

Diseño e implementación de un entorno virtual en la plataforma MOODLE de la asignatura
Medición de Hidrocarburos del programa académico de Ingeniería de Petróleos

Karen Geraldine Bonilla González y Johan Sebastián Ibarra Cristancho

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero de Petróleos

Director

M. Sc. Jairo Fernando Cárdenas Quintero

Máster en Gestión de la Industria de los Hidrocarburos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingeniería fisicoquímicas

Escuela de ingeniería de petróleo

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A Dios por todas las bendiciones recibidas, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres, Dalmiro Bonilla Alba y Luz Dary González Beltrán por ser los pilares fundamentales en mi vida, por confiar y creer en mi, por estar siempre para mi emocional y económicamente. Con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a su arduo sacrificio por lograr mis sueños.

A mi hermano, Heinz Richard Bonilla González por ser mi apoyo incondicional y estar presente en cada paso que llevó este proceso, por acompañarme en los primeros semestres académicos, sin él todo esto no hubiera sido posible.

Karen Geraldine Bonilla González

Dedicatoria

A Dios y la Virgen María por darme el don de la sabiduría en cada decisión o acto realizado, porque cuidaron cada uno de mis pasos, acciones y me reconfortaron espiritualmente cuando más necesitaba.

A mis padres, Alexander Ibarra y Johana Cristancho por ser un ejemplo de vida para sus hijos, por el apoyo incondicional en especial en mi vida universitaria, por sus consejos, palabras de aliento, hechos motivacionales y actos que me ayudan siempre a sobrepasar con éxito cada uno de los retos que la vida trae consigo.

A mi hermano Santiago Ibarra, porque siempre será el motor para trabajar día a día por mis sueños, por esa gran lección que me dio en su etapa más crítica de vida, a aprender a valorar cada uno de los momentos como si fuera el ultimo, que con sus locuras y ocurrencias llenan de felicidad la vida de nuestra familia.

A mis abuelos por el apoyo incondicional que me brindan cada día, por darme consejos y sabias palabras cuando era el momento indicado, porque en sus oraciones me tienen presente y siempre quieren un mejor futuro para cada uno de nuestra familia.

A todos los compañeros que en el transcurso de la vida universitaria fueron partícipes de muchas historias, anécdotas, risas, sufrimientos y alegrías. Gracias a las personas que me brindaron su apoyo y hoy ya no se encuentran, Dios siempre llene sus vidas de éxito.

Johan Sebastián Ibarra Cristancho

Agradecimientos

A mis padres por ser el pilar de mis principios y valores, por siempre estar ahí para mí, corrigiéndome y motivándome cuando fue necesario.

A mi hermano Heinz, quien toda la vida me ha brindado su apoyo incondicional, me ha dado consejos muy valiosos para mi vida y ha hecho posible cumplir mis metas.

A mi compañero de tesis, Sebastián Ibarra, compañero de universidad quien tomó un papel esencial en este proceso y ha sido participe en el deseo de salir adelante en esta carrera universitaria.

A mi compañero sentimental, Sebastián Rincón, quien incondicionalmente siempre me apoyó y me brindó su ayuda en este proceso como profesional, con quien he compartido momentos maravillosos, y siempre ha logrado motivarme a ser mejor.

A mi mejor amiga Luisa y a la mejor roomie Lorena, por ser las amigas más incondicionales que con su amistad sincera me brindaron el mejor apoyo y compañía que necesité.

Al ingeniero Jairo Fernando Cárdenas Quintero quien nos ha guiado, apoyado y direccionado en el desarrollo de este proyecto de grado.

Quedan nombres sin mencionar, pero agradezco a esa persona que me apoyó de una forma incondicional sin importar las circunstancias, que jugó un papel muy importante durante todo mi proceso como profesional, siempre lo recordaré.

Karen Geraldine Bonilla González

Agradecimientos

El Ingeniero Jairo Fernando Cárdenas Quintero, por su conocimiento, colaboración y tiempo brindado para la culminación de este proyecto de grado.

A mi compañera de tesis Karen Bonilla, por el empeño y esmero que siempre tuvo en la realización de este proyecto, por estar pendiente de cada detalle y por todo el apoyo brindado.

A la Universidad Industrial de Santander por el conocimiento brindando y que hoy me hace reconocedor con este título profesional.

A todos los profesores, por compartir sus experiencias y conocimientos que han adquirido a lo largo de la vida laboral.

A las personas que siempre estuvieron para que este proyecto se culminara de la mejor forma.

Johan Sebastián Ibarra Cristancho

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	18
1 Objetivos	21
1.1 Objetivo General.....	21
1.2 Objetivos Específicos	21
2 Proceso de enseñanza aprendizaje	22
2.1 Aprendizaje presencial.....	23
2.2 E-learning.....	23
2.3 B-learning	23
2.4 M-learning	23
2.5 Rol del computador en el proceso enseñanza-aprendizaje	24
2.6 Material Educativo Computarizado	24
2.6.1 Tipos de MEC	25
2.7 Tecnologías de la información y la comunicación - TIC.....	25
3 Plataforma Moodle	27
3.1 Características de Moodle.....	27
3.2 Ventajas que ofrece Moodle	29
3.2.1 Ventajas para el profesor:	29
3.2.2 Ventajas para el estudiante:	29
4 Contenido De La Asignatura Medición de los Hidrocarburos.....	30
4.1 Medición estática y laboratorio.....	30

4.1.1	Tanques de almacenamiento	30
4.1.2	Medición de nivel	33
4.1.3	Medición de agua libre.....	34
4.1.4	Medición de temperatura	34
4.1.5	Muestreo	35
4.1.6	Análisis de laboratorio	37
4.1.7	Liquidación de tanques	38
4.2	Medición dinámica e instrumentación	40
4.2.1	Medición dinámica de líquido y gas	41
4.2.2	Instrumentación.....	41
4.2.3	Medición de flujo	46
4.2.4	Selección de medidores.....	49
4.2.5	Probadores.....	50
4.2.6	Unidad Lact.....	53
4.2.7	Medición multifásica	53
4.3	Balance y conciliación	56
4.3.1	Generación de información volumétrica.....	56
4.3.2	Balances de planta.....	57
4.3.3	Conciliaciones.....	61
4.4	Gerencia metrológica y auditoría de medición bajo los principios de la norma ISO 10012 .	63
4.4.1	Calibración, verificación y mantenimiento de equipos.....	63
4.4.2	Estadística	69
4.4.3	Auditorías de medición	70

4.4.4	Proceso de auditoría.....	73
4.4.5	Puntos a evaluar en una Auditoría de Medición de Hidrocarburos	76
4.5	Estructura legal y comercial en Colombia para la producción y comercialización del Hidrocarburos.	77
4.5.1	Resolución 41251 de Ministerio de Minas	78
4.5.2	Acuerdos de medición.....	80
4.5.3	Organizaciones que proveen normas de medición.....	82
5	Diseño e implementación en la plataforma Moodle	84
5.1	Aula virtual de aprendizaje - Moodle	85
5.2	Implementación de herramientas de la plataforma Moodle.....	87
5.3	Etiquetas.....	89
5.3.1	Glosario.....	90
5.3.2	Archivos o documentos portátiles.....	93
5.3.3	Cuestionario	94
5.3.4	Foros	97
5.3.5	Evidencia.....	101
5.3.6	Calificaciones.....	102
5.4	Implementación de herramientas externas digitales de aprendizaje u objetos virtuales de aprendizaje (OVA) en Moodle.....	103
5.4.1	Cuenta de correo electrónico exclusivo para la asignatura	104
5.4.2	Genial.ly.....	105
5.4.3	Educaplay.....	110
5.5	Herramientas de gamificación	113

5.5.1	Juegos integrados en Moodle.....	115
5.6	Esquema general de herramientas implementadas en la plataforma Moodle	117
6	Conclusiones	120
7	Recomendaciones.....	122
	Referencias Bibliográficas	123
	Apéndices.....	128

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Clasificación métodos de medición</i>	47
Tabla 2. <i>Tabla para la selección de medidores</i>	49
Tabla 3. <i>Verificación, mantenimiento y calibración para equipos de medición estática</i>	66
Tabla 4. <i>Verificación, mantenimiento y calibración para equipos de medición dinámica</i>	67
Tabla 5. <i>Resumen de la implementación de herramientas en la plataforma Moodle</i>	118

