas con el título del Curso, otra con el nombre del profesor y otra con la evaluación general del Curso que el profesor rellena en la rúbrica correspondiente.

En cuanto a datos numéricos resulta útil incluir el promedio, el promedio en porcentaje (%), la desviación estándar y la mediana de cada Curso. Debajo de cada una de estas tarjetas con datos numéricos se decide elaborar una gráfica de líneas simple que compare estas medidas para cada uno de los Indicadores de Desempeño; donde se muestren simplemente las etiquetas del eje x o los Indicadores como tal, y las etiquetas para cada uno de los datos.

Esto se realiza con el objetivo de simplemente mostrar la información que le interesa al usuario final de primera mano, evitando sobrecargar el elemento visual. Una herramienta que ofrece Power BI para conseguir esto es la posibilidad de incluir información cuando el usuario se desplaza sobre el gráfico y sobre cada uno de los puntos, variando dependiendo del punto donde el usuario esté ubicado, como se muestra a continuación.

Figura 14

Herramienta de Power BI que cambia según la posición



Esta herramienta es de gran utilidad no solo en este nivel, sino también en el resto de niveles del archivo final.

Adicionalmente, se incluyen dos gráficas en este nivel. La primera es una gráfica de área que muestra la distribución del promedio de cada estudiante, situando los códigos de los estudiantes en el eje x y los promedios de cada estudiante en el eje y. La segunda es un recuento

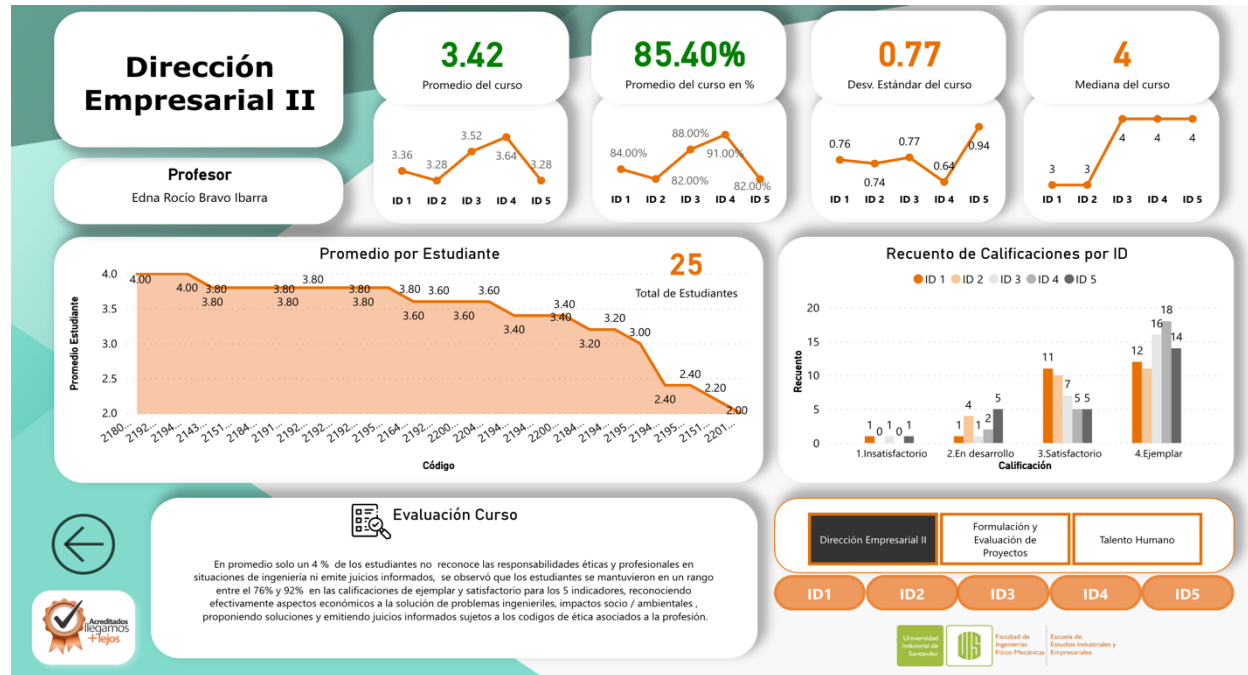
consolidado de calificaciones por Indicador de Desempeño, o en otras palabras, la cantidad de estudiantes totales que cada Curso tiene en cada calificación.

Finalmente, en esta pestaña se incluyen los botones que dan acceso a cada uno de los Indicadores de Desempeño en los que se divide el curso (deben ser cinco botones independientemente del número de ID de cada curso, como se explicó anteriormente); y se incluye un filtro dinámico donde el usuario puede seleccionar cada uno de los cursos presentes en el Resultado de Aprendizaje seleccionado en el nivel superior.

Cabe resaltar que para efectos del archivo final la herramienta se entrega con ciertas gráficas ordenadas de cierta forma. Por ejemplo, la gráfica de distribución del promedio de cada estudiante se entrega ordenada de mayor a menor promedio. Sin embargo, el usuario final desde el Servicio de Power BI tiene la potestad de cambiar el orden de visualización de cualquier gráfica y para cualquier variable.