Lista de Figuras

Figura 1. Ventana web principal de la Universidad Industrial de Santander.	85
Figura 2. Página de bienvenida al curso de la asignatura Medición de Hidrocarburos.	86
Figura 3. Cartelera de la unidad en la plataforma Moodle.....	86
Figura 4. Distribución de la temática de la asignatura mediante el uso de pestañas.	88
Figura 5. Vista general de cada subpestaña para la temática medición estática.....	88
Figura 6. Implementación de la herramienta “etiqueta” dentro de Moodle.	90
Figura 7. Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática medición estática.	91
Figura 8. Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática medición dinámica.....	91
Figura 9. Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática balance y conciliación.....	92
Figura 10. Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática gerencia metrológica.	92
Figura 11 . Secuencia de ingreso a un archivo portátil – PDF.	93
Figura 12. Vista general del cuestionario usado en la temática medición estática	95
Figura 13. Vista general del cuestionario usado en la temática medición dinámica	96
Figura 14. Foro social.....	98
Figura 15. Foro técnico.....	99
Figura 16. Foro preguntas y respuestas	100
Figura 17. Evidencia taller de liquidación de tanques	101
Figura 18. Evidencia taller selección de sistema de medición	102

Figura 19. <i>Listado de calificaciones con porcentajes de exámenes y actividades del curso.....</i>	103
Figura 20. <i>Vista general de algunas presentaciones de medición estática en Moodle</i>	106
Figura 21. <i>Vista general de algunas presentaciones de medición dinámica en Moodle</i>	107
Figura 22. <i>Vista general de algunas presentaciones de balance y conciliación en Moodle</i>	109
Figura 23. <i>Vista general de algunas presentaciones de gerencia metrológica en Moodle</i>	109
Figura 24. <i>Vista general de algunas presentaciones de estructura legal en Moodle</i>	110
Figura 25. <i>Secuencia de ingreso a la herramienta Educaplay en Moodle</i>	112
Figura 26. <i>Inicio del video en la herramienta educaplay</i>	112
Figura 27. <i>Pregunta y puntaje alcanzado</i>	113
Figura 28. <i>Vista general de un juego a modo de quiz en Moodle.....</i>	114
Figura 29. <i>Vista de los diferentes juegos implementados en varios temas</i>	116

Lista de Apéndices

APÉNDICE A. Tabla de aforo tanque 80-000-1	128
APÉNDICE B. Taller de liquidación de tanques	129
APÉNDICE C. Taller selección sistema de medición	131
APÉNDICE D. Caso de estudio en mesa redonda.....	134
APÉNDICE E. Contenido de la asignatura medición de hidrocarburos del programa de ingeniería de petróleos	138

Glosario

- BPD: Barriles por día
- Cognitivo: Perteneciente o relativo al conocimiento.
- Didáctica: Propio, adecuado o con buenas condiciones para enseñar o instruir.
- Digitalización: Registrar, convertir o codificar datos en forma digital datos o informaciones de carácter continuo, como una imagen fotográfica, un documento o un libro.
- Educación: Proceso mediante el cual se afecta a una persona, estimulándola para que desarrolle sus capacidades cognitivas y físicas para poder integrarse plenamente en la sociedad que la rodea
- Fiscalización: De conformidad con el artículo 13 de la Ley 1530 de 2012, es el conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo para garantizar el cumplimiento de las normas y de los contratos de exploración y explotación de recursos naturales no renovables, la determinación efectiva de los volúmenes de producción y la aplicación de las mejores prácticas de exploración y producción, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, operativos y ambientales, como base determinante para la adecuada determinación y recaudo de regalías y compensaciones y el funcionamiento del Sistema General de Regalías.
- Gamificación: Técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo profesional.
- Individualización: Ajustes o acomodaciones que el docente realiza para que el alumno consiga los objetivos propuestos.
- Medición Dinámica: Acto mediante el cual se determina la cantidad y calidad de hidrocarburos en movimiento mediante uno o varios instrumentos de medición, cumpliendo con las normas y estándares definidos en la Resolución 41251 de Ministerio de Minas.

- **Medición Estática:** Acto mediante el cual se determina la cantidad y calidad de hidrocarburos líquidos contenidos en tanques de almacenamiento en estado de reposo, siguiendo las normas y estándares definidos en la Resolución 41251 de Ministerio de Minas.
- **Medir:** Comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera.
- **Módulo:** Unidad educativa que forma parte de un programa de enseñanza.
- **Moodle:** Software diseñado para ayudar a los educadores a crear cursos en línea.
- **Resolución:** Acto emitido por un órgano administrativo o jurisdiccional en cuya virtud se decide sobre cuestiones tanto de índole meramente instrumental o procedimental.
- **Sistema de Medición de Hidrocarburos:** Conjunto de equipos e instrumentos que intervienen en la medición del volumen y determinación de la calidad de los hidrocarburos producidos, conforme al método de medición estático o dinámico establecido, que cuenta con verificación y calibración vigente y cumple con los niveles de incertidumbre exigidos.
- **TICs:** Las tecnologías de Información y Comunicación (TICs) son el conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información.
- **Transferencia de custodia:** Es el hecho a través del cual se traslada a otra área o un tercero el deber del cuidado y la conservación del hidrocarburo, derivada de la entrega y recibo entre áreas o la entrega y recibos a terceros ya sea a título de tenencia o a título de propiedad.

Resumen

Título: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO VIRTUAL EN LA PLATAFORMA MOODLE DE LA ASIGNATURA MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS*

Autor: Karen Geraldine Bonilla González**,

Johan Sebastian Ibarra Cristancho**

Palabras Clave: Educación, Moodle, Digitalización, Medición, Hidrocarburos, TIC.

Descripción: Este proyecto busca implementar metodologías de enseñanza-aprendizaje diferentes a las tradicionales, ya que es fundamental para el avance y digitalización del sistema educativo, para ello, es de gran beneficio recurrir a herramientas virtuales con la finalidad de ofrecer a los estudiantes, en este caso de la asignatura Medición de Hidrocarburos, una plataforma donde se integren distintos mecanismos de estudio que puedan desarrollar las competencias cognitivas establecidas en la asignatura.

Se ha visto en distintas ocasiones que es necesario que el ingeniero de petróleo egresado de la Universidad Industrial de Santander cuente con estas competencias para desempeñar una labor ejemplar, demostrando su capacidad de análisis correspondiente para la determinación de la cantidad y calidad de hidrocarburos, garantizando el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales de medición, y con esto, ser representante de la calidad de educación ofrecida por esta institución.

Para fortalecer las competencias profesionales y acompañar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, se realiza un diseño e implementación de una plataforma virtual que sea didáctica, ágil y llamativa, aprovechando el espacio y las diferentes herramientas digitales que se encuentran dentro de la plataforma Moodle y algunas otras que permiten ser incluidas dentro de esta misma plataforma.

El presente documento es un proyecto que abarca cuatro secciones principales, las cuales son: la información referente a las tecnologías de información y comunicación (TIC), la información referente al aula virtual de aprendizaje Moodle, las unidades temáticas que se encuentran en el plan de estudios de la asignatura Medición de Hidrocarburos, y por último la implementación de las herramientas virtuales y de digitalización de la información en el proceso pedagógico de la asignatura.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: M. Sc. Jairo Fernando Cárdenas Quintero. Ingeniero Químico, Máster en Gestión de la Industria de los Hidrocarburos.

Abstract

Title: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A VIRTUAL ENVIRONMENT IN THE MOODLE PLATFORM OF THE HYDROCARBON MEASUREMENT SUBJECT OF THE ACADEMIC PROGRAM OF OIL ENGINEERING.*

Author: Karen Geraldine Bonilla González**,

Johan Sebastian Ibarra Cristancho**

Key Words: Education, Moodle, Digitalization, Measurement, Hydrocarbons, ICT.

Description: This project seeks to implement teaching-learning methodologies different from traditional ones, since it is fundamental for the advancement and digitalization of the educational system, for this, it is of great benefit to use virtual tools in order to offer students, in this case the subject Measurement of Hydrocarbons, a platform where different study mechanisms are integrated that can develop the cognitive competences established in the subject.

It has been seen on several occasions that it is necessary for the oil engineer graduated from the Universidad Industrial de Santander to have these skills to carry out exemplary work, demonstrating its corresponding analytical capacity for the determination of the quantity and quality of hydrocarbons, ensuring compliance with national and international measurement standards, and with this, to represent the quality of education offered by this institution.

To strengthen professional competencies and accompany the learning processes of students, a virtual platform is designed and implemented that is didactic, Agile and eye-catching, taking advantage of the space and the different digital tools within the Moodle platform and some others that allow them to be included within this same platform.

This document is a project that covers four main sections, which are: Information relating to information and communication technologies (ICT), information relating to the virtual learning classroom Moodle, the thematic units that are in the curriculum of the subject Measurement of Hydrocarbons, and finally the implementation of virtual tools and digitalization of information in the pedagogical process of the subject.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Chemical Engineering. School of Petroleum Engineering Director: M. Sc. Jairo Fernando Cárdenas Quintero. Ingeniero Químico, Máster en Gestión de la Industria de los Hidrocarburos

Introducción

La enseñanza hoy en día es un reto a la hora de encontrar nuevas dinámicas y formas de transmitir conocimiento a los demás, sobre todo en tiempos donde la información es rápida gracias a su fácil acceso y a que las mecánicas de socialización han cambiado. La educación virtual es uno de los nuevos métodos de enseñanza en la actualidad y utiliza el avance de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para educar de forma remota, eliminando las barreras de la distancia. Este proyecto está enfocado en brindar un conocimiento dinámico y diferente al estudiantado, brindándole la posibilidad de encontrar en la herramienta virtual MOODLE, información requerida para reforzar el conocimiento compartido por el docente durante su clase sin la necesidad de descargar un programa, facilitando su acceso desde diferentes dispositivos electrónicos que permitan el acceso a una red de internet. Esta temática presentada en el aula virtual de aprendizaje (Moodle), brinda al educando el material suficiente para adquirir independencia, responsabilidad e interés hacia la asignatura, desarrollando un pensamiento crítico, autónomo y creativo que despierta su motivación.

La educación durante mucho tiempo se mantuvo bajo una misma metodología que por décadas rigió el proceso que debía seguirse rigurosamente para educar un grupo de personas, a medida que los avances tecnológicos fueron surgiendo, estos métodos educativos empezaron a progresar, implementando nuevas tecnologías y metodologías, dejando atrás esas prácticas tan antiguas como la educación misma; sin embargo, este proceso de mejora y de digitalización cayó bajo una inminente aceleración, viéndose influenciado y presionado por una emergencia sanitaria de nivel mundial que ha puesto grandes barreras en aspectos como la aglomeración de personas en lugares públicos y/o cerrados, llevando a la educación a recurrir a alternativas digitales con clases en presencialidad remota, y aunque algunas veces puede generar mayores

dificultades para el acceso a la educación de calidad, cuando se implementan proyectos para resarcir esas falencias, se permite no solo mantener el sistema educativo vigente, sino también dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje que viven los personajes involucrados (Hamodi , 2014).

En este proyecto se realiza un diseño e implementación en la herramienta Moodle que integra, consolida y complementa la temática vista en clase, el factor cognitivo, junto con la aplicación de la tecnología, que en este caso es la implementación de un aula virtual de aprendizaje con ayuda de recursos como objetos virtuales de aprendizaje (OVA) que apoyan los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Permite al docente tener a sus estudiantes con material disponible para la lectura, estudio y participación de la asignatura mediante plataformas que refuerzan las temáticas vistas en clase.

El presente documento contiene cuatro secciones principales en las cuales se describe la labor realizada. El primer capítulo contiene una serie de conceptos básicos sobre la interacción entre la educación y las tecnologías de la información y comunicación (TIC) con el fin de contextualizar al lector sobre el ambiente en el cual fue llevado a cabo el trabajo (Cabero , 2010). El segundo capítulo trata sobre el concepto de la plataforma Moodle, sus características principales ventajas derivadas de su utilización. En el tercer capítulo, se brinda un resumen del contenido temático de la asignatura Medición de Hidrocarburos. Finalmente, el cuarto capítulo, detalla el proceso que se llevó para realizar el montaje a la plataforma virtual de aprendizaje mencionada, además de la implementación de herramientas de digitalización en la educación para reforzar este proceso, llamadas objetos virtuales de aprendizaje.

El uso de este tipo de herramientas es considerado muy útil debido a que fomenta el interés y la interacción en la relación estudiante-docente al tener un ambiente permanente de interacción que aporta al desarrollo de las competencias del curso.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un entorno virtual en la plataforma Moodle de la asignatura medición de hidrocarburos del programa académico de ingeniería de petróleos.

1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar y estructurar dentro de un ambiente virtual la información disponible en diferentes fuentes bibliográficas basados en el programa actualizado de la asignatura medición de hidrocarburos.
- Diseñar e implementar guías, talleres, exámenes, quices acompañados de material didáctico como videos prácticos, imágenes, glosarios, foros para fortalecer el conocimiento adquirido.
- Incorporar la información previamente estructurada en la herramienta de multimedia moodle de manera clara y didáctica buscando que el estudiante encuentre de forma sencilla y ágil el contenido para su proceso de aprendizaje.
- Crear un espacio que refuerce la comunicación entre el docente y el estudiante en un entorno virtual con el fin de estimular la discusión, solución de dudas y sugerencias en beneficio del desarrollo de la asignatura.

2 Proceso de enseñanza aprendizaje

En el desarrollo del modelo de comunicación de la información se ven involucrados dos o más integrantes, donde el intercambio del conocimiento lo conforma por lo menos un integrante que es conocido como emisor, en el caso base a estudiar es el docente, quien posee el conocimiento y es quien transmite su conocimiento de una forma acertada, clara y sencilla. Y en la otra parte se encuentran los estudiantes quienes son los encargados de adquirir e interpretar el conocimiento transmitido. Actualmente el proceso de enseñanza aprendizaje cambia en torno del método convencional o tradicional a un entorno participativo y recíproco donde los integrantes interactúan entre sí, lo que implica el proceso de retroalimentar y afianzar el conocimiento.

Como se sabe en el caso de la educación convencional, tiene una tendencia a ser mandatorio e inflexible al tiempo de enseñar, donde el docente impone su conocimiento mientras que el estudiante solo retiene lo enseñado y plasmado en el tablero de clase. Por estos acontecimientos es normal la pérdida de interacción o desmotivación por parte de los estudiantes y la poca aceptación que tiene este método de enseñanza. Los nuevos métodos de educación deben basarse en promover el trabajo participativo, diversos conocimientos propuestos que se tienen en cuenta entre los estudiantes y los docentes (Davini, 2008).

Un mecanismo adicional es la mediación didáctica o pedagógica, la cual se enfoca en diferentes herramientas que se encargan de la interpretación de diferentes saberes tales como tecnológicos, culturales, sociales, científicos entre otros, permitiendo que estos puedan asimilarse de la mejor forma posible. Diferentes tipos de mediciones pedagógicas se encuentra, entre las cuales se pueden observar:

2.1 Aprendizaje presencial

Este método involucra la presencia física de un docente y los estudiantes, en un mismo lugar y tiempo, y parte de que todos los estudiantes tienen las mismas condiciones, por esto se utiliza exactamente una misma metodología para llegar a un conocimiento

2.2 E-learning

Se conoce como electronic learning o aprendizaje electrónico, donde el método a utilizar es un dispositivo electrónico, en el cual podrán encontrar material educativo con el propósito de adquirir nuevo aprendizaje. Su mayor aporte es la facilidad que hay en la actualidad en cuanto a la disposición de la tecnología, cuya principal ventaja es omitir las barreras físicas (salón de clase) y el tiempo empleado para el proceso de formación (Zatarain , 2011).

2.3 B-learning

Se conoce como blended learning el cual tiene como significado aprendizaje mixto, la cual involucra el proceso de aprendizaje presencial y el E-learning, lo que quiere decir que se dan clases presenciales y se apoya a su vez por un material digital, dando ventajas adicionales sin llegar a afectar el equilibrio que involucra cada tipo de enseñanza.

2.4 M-learning

Se conoce como mobile learning o aprendizaje móvil, el cual puede ser brindado por cualquier dispositivo pequeño (celular o Tablet) que tenga conexión inmediata a red de internet, dando así ventajas como acceso en cualquier lugar y momento, estimulación de la creatividad en los estudiantes y a su vez promover el aprendizaje mediante cursos online.

2.5 Rol del computador en el proceso enseñanza-aprendizaje

Recientemente, en los distintos escenarios educativos a nivel mundial, se discute que los estudiantes han perdido el interés y el deseo de aprender, que es un buen momento de promover la implementación de nuevas estructuras de aprendizaje. Por esta razón se plantea la cuestión: ¿Cuál debería ser el papel que cumpla la tecnología en el proceso de aprendizaje?