Figura 15

Nivel de Curso



- **Nivel 3 o de Resultado de Aprendizaje:**

En este nivel es donde más se muestra información, por lo tanto se busca optimizar el espacio de visualización lo máximo posible. Por la misma razón, se crean dos pestañas con los mismos elementos visuales, pero una con la información mostrada como calificación y la otra con la información en forma de porcentaje (%).

En cuanto a tarjetas de texto variables se tienen simplemente la del título del Resultado de Aprendizaje y la del Líder del RA. Las tarjetas numéricas por su parte mostrarán el Target y el promedio del resultado de aprendizaje (en calificación o en porcentaje respectivamente).

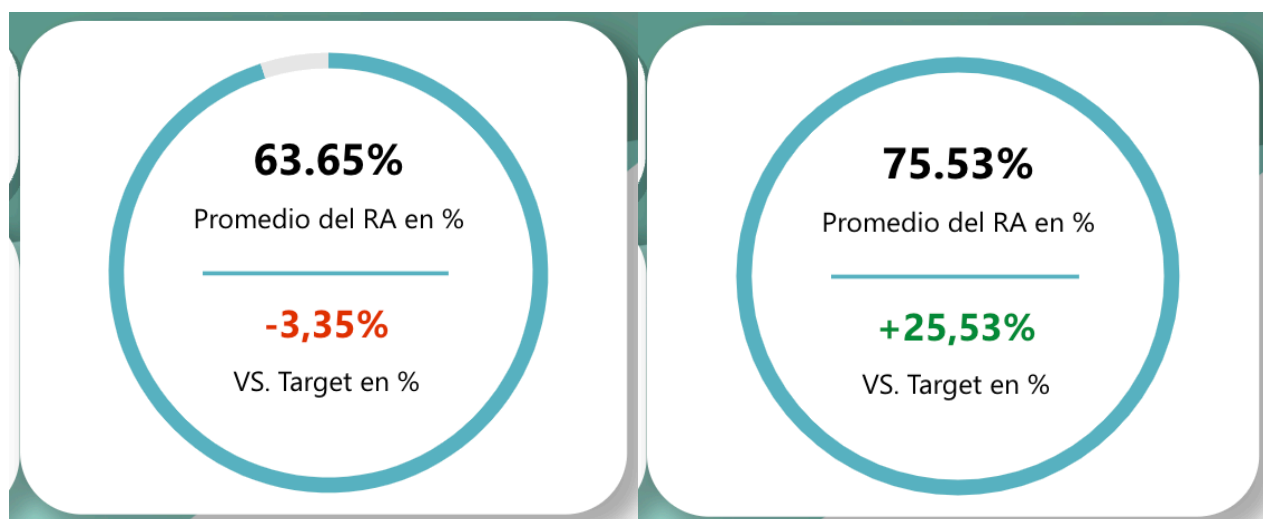
En este nivel resulta pertinente incluir un KPI o Indicador Clave de Desempeño por sus siglas en inglés. Este término hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo en un negocio,

con el fin de poder tomar decisiones y determinar aquellas que han sido más efectivas a la hora de cumplir con los objetivos marcados en un proceso o proyecto concreto. (Porras Blanco, 2017)

El KPI elegido para este nivel es un anillo circular relleno de color. Si el target establecido por el equipo ABET se cumple, el KPI se mostrará relleno de color. De lo contrario se mostrará la región correspondiente al faltante vacía, indicando cuánto se debe mejorar para alcanzar el objetivo fijado. Adicionalmente, en la parte superior del elemento visual se muestra el promedio del Resultado de Aprendizaje en calificación o en porcentaje (%) según corresponda, y en la parte inferior la calificación o el porcentaje faltante (o sobrante) en comparación con el target. Se incluye también un formato condicional donde este texto se muestre rojo si la diferencia es negativa y verde si es positiva. Ejemplos de KPI por debajo y por encima del target se presentan a continuación.

Figura 16

KPI por debajo y por encima del Target, respectivamente



En términos de gráficas, al igual que se hizo en el nivel de Curso, se incluyen debajo de la tarjeta del Promedio del Resultado de Aprendizaje dos gráficas de líneas simples con objetivo ilustrativo. La primera con el promedio de cada Curso, ubicando estos en el eje x; y la segunda con el promedio de cada Indicador de Desempeño. En el caso de haberlo, se incluye en esta segunda gráfica la evaluación por ID que realiza el profesor en la rúbrica consolidada del Resultado de Aprendizaje.

La gráfica principal de este nivel es una gráfica de columnas agrupadas, donde se muestra el promedio de Indicador por Curso en porcentaje (%). En otras palabras, esta gráfica consolida el promedio de cada uno de los Indicadores de Desempeño y los agrupa en cada curso, para así obtener una vista global de Indicadores y Cursos. A su lado se encontrará la misma gráfica pero mostrando el promedio por Indicador en calificación en lugar de porcentaje (%).