Las expectativas que genera el computador personal como medio de enseñanza-aprendizaje están fundamentadas ya sea en las características técnicas que tiene la máquina como en los desarrollos de la tecnología educativa en los que se basa el diseño de entornos de aprendizaje. Una característica fundamental en el uso de los computadores es la interactividad que permite crear con el usuario, a esto se suma la mezcla de diversos atributos (texto, imagen, color, animación, sonido, video). Un uso adecuado del medio computacional en la educación depende en gran medida de cómo esté presentado y organizado el material al estudiante (Galvis, 1988).

2.6 Material Educativo Computarizado

En el ámbito educativo se suele denominar software educativo a aquel tipo de programas que ayudan a cumplir funciones educativas. Dentro de esta categoría pertenecen tanto los que apoyan la administración de procesos educacionales como los que dan soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje; de este último grupo hacen parte los Materiales Educativos Computacionales (MEC), los cuales se entienden como aplicaciones que coadyuvan directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los MEC intentan complementar lo que con otros medios y materiales de enseñanza no sería posible lograr (Galvis, 1988).

Por lo tanto, es necesario reconocer las metodologías de desarrollo de estos tipos de software existentes para poder seleccionar o adaptar la más adecuada.

2.6.1 Tipos de MEC

Se pueden clasificar los MECs según los tipos de experiencias educativas que posibilitan. Dice (Cruickshank, 1984) que los medios y materiales educativos pueden propiciar tres tipos predominantes de experiencia: concreta, vicaria (representativa) y abstracta. La de carácter concreto incluye asuntos como una pasantía, práctica, microenseñanza, simulación, juegos educativos, sistemas expertos; las experiencias de carácter vicario incluyen la observación de películas o de demostraciones; las experiencias de carácter abstracto incluyen un amplio rango de alternativas como “conferencias, lecturas, casos, discusiones, ejercitadores, tutoriales” (Panqueva, 1993, p.3).

2.7 Tecnologías de la información y la comunicación - TIC

Las tecnologías de la información y la comunicación son consideradas como el conjunto de herramientas, tecnologías y recursos, los cuales permiten la producción, administración, tratamiento, almacenamiento, registro, visualización y escucha de cualquier tipo de información tales como: vídeo, imágenes, audios y demás datos emitidos por medio de señales ya sean ópticas, acústicas o electromagnéticas. Las TIC son una innovación educativa que permite tanto a los docentes como a los alumnos hacer cambios en el día que conlleva un aula de clase (Salinas, 2004).

Las TIC son las encargadas de brindar el desarrollo y estudio de la información mediante la utilización de herramientas informáticas. El docente que utiliza las TIC como forma de enseñanza, espera combinar componentes teóricos, de diseño y prácticos de una forma interactiva para que pueda ser de mayor comprensión a cada alumno que pueda acceder a esta información.

Cuando se habla de las tecnologías que manejan la información y la comunicación (TIC), se toma un tema bastante amplio en el cual conviven ciertos términos o factores, como por ejemplo los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) y los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA).

Las TIC se suelen dividir en cuatro campos, siguiendo con las necesidades de los usuarios finales.

- **Colaboración:** Las TIC logran eliminar las fronteras y el ámbito individual lo que conlleva a que toda la información esté siempre a disponibilidad de las personas, esto permite que la transferencia de información sea más viable y amplia.
- **Comunicación:** Es la parte esencial de la educación ya que es de vital importancia que exista una buena conexión entre emisor y receptor, que en este ámbito sería profesor y estudiante, para dar una correcta transmisión del mensaje.
- **Análisis:** Con el transcurso del tiempo los estudiantes cada día realizan preguntas sobre algún tema o materia buscando explicación lógica y por consiguiente analizando la situación. Esta capacidad de investigación y autorreflexión debe ser tomada en cuenta por los maestros al momento de implementar las TIC.
- **Creatividad:** No está sujeta a solamente a la imaginación del docente, se pasan las fronteras al momento de idealizar situaciones las cuales pueden ser socializadas y de esta manera resolver dudas de manera interpersonal (Hernández, Acevedo, & Martínez, 2014).

3 Plataforma Moodle

Moodle es una aplicación que “pertenece al grupo de los Gestores de Contenidos Educativos (LMS, Learning Management Systems), también conocidos como Entornos de Aprendizaje Virtuales (VLE, Virtual Learning Managements)” (Gómez, Díaz, & Gómez, 2020. p. 26).

Hay que recalcar que Moodle al ser una herramienta de software que permite la creación de espacios virtuales en internet, donde las instituciones educativas, corporativas o empresariales utilizan este espacio para organizar y gestionar diferentes recursos para los empleados y/o estudiantes, permite la comunicación efectiva entre todas las partes involucradas.

En pocas palabras Moodle es una herramienta de software para la creación de cursos y sitios web basados en internet, o sea, son espacios de contenido enfocado en centro educativo, institución o empresa, gestiona recursos educativos proporcionados por unos docentes y organiza el acceso a esos recursos por los estudiantes y además permite la comunicación entre todos los implicados (alumnos y profesores) (¿Qué es el Moodle? ¿Para qué?, 2020, p. 2)

Gran parte de la importancia del Moodle radica en que al ser una aplicación web, el usuario solo requiere un dispositivo electrónico con acceso a internet a través de un navegador. También es necesario conocer la dirección web (URL) donde la institución disponga del Moodle diseñado y que posea una cuenta de usuario registrado en el sistema.

3.1 Características de Moodle

Moodle es un sistema para el manejo del aprendizaje en línea gratuito, que les permite a los educadores la creación de sus propios sitios web privados, llenos de cursos dinámicos que extienden el aprendizaje, en cualquier momento, en cualquier sitio (MoodleDocs, 2020. p. 1). Moodle se puede caracterizar en tres niveles de importancia.

- **A nivel general:** Moodle permite la interoperabilidad debido a que el sistema se distribuye bajo la Licencia Pública General (GNU), propicia para el cambio de información, además de permitir al usuario modificar su configuración de acuerdo con sus necesidades institucionales o de empresa y en el transcurso del tiempo convirtiéndose en una excelente opción económica por estos beneficios, por el no pago de licencias, y por ser un sistema seguro tanto en el aprendizaje como en la evaluación.

- **A nivel pedagógico:** la plataforma Moodle promueve una pedagogía constructivista social (colaboración, actividades, reflexión crítica, etc.), “es factible usarlo con otros modelos pedagógicos permite realizar un seguimiento sobre el alumno o estudiante” (¿Qué es el Moodle? ¿Para qué?, 2020, p.2).

- **A nivel funcional:** Moodle es fácil de usar, permite que el almacenamiento de diversos tipos de información, además de contar con la opción para realizar actividades como cargar archivos planos, realizar didácticas para afianzar el aprendizaje, envío de tareas, obtención de calificaciones por parte del docente, el cual puede programar fechas de entrega para llevar un control de las mismas, además que los alumnos tienen acceso a estos datos para conocer el estado de sus calificaciones, e incluso foros donde se pueden debatir temas con los demás integrantes del curso.

Este sistema además permite la implementación de otras aulas virtuales mediante chats o salas de conversación incorporadas, se pueden realizar sesiones o clases virtuales en las cuales el profesor puede plantear y resolver interrogantes mientras que los alumnos aprovechan la dinámica para interactuar tanto con el docente como con otros alumnos (¿Qué es el Moodle? ¿Para qué?, 2020).

3.2 Ventajas que ofrece Moodle

Es un recurso muy valioso que ofrece un sin número de ventajas tanto para el docente como para el estudiante, entre las cuales se pueden resaltar las siguientes.

3.2.1 Ventajas para el profesor:

- Control sobre los contenidos del curso
- Seguimiento a todo el trabajo realizado por los estudiantes
- Facilidades de comunicación con los estudiantes
- Dinámica en la creación de cursos
- Reutilización de los recursos y actividades de los cursos
- Facilidad de realimentación del trabajo de los estudiantes (Universidad Industrial de

Santander, 2020)

3.2.2 Ventajas para el estudiante:

- Contenidos variados
- Disponibilidad permanente de contenidos
- Realimentación en línea de las actividades realizadas
- Facilidad de consulta sobre la temática y el desarrollo del curso
- Comunicación permanente con el profesor y los compañeros
- Acceso a recursos que facilitan el trabajo independiente (Universidad Industrial de

Santander, 2020).

4 Contenido De La Asignatura Medición de los Hidrocarburos

Durante el transcurso de este capítulo del proyecto se puede evidenciar de manera general la temática abarcada en la asignatura Medición de los Hidrocarburos. Estos fueron seleccionados minuciosamente para poder alcanzar las competencias esperadas mediante la implementación de cinco unidades en las que está dividida la asignatura (véase apéndice E).

4.1 Medición estática y laboratorio

La actividad de la medición estática comprende la determinación oficial de la cantidad y calidad del crudo o producto contenido en un tanque de almacenamiento. Este proceso se realiza, a través de la aplicación de los procedimientos de medición de nivel de tanques, temperatura y el método utilizado para la obtención de muestras representativas del crudo o productos contenido en los tanques. Dicha actividad deberá realizarse cada vez que sea necesario conocer la cantidad y especificaciones de calidad del crudo o producto contenido en un tanque de almacenamiento, previo a su entrega a oleoductos y tanqueros.

4.1.1 Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento de hidrocarburos son recipientes hechos en acero generalmente los cuales pueden ser cilíndricos verticales, cilíndricos horizontales, geodésicos o esféricos, estos almacenan hidrocarburos líquidos o gaseosos con unas condiciones de temperatura y presión acordes al rango de operación y proceso. Sirven para proteger el producto de las contaminaciones y disminuyen las pérdidas (Ecopetrol, 2007).

4.1.1.1 Tipos de tanques

4.1.1.1.1 Cilíndrico vertical con techo cónico: Por la forma de “construcción, el techo es fijo y tiene forma cónica (Crudos o derivados, baja presión de vapor)” (Ecopetrol, 2007, p. 6).

4.1.1.1.2 Cilíndrico con fondo y tapa cóncavos: Estos cilindros permiten contener productos con una presión de vapor relativamente alta, es decir, hacen que se emitan vapores a temperatura ambiente.

4.1.1.1.3 Cilíndrico con techo flotante: En la superficie del techo, se visualiza como flota sobre el área del producto, eliminando así el espacio para la formación de gases. (Gasolina, crudos livianos, medianos y pesados. Baja presión de vapor).

4.1.1.1.4 Cilíndrico con membrana flotante: “Con el objeto de minimizar las pérdidas por evaporación, se coloca una membrana en la parte interior del tanque, de tal forma que flote sobre el producto almacenado” (Ecopetrol, 2007, p.15). De tal forma, que se disminuye la pérdida de vapores dentro del contenedor.

4.1.1.1.5 Esférico: “Se utilizan para productos que tienen una presión de vapor bastante alta entre 25 a 100 PSI. Son utilizados para el almacenamiento de GLP” (Ecopetrol, 2007, p.25). Siendo reguladores de medición de vapor.

4.1.1.1.6 Cilíndrico vertical con techo geodésico: La consistencia de este cilindro se basa en la parte superior en la cual se observa una forma ovalada, cuenta con una membrana que se posiona sobre el fluido y se mueve con él, disminuyendo las pérdidas por evaporación (Ecopetrol, 2007).

4.1.1.2 Partes más importantes del tanque

4.1.1.2.1 Instrumentos de medición de nivel: Los instrumentos son utilizados con diversos sistemas de medición, los cuales cada uno tiene distintos niveles desde el menos

complejo (flotador y cadena), hasta los más complejos equipos automatizados tipo radar.

4.1.1.2.2 Boquillas: Son conexiones de entrada y salida de las tuberías que se conectan al casco para instalar los respiraderos en el techo.

4.1.1.2.3 Bocas de inspección: Facilita el ingreso y salida de personal que realiza inspecciones y actividades de mantenimiento.

4.1.1.2.4 Rompe vórtice: Pieza que evita la entrada de vapores a la línea de succión cuando los niveles de líquido son bajos y se forman turbulencias.

4.1.1.2.5 Escaleras: Consisten en ayudar a una mejor movilidad para subir al techo y efectuar mediciones, inspecciones, mantenimiento, otros.

4.1.1.2.6 Líneas: Los tanques poseen líneas de: entrada, salida, recirculación, drenajes, juntas de expansión, líneas de contra expansión y en ciertos temas de vapor.

4.1.1.2.7 Termopozos: Permite realizar operaciones visuales de la temperatura del crudo o producto mediante el uso de termopares o termómetros.

4.1.1.2.8 Tubo de medición: Es un “tubo que va instalado desde el fondo del tanque hasta la plataforma de aforo por donde se introduce la cinta para efectuar las mediciones oficiales” (Ecopetrol, 2007, p.41).

4.1.1.2.9 Plataforma de aforo: Consiste en una estructura que es instalada en la parte superior del tanque, con el propósito de efectuar los aforos oficiales en forma segura.

4.1.1.2.10 Escotilla de medición: Es la abertura que está sobre la superficie del tanque para hacer las mediciones y toma de muestras para el aforo. Estas deben permanecer cerradas para evitar la evaporación del crudo o producto.

4.1.2 Medición de nivel

La medición de tanques es la medición de líquidos en grandes tanques de almacenamiento con el fin de cuantificar el volumen y la masa del producto en los tanques. Regularmente se implementan dos tipos de medida, una de ellas es la medida a fondo la cual consiste en medir la distancia existente desde la platina de medición en el fondo del tanque hasta la altura libre del líquido, donde se producirá la marca o corte sobre la cinta de medición obteniéndose así la altura del líquido en forma directa, y la otra es la medida a vacío la cual consiste en medir la distancia vertical existente desde la superficie del líquido hasta la marca de referencia. La deducción de esta medida de la altura de referencia dará la altura del líquido en el tanque, por lo que la medida del volumen se tiene en forma indirecta.

4.1.2.1 Equipos y materiales para el proceso de medición de nivel

4.1.2.1.1 Cinta de medición: Son cintas metálicas con graduaciones y números en una de sus caras o ambas para facilitar su lectura en unidades sistema internacional o inglés. Usualmente se utilizan dos tipos de cintas:

- **Cinta para medición a fondo:** Esta cinta mantiene el “Cero” en la parte final de la escala de la plomada; haciendo posible que la escala este inmersa con la cinta y tenga su inicio en forma ascendente desde el cero de referencia de la plomada, lo cual deja como resultado que la plomada tenga forma cilíndrica terminada en un cono y debe tener su polo a tierra.

- **Cinta para medición al vacío:** Esta contiene el “Cero” de la escala en el gancho de unión entre la cinta y la plomada. Haciendo con esto que la escala y la cinta se inicien de forma ascendente desde el cero de referencia y para la plomada en forma descendente desde el mismo punto, dejando como resultado que la plomada debe tener forma rectangular y también debe tener su polo a tierra.

4.1.2.1.2 Plomada de medición: Las plomadas son dispositivos de medición, de forma cilíndrica, cuadrada o rectangular.

4.1.2.1.3 Pasta de medición: Es aquella que tiene la propiedad de ser afectada por el agua y no por el aceite.

4.1.3 Medición de agua libre

El agua libre se mide utilizando el procedimiento de medición a fondo, para lo cual es necesario el uso de pasta de corte de agua, la cual será untada en los lados de la plomada tomando en cuenta que las marcas de esta deben quedar libre. Para la determinación del nivel de agua libre se recomienda usar el método de medición a fondo utilizando pasta indicadora de agua, aplicando una capa delgada de pasta para detección de agua sobre la plomada (o en la cinta si es necesario) en la superficie sin cubrir la graduación de los números de la escala (Proasem Ltda., 2013).

4.1.4 Medición de temperatura

El objetivo de determinar la temperatura de un líquido es corregir los efectos térmicos sobre su volumen. La temperatura de hidrocarburos líquidos se puede determinar bajo condiciones estáticas midiéndola en puntos específicos de los tanques de almacenamiento.

4.1.4.1 Equipos y elementos para la medición de temperatura

4.1.4.1.1 Termómetro electrónico portátil: Los termómetros electrónicos portátiles (PET) son el medio para la medición manual de temperatura en tanques. Deben estar equipados con un cable para conexión a tierra. Se considera que un PET ha alcanzado estabilidad cuando la lectura varía por no más de 0.2 °F en 30 segundos.

4.1.4.2 Proceso de medición:

- Se debe calcular matemáticamente según el nivel de producto que tenga el tanque, el número de temperaturas a medir.
- Conectar el polo a tierra del equipo al punto destinado para ello y bajar la sonda del termómetro al nivel que se requiere hacer la medición.
- Cuando se requiera más de una medición de temperatura, se deben anotar todas las lecturas de temperaturas medidas y calcular el promedio de las tres temperaturas, con una aproximación de 0.1°F. Anotar las medidas observadas en la libreta de campo.
- Cuando haya terminado la toma de temperatura, quitar la conexión a tierra y cerrar la boquilla de medición (Quinto & Cañete , 2014).