Se incluyen adicionalmente tres botones de acceso a otras pestañas. El primero es variable, dependiendo si el usuario se encuentra en la pestaña de Calificación o de Calificación en porcentaje (%) mostrará la opción de visualizar la otra pestaña respectivamente. El segundo lleva al Análisis por Curso o al Nivel 2 explicado anteriormente; y el tercero direcciona a la Evaluación y Acciones de Mejora, que se detallará más adelante.

Finalmente, al igual que en el nivel anterior, un filtro dinámico está siempre presente, donde el usuario no solo puede seleccionar cada uno de los Resultados de Aprendizaje para cada semestre, sino que también le sirve para siempre ser consciente del RA que se está evaluando. En adición a esto, gracias a la naturaleza del filtro es posible visualizar los consolidados para un Resultado de Aprendizaje a lo largo del tiempo o para el semestre desde un punto de vista global (mostrando todos los Resultados de Aprendizaje).

En este mismo nivel jerárquico pero en pestañas diferentes se encuentran tanto la Evaluación del Resultado de Aprendizaje con los Comentarios del profesor por Indicador de Desempeño, como las Acciones de Mejora y sus resultados.

En la primera pestaña como se menciona se encuentra la Evaluación general del RA en la parte izquierda, y los comentarios del profesor por ID en la parte derecha. Para una mejor experiencia se incluye un filtro dinámico por indicador. En la parte inferior se encontrarán una tarjeta de texto dinámica con el Líder del Resultado de Aprendizaje, los filtros dinámicos de semestre y RA para que el usuario pueda navegar por ellos en cualquier nivel y siempre saber qué RA y en qué semestre está situado, y el botón hacia la pestaña de Acciones de Mejora.

En esta última pestaña de este nivel se encuentra una tabla dinámica que contiene las siguientes columnas: La Acción de Mejora propuesta, el periodo en el que se debe aplicar, su respectivo responsable, el estado de la Acción de Mejora (que se muestra como icono de color rojo, naranja o verde dependiendo si el estado es Activa, En progreso o Inactiva) y el resultado correspondiente a cada una de las AM. En la parte inferior se incluye la tarjeta de texto dinámica con el Líder del RA.

Figura 18

Nivel de Resultado de Aprendizaje, pestaña de Calificación en Porcentaje (%)

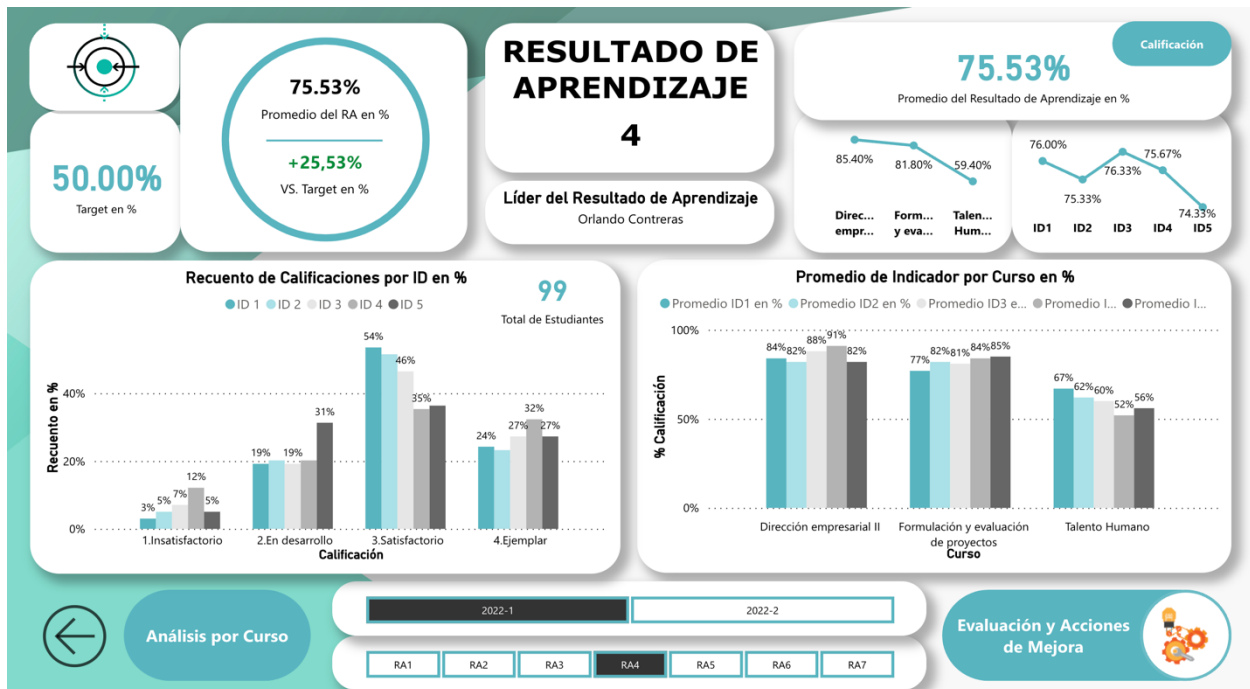


Figura 17

Nivel de Resultado de Aprendizaje, pestaña de Calificación



- **Nivel 4 o de Criterio:**

En este nivel de Criterio se incluyen los ocho criterios en los que se basa la acreditación internacional ABET, como se explicó anteriormente. Los elementos que compartirán todos los criterios son dos tarjetas de texto en la parte superior con el número del criterio y su título en inglés, y una tarjeta de texto en la parte inferior con la descripción del correspondiente criterio.

Concretamente en el Criterio 4 o de Mejora Continua (el criterio principal de la herramienta) se incluyen dos marcadores, una herramienta de Power BI que permite guardar el estado de una página de un informe, incluyendo el filtrado y la visibilidad de distintos objetos, permitiendo volver a ese estado seleccionando el marcador guardado. En otras palabras, es como tener dos pestañas en una.

El primer marcador llamado "Análisis por semestre" incluye un filtro dinámico entre los diferentes semestres presentes en la base de datos, dos gráficas con la calificación global y calificación en porcentaje (%) global de cada uno de los resultados de aprendizaje, y dos botones de acción que direccionarán a la pestaña de Resultados de Aprendizaje en calificación o a los Resultados de Aprendizaje en porcentaje (%), según la preferencia del usuario.

El segundo marcador recibe el nombre de "Evolución de cada RA", e incluye también un filtro dinámico esta vez con los diferentes Resultados de Aprendizaje. Además, se presentan dos gráficas que muestra la evolución del Resultado de Aprendizaje por semestre, tanto en calificación como en porcentaje (%). Esta gráfica permitirá por lo tanto estudiar el cambio en el tiempo de cada uno de los Resultados de Aprendizaje, y así detectar en primera instancia un mejor o peor rendimiento en cada uno de ellos.

En el caso del Criterio 1 se incluyen tres botones de acción con enlaces incorporados que redireccionarán al usuario a tres reportes de Power BI diferentes acerca de Encuestas de Salida, Pruebas Saber Pro y Pruebas EXIM.

En el Criterio 2 se describen en un cuadro de texto los Objetivos Educativos del programa de Ingeniería Industrial.

En el Criterio 3 también se incluye un cuadro de texto, esta vez con la descripción de los Resultados de Aprendizaje.

En el Criterio 5 se inserta una imagen con el Plan de Estudios 11 de Ingeniería Industrial y con los posibles campos de desempeño del futuro profesional.

En el Criterio 6 se busca mostrar el número de profesores por semestre y cómo se distribuyen. Para ello se elabora un filtro dinámico para los diferentes semestres (puesto que la plantilla de profesores es variable), y seis tarjetas numéricas variables con los siguientes datos: Número total de profesores, Profesores Planta, Profesores Activos, Profesores en Comisión Administrativa, Profesores en Comisión de Estudios y Profesores Cátedra.

En el Criterio 7 se muestra la descripción y una imagen del laboratorio de Procesos de fundición y moldeo.

Y finalmente en el Criterio 8 se incluye una imagen de la Universidad Industrial de Santander (UIS)