4.1.5 Muestreo

La determinación de la calidad de un producto almacenado en un tanque o el que fluye por una tubería, es una de las operaciones más importantes dentro del manejo de hidrocarburos, para efectuarla es necesario recolectar muestras representativas y determinar sus propiedades físicas y químicas, las cuales posteriormente son usadas para calcular cantidades y cumplir con las especificaciones comerciales y contractuales (Universidad Nacional del centro de Perú, 2012).

4.1.5.1 Tipos de muestra

4.1.5.1.1 Muestra: Esta muestra consiste en analizar una parte extraída desde el volumen total de líquido que está almacenado en el tanque, el cual puede contener o no todos los constituyentes en la misma proporción presentes en el volumen total.

4.1.5.1.2 Muestra representativa: Es un fragmento de muestra extraída desde el volumen total del tanque, y este a su vez, contiene los constituyentes en la misma proporción del tanque.

4.1.5.2 Equipos y elementos:

- Botella transparente o ámbar de vidrio capacidad 350 ml. Para muestras de productos líquidos a temperatura ambiente
- Botella transparente o ámbar de vidrio capacidad 1000 ml (1 litro),
- Recipiente metálico con recubrimiento epóxico capacidad 1 galón.
- Pitas para amarre de rótulos.
- Tapones de corcho.
- Tapas y contratapas plásticas.
- Balas o botellas metálicas para el muestreo de gases de alta presión como el GLP
- Bolsas de Tedlar para el muestreo de gases de baja presión.
- Trapo para limpieza de botellas (Comisión Europea fiscalidad y unión aduanera, 2018).

4.1.5.3 Proceso de muestreo:

- Se debe llevar todos los implementos necesarios para realizar la toma de muestra (Inspeccionar la limpieza y el funcionamiento de la toma muestra, el recipiente para guardar la muestra debe estar totalmente limpio).

- Obtener un estimativo del nivel del tanque, utilizando medición automática o la medición manual con cinta y determinar los puntos de muestreo según el nivel de producto en el tanque.
- Alistar el muestreado y la cuerda, baje el tomamuestra hasta el nivel requerido. Si es necesarios tomar las tres (3) muestras, se sugiere que se realice el muestreo en la siguiente secuencia: muestra superior, muestra media, muestra inferior. Esta secuencia evita perturbación en el líquido y garantiza el carácter representativo de la muestra.
- Vaciar el contenido del muestreador, tapar la muestra inmediatamente y repetir esta operación cuando se requiera tomar las tres (3) muestras ya sea en la superficie, mitad y fondo.
- Una vez finalizado el muestreo, asegurar un llenado máximo del 80% de la capacidad del recipiente, colocar la tapa y colocar el rótulo de identificación (Ministerio del Ambiente, 2014) .

4.1.6 Análisis de laboratorio

Los controles de calidad de los productos derivados del petróleo se realizan principalmente en laboratorios en las mismas refinerías y con muestreo en línea o en estanques. Todos estos se encuentran normados de acuerdo con (ASTM) American Society for Testing and Materials (www.astm.org) principalmente.

4.1.6.1 Gravedad API, ASTM D-1298: Este método de prueba sirve para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad API de petróleo crudo, productos derivados del petróleo o mezclas del petróleo y productos que no son del petróleo normalmente manejados como líquidos.

4.1.6.2 Contenido de agua y sedimentos BS&W, ASTM D4007: Este método cubre la determinación de agua, considerando un rango del 0 al 2% en crudo que contienen menos de 500 ppm de azufre como mercaptanos, o sulfuros, o, ambos. Un conocimiento del contenido de agua en los crudos es de suma importancia para el refinado, compra, venta o transferencia de estos (Ecopetrol, 2007).

4.1.6.3 Contenido de sal, ASTM D-3230: Este método cubre la determinación de sal en crudos.

Las unidades de concentración aceptadas son libras de NaCl por 1000 bls de crudo (Ecopetrol, 2007).

4.1.6.4 Viscosidad, ASTM D – 445: Este método de prueba especifica un procedimiento para la determinación de la viscosidad cinemática; haciendo que los productos de petróleo líquidos sean transparentes como opacos, mediante la medición del tiempo en que un volumen de líquido fluye bajo efecto de la gravedad a través de un viscosímetro capilar de vidrio calibrado.

4.1.6.5 Contenido de azufre, ASTM D-4294: Este método cubre la medición del azufre en hidrocarburos tales como crudos, naftas, destilados, combustóleos, residuos, aceites básicos lubricantes y gasolina no plomada. El rango de concentración es desde 0.05 hasta 5 % masa.

4.1.6.6 Contenido de sedimento, ASTM D-473

Este método de ensayo cubre la determinación de sedimento en crudo y fuel OIL por extracción con tolueno.

4.1.7 Liquidación de tanques

Es el procedimiento requerido para determinar la cantidad de producto almacenado en un tanque, en condiciones estándar, a partir de medición manual de nivel de producto, agua, temperatura, toma de muestras para análisis de laboratorio. De la medición sistemática de los tanques se desprenden, en gran parte la información operativa y contable de la empresa.

4.1.7.1 Paso a paso para liquidar un tanque, (API) American Petroleum Institute Cap. 12.

- Calcular el volumen total observado (TOV), este se obtiene de la tabla de aforo del respectivo tanque.
- Calcular el volumen de agua libre (FW), se obtiene de la misma tabla de aforo del respectivo tanque, utilizada en el paso anterior.
- Calcular el GOV, se deduce el volumen de agua libre (FW) del volumen total observado (TOV), se multiplica el resultado por el factor de corrección de temperatura de lámina (CTSh) y luego se aplica el ajuste por techo flotante (FRA), cuando sea aplicable. Se determina por medio de la ecuación (Ecopetrol, 2007):

$$GOV = (TOV - FW) * CTSh \pm FRA$$

**Factor de corrección por la temperatura de la lámina del tanque:*

$$CTSh = 1 + 2 * \alpha * (\Delta T) + \alpha^2 * (\Delta T)^2$$

(ΔT) : Temperatura de lámina del tanque (T_s) – Temperatura base (T_b).

$$T_s = ((7 * T_L) + T_a) / 8$$

Dónde:

α : Coeficiente lineal de expansión térmica del material de la lámina del tanque.

T_L : es la temperatura del líquido, o, tanque ($^{\circ}F$).

T_a : es la temperatura ambiente ($^{\circ}F$).

T_b : temperatura base de cálculo de la tabla de aforo

**Ajuste del techo flotante (FRA), este aplica para tanques de techo flotantes*

- Calcular el volumen bruto estándar (GSV), se obtiene multiplicando el GOV por el factor de corrección por efecto de la temperatura en el líquido (o factor de corrección de volumen):

$$GSV = GOV * CTL$$

*Factor de Corrección por Temperatura en el Líquido:

(CTL ó VCF) se calcula con las tablas: Tabla 6A/6B

- Calcular el volumen neto estándar (NSV), se obtiene multiplicando el GSV por el factor de corrección por Agua y Sedimento:

$$(NSV) = GSV * CS\&W$$

*Factor de Corrección por Agua y Sedimento:

$$(CS\&W) = (1 - \%S\&W / 100)$$

Dónde: %S&W, Se obtiene de los análisis de laboratorio (Ecopetrol, 2007).

4.2 Medición dinámica e instrumentación

La medición dinámica es utilizada para certificar los volúmenes de producto que se recibe o se entrega en custodia, esto quiere decir, que ya sea para ser procesado y/o transportado se usan los medidores instalados en línea. Dichos medidores se clasifican según su principio de operación en dos grupos: Volumétricos y Másicos.

Algunas de las ventajas de la medición dinámica de productos son las siguientes:

- La medición dinámica de los fluidos incrementa la disponibilidad operativa de los tanques de almacenamiento puesto que no es necesario dedicar un tanque de forma exclusiva a la operación de recibo o despacho.
- La medición dinámica permite calcular, indicar y visualizar la rata de flujo (volumétrica o másica) entiendo real y el volumen (indicado, bruto o estándar).
- La medición dinámica permite realizar en tiempo real el control de mezclas de productos en línea o la división precisa de una corriente en múltiples líneas.
- El medidor de flujo puede verificarse en línea utilizando un probador certificado.