Figura 20

Nivel de Criterio, Criterio 4, Marcador Análisis por semestre

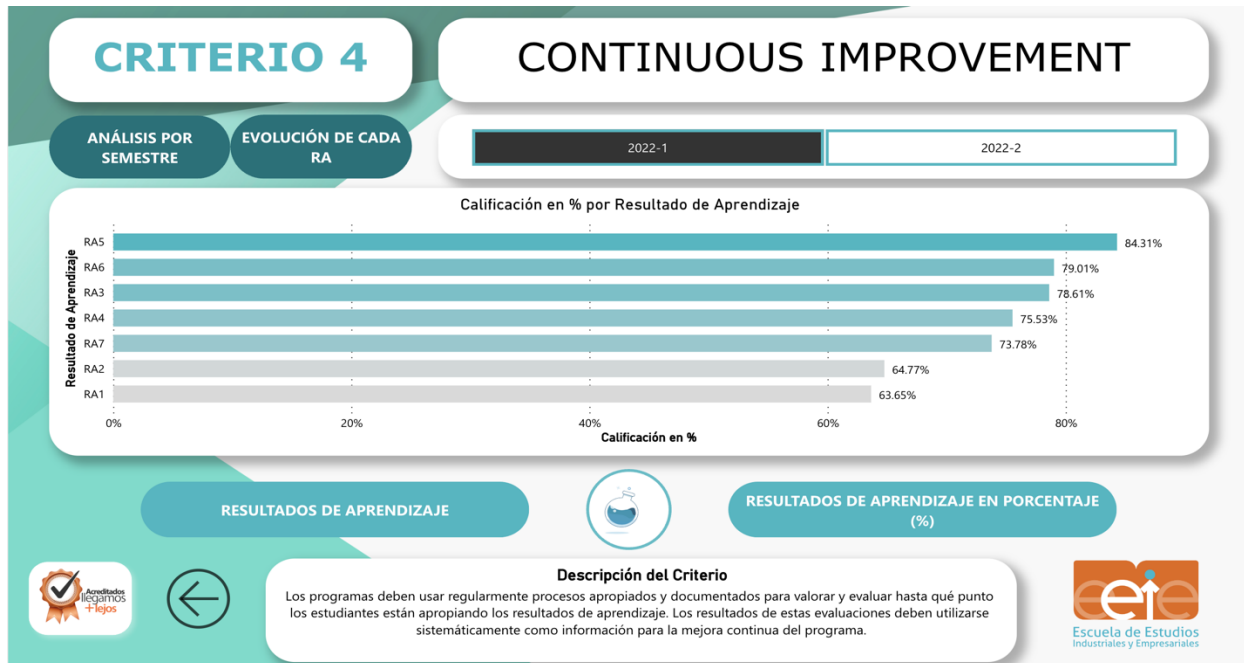
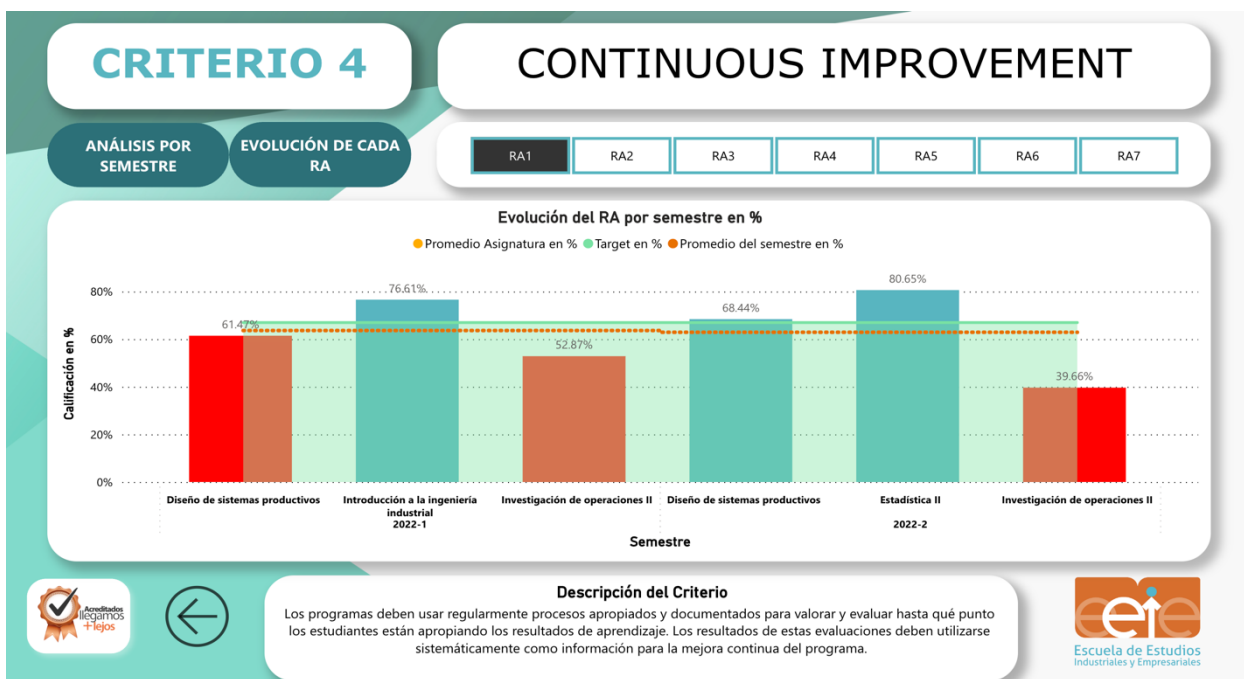


Figura 19

Nivel de Criterio, Criterio 4, Marcador Evolución de cada RA



- **Nivel 5 o Página Principal:**

En este último nivel se busca crear una página principal atractiva para el usuario final a la vez que descriptiva con lo que se encontrará en la herramienta.

Consecuentemente se diseña con el título en la parte superior central (ACREDITACIÓN INTERNACIONAL ABET), seguido del subtítulo (PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL), ambos debajo del logo de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE). En la parte inferior se incluyen otros dos logos, el del proceso de Acreditación Internacional ABET y el de la Universidad Industrial de Santander con los nombres de Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas y Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

En la parte central se deciden crear ocho botones con imágenes ilustrativas de cada uno de los criterios, donde cada imagen contará en el centro con el número y el título del criterio en inglés.

Las imágenes son escogidas estratégicamente dependiendo de la descripción de cada criterio. Para el Criterio 1 se elige un grupo de estudiantes conversando en el pasillo principal de la UIS, para el Criterio 2 la entrada de la UIS por la carrera 27, para el Criterio 3 un estudiante UIS recibiendo su diploma en la ceremonia de grados, para el Criterio 4 la entrada reformada de la UIS por la carrera 25, para el Criterio 5 un grupo de profesionales debatiendo en el campus UIS, para el Criterio 6 un grupo de profesores de la UIS, para el Criterio 7 el edificio de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, y para el Criterio 8 una reunión administrativa en la UIS.

Figura 21

Página Principal de la herramienta final



6. Implementación de la herramienta

Una vez elaborada la versión terminada de la herramienta, es hora de socializarla con el equipo ABET para así obtener su retroalimentación y posterior aprobación. Este capítulo corresponde a la Fase 4 o de Despliegue de la metodología utilizada.

En esta socialización se tratan varios aspectos que se modificarán en la versión final de la herramienta, los cuales se explican a continuación:

- Se recibe la recomendación de implementar una paleta de colores con estilo más minimalista con tonos claros y que vayan de la mano con los colores institucionales y de la Escuela.
- En los niveles de Criterio 4 (en ambos marcadores) y en los de Resultado de Aprendizaje y RA en porcentaje (%) se sugieren eliminar aquellas gráficas que muestren Calificación y que en su lugar se fusione con la de Calificación en porcentaje (%) dado que estéticamente son iguales, simplemente cambian las etiquetas de datos y la escala utilizada. Para ello se utiliza la herramienta que muestra información dinámica dependiendo del punto donde el usuario sitúe el cursor.

En el caso de los marcadores del nivel Criterio 4 las gráficas eliminadas dan lugar a mayor espacio para expandir la gráfica en la que se fusionaron ambas, y así obtener un mayor campo visual y la capacidad de enseñar más información al usuario. Por otra parte, en el nivel de RA y RA en porcentaje (%) la gráfica eliminada se sustituye por otra gráfica explicada a continuación.

- Se sugiere incluir una gráfica con el número de estudiantes que obtuvo cada calificación, de la misma forma que se encuentra en el Nivel Curso; pero en este caso con el consolidado

de todos los cursos. En la pestaña de Resultado de Aprendizaje se incluye con el número de estudiantes como tal, y en la de Resultado de Aprendizaje en porcentaje (%) se hace con la proporción de estos estudiantes en porcentaje (%).

- En las pestañas de Resultado de Aprendizaje y Resultado de Aprendizaje en porcentaje (%) se sugiere incluir el total de estudiantes evaluados en ese RA, por lo que se incluye una tarjeta numérica variable de menor tamaño, y se sitúa en la esquina superior derecha de los gráficos añadidos en el punto previo. De la misma forma se incluye esta tarjeta numérica en el nivel Curso, con los estudiantes totales de cada curso. Se ubicará también en la esquina superior derecha del gráfico de Promedio por Estudiante.

Es importante aclarar que este total de estudiantes se acordó con el equipo ABET que fuera el total de los códigos evaluados, aunque existen casos donde en la rúbrica se encuentra registrado el código pero no tiene ninguna calificación asignada.

- Finalmente, para el equipo ABET era importante identificar visualmente de forma rápida cuando se cumple o no con el objetivo o target establecido. Con este propósito se incluyen diferentes formatos condicionales tanto en las gráficas como en las tarjetas de datos numéricos dinámicas.

En el marcador de "Análisis por semestre", en la gráfica de Calificación en % por Resultado de Aprendizaje, se incluye un formato condicional donde a mayor calificación en el RA, más oscuro se muestra el color de la barra respectiva.

En el marcador de "Evolución de cada RA", en la gráfica de Evolución del RA por semestre en % se sitúa la línea de target, y todo curso que esté por debajo encontrará su barra respectiva en color rojo. Por su parte los que estén por encima del target tendrán su barra en color verde azulado.

En el nivel Curso las tarjetas de promedio y promedio del curso en porcentaje (%) se dotan de un formato condicional donde si el valor de este promedio se encuentra por debajo del target se muestran en rojo, y de lo contrario se muestran en verde. Este mismo formato se utiliza para cada promedio y promedio en porcentaje (%) de cada Indicador de Desempeño en el nivel 1.

7. Actualización de la herramienta

Se le entregan al equipo ABET los siguientes documentos como parte de este proceso:

- Siete archivos en formato Excel. Tres de ellos con el modelo de automatización de recogida de datos para el nivel Curso, dependiendo si este tiene tres, cuatro o cinco Indicadores de Desempeño. Estos archivos reciben el nombre de "Modelo curso con X ID.xlsx" respectivamente. Otros tres para el nivel de Resultado de Aprendizaje, también dependiendo si tiene tres, cuatro o cinco Indicadores; con el nombre de "Modelo RA con X ID.xlsx". Y el séptimo el Excel que alimenta directamente el archivo de Power BI con el consolidado de los modelos de Cursos y Resultados de Aprendizaje, además de contener la información del Criterio 6 de Facultad. Este archivo se denomina "Master FINAL.xlsx" Estos siete archivos se anexan en los apéndices del A al G.
- Un archivo en formato Word con la descripción paso a paso del proceso de actualización de datos en la herramienta Power BI. Este archivo se puede encontrar en el apéndice H, y recibe el título de "PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE DATOS POWER BI.docx"
- Un vídeo explicativo en formato MP4 del proceso de actualización paso a paso, de duración 16:41 minutos. Se denomina "Video explicativo proceso actualización.MP4"y puede encontrarse en el apéndice I.