- La medición dinámica permite obtener en tiempo real los valores puntuales y promedios ponderados por volumen de las variables de proceso, tales como: flujo, volumen, densidad, temperatura, presión. (Ecopetrol, 2007)

4.2.1 Medición dinámica de líquido y gas

Es un proceso que determina la cantidad de líquido o gas que circula por medio de una tubería de transporte de hidrocarburos. Esta medición se realiza por medio de dispositivos electrónicos, los cuales están instalados sobre tuberías con fluido en movimiento. Las mediciones de presión, temperatura y flujo son llevadas por medio de señales eléctricas a un computador de flujo donde se determina el volumen estándar correspondiente.

4.2.2 Instrumentación

4.2.2.1 Consideraciones para la selección de instrumentos. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Entender el Proceso.
- Seguridad.
- Cumplimiento de todos los códigos, estatutos y requerimientos de planta en sitio.
- Requerimientos del proceso y planta, incluyendo velocidad de respuesta.
- Buenas prácticas de ingeniería, incluyendo costo y duración aceptables.
- Tecnología específica.
- Calidad del Material (resistencia a la corrosión).
- Empaques y Sellos (material y compatibilidad).
- Abrasión (sólidos/filtros).
- Desempeño:
 - Capacidad de ajuste.

- Señal de salida eléctricamente aislada, 4-20mA/Fieldbus.
- Precisión (según proceso)
- Ragueabilidad.
- Cercado: Adecuado para el proceso/ambiente/área clasificada, con indicador (análogo/digital-tamaño, unidades), facilidades de acceso para calibración y mantenimiento.
- Localización del Equipo:
- Códigos eléctricos y estatales,
- Facilidad de acceso, electrónica vs. Temperatura (si afectan precisión, instalar conexión remota)
- Ambientes corrosivos (proceso/ambiente),
- Ruido eléctrico, vibraciones, golpes, fluctuaciones eléctricas.
- Suministro de Servicios:
- Aire: Limpio, seco y libre de aceite para evitar taponamientos y congelamiento (humedad).
 - Eléctrico:

Calidad (Jurisdicción del Sitio).

Integridad (UPS) (Ecopetrol, 2007).

4.2.2.2 Medidor de nivel

4.2.2.2.1 Instrumentos de medida directa. El medidor de sonda consiste en una varilla o regla graduada de la longitud conveniente para introducirla dentro del depósito. Esta brinda la determinación del nivel que se efectúa por la lectura directa de la longitud mojada por el líquido.

Analizando el momento de la lectura, el tanque debe estar abierto a presión atmosférica y este es utilizado, generalmente, en tanque de fuel-oil o gasolinas.

Los instrumentos de flotador consisten en un flotador situado en el seno del líquido y conectado al exterior del tanque indicando directamente el nivel. La conexión puede ser directa, magnética o hidráulica.

“El flotador conectado directamente está unido por un cable que se desliza en un juego de poleas a un índice exterior que señala sobre una escala graduada” (Ecopetrol, 2007, p. 45). Es el modelo más antiguo y el más utilizado en tanques de gran capacidad, tales como los de fuel-oil y gas-oil. Tiene el inconveniente de que sus partes móviles están expuestas al fluido y se pueden romper, y que el tanque no puede estar sometido a presión. Además, el flotador debe mantenerse limpio.

El indicador de nivel magnético se basa en el seguimiento magnético de un flotador que se desliza por un tubo guía y que contiene un potente electroimán (Benitez, 2009). Hay dos modelos básicos:

Flotador tubo guía situados verticalmente en el interior del tanque. Dentro del tubo, una pieza magnética sigue al flotador en su movimiento y mediante un cable y un juego de poleas arrastra el índice de un instrumento situado en la parte superior del tanque. Flotador que desliza a lo largo del tubo guía sellado y acoplado externamente al tanque. El flotador contiene un potente imán y, en la parte externa, hay un tubo de vidrio no poroso herméticamente sellado, dotado de un indicador fluorescente o de pequeñas cintas magnéticas que siguen el campo magnético del flotador (Benitez, 2009).

4.2.2.2.2 Instrumentos basados en la presión hidrostática. El medidor manométrico consiste en un sensor de presión piezoresistivo suspendido de la parte superior del tanque e inmerso en el líquido. El sensor contiene un puente de Wheastone y, bajo la presión del líquido, el sensor se flexa y la tensión que crea es captada por las galgas extensiométricos (sensores cuya resistencia varía con la fuerza aplicada. Estos sensores convierten la fuerza, presión, tensión, peso, etc, en un cambio de la resistencia eléctrica el cual puede ser medido), dando lugar a un desequilibrio del puente y a una señal de salida proporcional a la presión aplicada, es decir, al nivel. El sensor está contenido en una caja protectora con un diafragma flexible y relleno de aceite de silicona lo que le da una gran robustez. Puede estar acoplado a un transmisor electrónico o digital de 4-20 mA c.c. y comunicaciones HART, Fielbus, etc. Su exactitud es de, $\pm 0,25\%$.

El sensor mide la presión debida a la altura de líquido h que existe entre el nivel del tanque y el eje del instrumento. Así, pues, el campo de medida del instrumento corresponderá:

$0 - h \times y \times g$ (pascal) con:

h = altura del líquido en m

y = densidad de líquido en kg/m^3

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

O bien, expresando y en g/cm^3 se obtendría $0 - 0,098 \times h \times y$ (bar).

El medidor de tipo *burbujeo* aprovecha un tubo sumergido en el líquido en el cual se hace burbujear aire a través de un rotámetro con un regulador de caudal incorporado. La presión del aire en la tubería equivale a la presión hidrostática ejercida por la columna de líquido, es decir, al nivel (Benitez, 2009).

El regulador de caudal permite mantener un caudal de aire constante (unos 150 l/h) a través del líquido, independientemente del nivel. La tubería empleada suele ser de 1/2" con el extremo biselado para una fácil formación de las burbujas de aire. Una tubería de menor diámetro tipo capilar reduciría el tiempo de respuesta, pero, en el caso de tanques pequeños y cambios de nivel rápidos, produciría un error en la medida provocado por la pérdida de carga del tubo.

La presión de aire en la tubería, es decir, el nivel, se mide mediante un manómetro de fuelles o un transductor de presión cuyo campo de medida corresponde a la presión máxima ejercida por el líquido ($0,098 \times h \times \gamma$ bar, con h en metros, y en g/cm^3). El manómetro receptor puede colocarse hasta distancias de 200 m.

El medidor de *presión diferencial* consiste en un diafragma en contacto con el líquido que mide la presión hidrostática en un punto del fondo del tanque. El diafragma forma parte de un transmisor neumático, electrónico o digital de presión diferencial. En el tipo más utilizado, el diafragma está fijado en una brida que se monta rasante al tanque para permitir, sin dificultades, la medida de nivel de fluidos, tales como líquidos con sólidos en suspensión, pudiendo incluso ser de montaje saliente para que el diafragma enrase completamente las paredes interiores del tanque, tal como ocurre en el caso de líquidos con viscosidades altas en los que no puede admitirse ningún recodo. Hay que señalar que el nivel cero del líquido se seleccionan en un eje a la altura del diafragma (Creus , 2010).

4.2.2.3 Medidor de Temperatura

4.2.2.3.1 Termocupla: Una termocupla está formada por un par de conductores de diferentes metales o aleaciones (termopar o termoelementos); uno de ellos está al extremo, mientras que la junta de medición está puesta en el lugar donde se ha de medir la temperatura. Estos dos

conductores (termoelementos) salen del área de medición y terminan en el otro extremo juntándose con la referencia. En el sentido de producir entonces una fuerza electromotriz (fem) que es función de la diferencia de temperatura entre las dos juntas.

4.2.2.3.2 RDT (*Resistance Temperature Detector*). Los metales puros provocan un incremento de la resistencia con el aumento de la temperatura. Esto hace que los termocuplas, sean más costosas, más lentas, menos robustas (vibración) y para temperaturas más bajas, pero son más precisas (con 3 ó 4 hilos) y estables a temperaturas moderadas; su señal es más fuerte (menor ruido eléctrico) y son más lineales. Asimismo su principal fuente de error es por autorrecalentamiento; haciendo que se puede utilizar cobre común para conectar el RTD (*Resistance Temperature Detector*) al cuarto de control, sin embargo, la resistencia del alambre conductor de cobre debe ser tenida en cuenta.