8. Resultados finales

El resultado final del presente proyecto está alineado con el resultado esperado. Esta etapa corresponde a la Fase 5 o de Aceptación de los interesados de la metodología. Se presenta la herramienta de gestión y visualización de datos elaborada en Microsoft Power BI para el proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Esta herramienta se entrega en formato .pbxi o formato de archivo Power BI para su posterior actualización en Power BI Desktop; se entrega en el Servicio Power BI en línea para que el usuario final pueda acceder a ella desde cualquier punto con conexión a internet, así como desde cualquier plataforma (teléfono inteligente, tableta...) gracias a la integración de Power BI en todos estos dispositivos. El aspecto de esta herramienta es el descrito en la parte de Presentación de la herramienta, y también puede encontrarse en el apéndice J o en el siguiente enlace:

https://app.powerbi.com/links/999V9P1r6w?ctid=a584ad32-dcf6-4150-a4b5-7faff9248aa6&pbi_source=linkShare

Adicionalmente, dentro del proceso de actualización descrito en el punto anterior, se hacen entrega de tres modelos de Curso con tres, cuatro o cinco Indicadores de Desempeño según corresponda; tres modelos de Resultado de Aprendizaje también con tres, cuatro o cinco Indicadores; el archivo "Master FINAL" actualizado hasta la fecha de realización del presente documento; un video explicativo del proceso en formato .mp4 y un archivo en formato Word donde se explican detalladamente los pasos a seguir en el proceso de actualización de datos.

Conclusiones

En el presente proyecto se desarrolló una herramienta de gestión y visualización de datos utilizando Microsoft Power BI para el proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS). A través de este proyecto se lograron varios resultados significativos y se obtuvieron conclusiones relevantes, citadas a continuación:

- La herramienta desarrollada en Microsoft Power BI demostró ser eficiente en la gestión y visualización de datos. La integración de diversas fuentes de datos, como registros de estudiantes, detalles del plan de estudios, información del cuerpo docente y resultados de evaluación; permitió una gestión centralizada y estructurada de la información. Esto elimina la duplicación de esfuerzos, mejora la precisión de los informes y facilita el acceso rápido y fácil a los datos necesarios para la acreditación.
- La capacidad de visualización de datos de Microsoft Power BI resulta valiosa para la presentación de la información del proceso de acreditación. Las herramientas de visualización como los paneles interactivos, los gráficos, los filtros dinámicos o los formatos condicionales incorporados permiten una representación clara y comprensible de los resultados. Esto facilita además la identificación de fortalezas y debilidades del programa de Ingeniería Industrial y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas y la mejora continua.
- La herramienta de gestión y visualización de datos promueve la colaboración entre los diferentes actores involucrados en el proceso de acreditación. Los profesores, administradores y organismos de acreditación pueden ahora acceder y analizar los datos de

manera conjunta, lo que facilita la comunicación y colaboración efectiva. Esto contribuye a un enfoque más integrado y colectivo para abordar las necesidades y metas del programa de Ingeniería Industrial.

- La automatización de tareas manuales y la mejora en la calidad y disponibilidad de los datos permiten una preparación más eficiente y precisa para el proceso de evaluación. Además, las visualizaciones intuitivas facilitan la presentación de resultados y proporcionan una comprensión más profunda y concisa del estado del programa.

En resumen, la herramienta de gestión y visualización de datos elaborada en Microsoft Power BI ha demostrado ser una solución efectiva y eficiente. Este proyecto contribuye a la mejora continua del proceso de acreditación de la Ingeniería Industrial.

Recomendaciones

A lo largo del desarrollo del presente proyecto se detectaron ciertos aspectos en el proceso de acreditación internacional ABET del programa de Ingeniería Industrial que se considera tienen margen de mejora.

- El principal problema a la hora de desarrollar la herramienta fue la inconsistencia de la base de datos, en este caso de las diferentes rúbricas. Para ello, se sugiere establecer un formato preciso y explicarle a cada profesor cómo debe rellenarlo, realizando reuniones o capacitaciones si es necesario. Así la herramienta final no contará con información en blanco y el proceso de actualización de datos se simplificará exponencialmente.
- Alineado con el punto anterior, se propone que a modo de continuación a la herramienta entregada se elabore un proyecto que automatice la recogida de datos desde la primera fuente, es decir, desde el profesor encargado. Una forma de realizarlo es sincronizando el archivo "Master FINAL" con Microsoft Forms, una herramienta de la familia de Microsoft que permite elaborar cuestionarios en línea. De esta forma se eliminan los datos en blanco y se automatiza aún más el proceso, ya que sería posible eliminar la actualización de datos en Excel y conectar el flujo de información desde Microsoft Forms hasta Microsoft Power BI.
- Finalmente se recomienda elaborar una página web con la herramienta en línea o una integración con una página web institucional, ya que a pesar de poder visualizarse desde el servicio de Power BI, para usuarios institucionales o consultores esporádicos se proporciona una mejor experiencia desde la propia página web en la que estén. Este proceso puede realizarse mediante Microsoft SharePoint.

9. Referencias Bibliográficas

- ABET. (2013). *ABET History*.
<https://web.archive.org/web/20150410105109/http://www.abet.org/history/>.
- ABET. (2021a). *About ABET*. <https://www.abet.org/about-abet/>.
- ABET. (2021b). *Accreditación fuera de los EE. UU.* <https://www.abet.org/accreditation/get-accredited/accreditation-outside-the-u-s/>.
- ABET. (2021c). *Licencia, registro y certificación*. <https://www.abet.org/accreditation/what-is-accreditation/licensure-registration-certification/>.
- ABET. (2021d). *Obtener Acreditación*. <https://www.abet.org/accreditation/get-accredited/>.
- ABET. (2021e). *Programas Acreditados*. <https://amspub.abet.org/aps/category-search?countries=CO>.
- ABET. (2021f). *Requisitos de elegibilidad del programa*.
<https://www.abet.org/accreditation/what-is-accreditation/eligibility-requirements/>.
- ABET. (2021g). *Sociedades de Miembros ABET*. <https://www.abet.org/member-societies/>.
- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). (2021a). *Accreditation*.
<https://www.abet.org/accreditation/>.
- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). (2021b). *Accreditation outside the U.S.* <https://www.abet.org/accreditation/get-accredited/accreditation-outside-the-u-s/>.
- Bermúdez Osorio, M. A., & Oviedo Ayala, Y. K. (2020). *Modelo conceptual de requerimiento de información para los procesos críticos de docencia, investigación y extensión de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander*. UIS.

- Camelo García, D. N., & Suárez Suárez, P. C. (2021). *Un algoritmo genético para la detección de comunidades en redes sociales mejorado mediante una técnica de clustering*. UIS.
- Mesa, D. (2023). *Misión y Visión Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), Universidad Industrial de Santander*.
[Http://Industrial.Uis.Edu.Co/Eisi/Eisi.Jsp?IdServicio=S86](http://Industrial.Uis.Edu.Co/Eisi/Eisi.Jsp?IdServicio=S86).
- Microsoft. (2023a). *¿Qué es el servicio Power BI?* [Https://Learn.Microsoft.Com/Es-Es/Power-Bi/Fundamentals/Power-Bi-Service-Overview](https://Learn.Microsoft.Com/Es-Es/Power-Bi/Fundamentals/Power-Bi-Service-Overview).
- Microsoft. (2023b). *¿Qué es Power BI?* [Https://Powerbi.Microsoft.Com/Es-Es/What-Is-Power-Bi/](https://Powerbi.Microsoft.Com/Es-Es/What-Is-Power-Bi/).
- Microsoft. (2023c). *¿Qué es Power BI?* [Https://Learn.Microsoft.Com/Es-Es/Power-Bi/Fundamentals/Power-Bi-Overview](https://Learn.Microsoft.Com/Es-Es/Power-Bi/Fundamentals/Power-Bi-Overview).
- Microsoft. (2023d). *¿Qué es Power BI Desktop?* [Https://Learn.Microsoft.Com/Es-Es/Power-Bi/Fundamentals/Desktop-What-Is-Desktop](https://Learn.Microsoft.Com/Es-Es/Power-Bi/Fundamentals/Desktop-What-Is-Desktop)
- Multilink Ingeniería SAS. (2023). *¿Qué es la Educación STEM?*
[Https://Www.Stemeducol.Com/Que-Es-Stem](https://Www.Stemeducol.Com/Que-Es-Stem).
- Páez Quintero, A. M., & Villamizar Ariza, I. (2022). *INSTRUCCIONES PARA EL PROCESO DE ACREDITACIÓN INTERNACIONAL ABET*.
- Porras Blanco, M. (2017, September). *KPI's ¿Qué son, para qué sirven y por qué y cómo utilizarlos?* [Https://Blog.Es.Logicalis.Com/Analytics/Kpis-Qué-Son-Para-Qué-Sirven-y-Por-Qué-y-Cómo-Utilizarlos](https://Blog.Es.Logicalis.Com/Analytics/Kpis-Qué-Son-Para-Qué-Sirven-y-Por-Qué-y-Cómo-Utilizarlos).
- Sánchez Vargas, E. M. (2021). *Mejoramiento del proceso de gestión de proyectos de desarrollo de software mediante el diseño y desarrollo de una herramienta en versión alfa en la empresa SCITECH S.A.S. que use simulaciones Montecarlo*. UIS.

Tabladillo, M. (2022). *The Team Data Science Process lifecycle*.

<https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/data-science-process/lifecycle>.

Universidad Industrial de Santander. (2018). *Proyecto Institucional (Acuerdo N.º 026 de 2018)*.

<https://uis.edu.co/wp-content/uploads/2022/04/ProyectoInstitucional.Pdf>.

Vega Mohalem, A. J. (2018). *Herramienta para el análisis de big data aplicado a un sistema de recomendación utilizando MapReduce*. UIS.