4.2.2.4 Medidor de presión

4.2.2.4.1 Tubo Bourdon. Elemento primario de medida de presión más frecuentemente utilizado, versátil y de bajo costo. Se desempeña en función de la elasticidad del material del tubo, el cual tiende a enderezarse cuando se le aplica presión y retorna a su forma original al quitarla, siempre y cuando no se rebase el límite de elasticidad del material.

4.2.2.4.2 Celda capacitiva: La presión de proceso actúa directamente sobre el diafragma cerámico de aislamiento y lo defleca. Esto ocasiona que un cambio de presión sobre el diafragma, genera un cambio en la capacitancia medida entre el diafragma y el sustrato cerámico. El rango de medición es determinado por el espesor del diafragma.

4.2.3 Medición de flujo

En la industria de los hidrocarburos uno de los objetivos principales es cuantificar la cantidad de fluido que pasa por una tubería (crudo o refinados). Para dicho proceso se cuenta con diferentes métodos de medición de flujo (véase Tabla 1).

Tabla 1.

Clasificación métodos de medición

CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN			
VOLUMÉTRICOS	DIRECTOS	Desplazamiento positivo	
	INDIRECTOS	Diferencial de presión	Platina de orificio
			Codo
			Tobera
			Venturi
			Tubo Pitot
		Target	
		Área variable	
		Turbina	
		Vórtice	
		Electromagnético	
		Ultrasónico	Efecto Doopler
			Tiempo de tránsito
		Canal abierto	Vertedero
			Canaleta
MÁSICOS	Efecto Coriolis		
	Térmicos		

4.2.3.1 Medidores de desplazamiento positivo. Estos medidores se mueven de forma giratoria y su desplazamiento es considerado como positivo, además la carcasa es labrada a precisión y contiene un rotor que gira sobre rodamientos de bolas, e incluye álabes distribuidos en forma pareja. Esto hace posible que el líquido fluya a través del medidor, el rotor y los álabes (paletas) giran alrededor de una leva fija, haciendo que estos se desplacen hacia fuera.

4.2.3.2 Medidor tipo turbina helicoidal. En este medido se debe tener en cuenta que el sistema de medición con equipo primario tipo turbina helicoidal requiere una válvula de contrapresión para evitar la sobre velocidad del fluido en el equipo y filtración aguas arriba del sistema. En cuanto a la calibración de esta clase de medidores se debe considerar un equipo multiplicador de pulsos para el proveedor, para que sea efectiva la calibración.

4.2.3.3 Medidores ultrasónicos. El equipo de medición ultrasónica se basa en el tiempo que demora una señal ultrasónica en viajar de un transductor a otro, una distancia conocida. Estos medidores de tiempo de tránsito se usan con un par de traductores que envían y reciben alternadamente señales ultrasónicas codificadas a través del fluido (Ecopetrol, 2007). Asimismo, cuando la señal sonora va en la misma dirección del flujo, hace que el tiempo de tránsito sea menor que cuando va en la dirección opuesta. El medidor tiene la habilidad de medir esta pequeña diferencia de tiempo que es proporcional a la velocidad de flujo, es apto para medir líquidos limpios o con sólidos y burbujas de gas.

4.2.3.4 Medidores de flujo tipo platina de orificio. Los medidores de platina de orificio han sido los equipos a los cuales se les han realizado los más extensos estudios sobre el comportamiento del fluido, partiendo de la medición del fenómeno físico de una caída de presión originada por una platina que representa una restricción al flujo del fluido a medir. En las líneas de diámetros de dos

(2) pulgadas (5 cm) y mayores, el orificio concéntrico es la restricción más común para líquidos, gases y flujos de vapor a baja velocidad. (Ecopetrol, 2007)

4.2.3.5 Medidores máscicos tipo Coriolis. En los contadores Coriolis, la rotación se crea de una manera oscilatoria con la vibración del tubo, la cual se produce por un sistema de impulsión electromagnética que consta de una bobina y un imán. Aguas arriba y aguas abajo del sistema de impulsión se encuentran los sensores que miden la respuesta Coriolis (Ecopetrol, 2007).

4.2.4 Selección de medidores

Cada uno de los medidores de nivel cuenta con parámetros claves para su operación, los cuales se pueden ver en la Tabla 2, donde se especifican diferentes atributos para la selección de estos.

Tabla 2.

Tabla para la selección de medidores

ATRIBUTO	PLATINA DE ORIFICIO	PDM	TURBINA	CORIO LIS	ULTRA-SONICO
Aceptación en la industria	Amplia	Amplia	Amplia	Parcial	Parcial
Exactitud	Media	Alta	Alta	Alta	Alta
Rangueabilidad	Baja	Media	Media-Alta	Alta	Alta
Intervalo de viscosidad	Amplio	Amplio	Bajo	Amplio	Medio
Costo de adquisición	Medio	Medio-Alto	Medio-Alto	Alto	Alto
Costo de operación	Medio	Medio-Alto	Medio	Medio	Medio
Desgaste de partes	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Sensibilidad al perfil del flujo	Alto	Bajo	Alto	Medio	Alto

Error por pulsaciones	Si	Si	Si	Medio	Posible
Requerimiento por Temperatura y Presión	Si	Si	Si	P no requerida	Si
Caída de presión	Media-Alta	Media	Media	Alta	Baja
Tolerancia a vibraciones	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Tolerancia a ruido acústico	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja

4.2.5 *Probadores*

Un probador es un sistema automatizado que ofrece calibración en sitio para garantizar que los caudalímetros en servicio para aplicaciones de transferencia fiscal y de custodia mantengan un desempeño de medición sostenible, a su vez, hace que se cumplan los estándares de la industria. Lo cual hace que se desarrolle las condiciones operativas en campo y que estas mismas puedan cambiar significativamente desde el momento en que se calibro originalmente el caudalímetro, el probador garantiza un desempeño óptimo del medidor a lo largo de su vida útil.

La calibración de un medidor con probadores es un procedimiento mediante el cual se determina el factor de calibración de un medidor para líquido o gas. Normalmente se aplica a medidores de desplazamiento positivo y de turbina tanto para líquidos como para gases, porque tienen lecturas directas. El volumen indicado por el medidor se compara con un volumen conocido o con medidor maestro para obtener un factor de corrección del medidor.

Los sistemas de probadores están referenciados en el API- MPMS capítulo 4 que es una guía para el diseño, instalación, calibración y operación de los sistemas de prueba para medidores utilizados en la mayoría de la industria petrolera.

4.2.5.1 Probadores convencionales en líneas de flujo

4.2.5.1.1 Factores de corrección. Los cuatro factores de corrección principales a aplicar tanto para el volumen del medidor como para el del probador son:

- CTS. Factor de corrección por efecto de temperatura sobre el acero.
- CPS. Factor de corrección por el efecto de presión sobre el acero.
- CPL. Factor de corrección por el efecto de presión sobre el líquido.
- CTL. Factor de corrección por el efecto de temperatura sobre el líquido (Ecopetrol, 2007).

4.2.5.2 Clasificación básica de probadores. Hay varios diseños que establecen la calificación de los probadores, pero para este trabajo se tendrán en cuenta seis diseños básicos de probadores de desplazamiento mecánico o probadores convencionales para líquidos que detectan la magnitud del error y todos se basan en el principio de comparación de volúmenes:

4.2.5.2.1 Tanques de prueba. Un tanque de prueba está diseñado básicamente para servir como referencia de medición. Haciendo que la capacidad del tanque de prueba sea menor que el volumen entregado en un minuto a la rata de flujo de operación normal, puesto que esta se desarrolla a través del medidor bajo prueba. Sin embargo, es preferible que la capacidad sea de 1.5 a 2 veces el volumen entregado en un minuto.

4.2.5.2.2 Probadores bidireccionales de esfera. Estos probadores básicamente se estructuran desde una válvula de 4 vías, 2 cámaras de lanzamiento, tuberías de carrera previa, la sección de tubería de volumen calibrado, 2 switches detectores, desplazador (sello) mecánico móvil y algunos elementos adicionales.

La válvula de 4 vías selecciona la dirección del flujo a través del probador y el lanzamiento del desplazador. En donde las cámaras de lanzamiento activan el desplazador para la corrida de prueba, como también desaceleran el mismo al llegar a ellas.

4.2.5.2.3 *Probadores bidireccionales de pistón.* Estos son usados cuando las características de los líquidos exceden las de un probador de esfera. Específicamente los probadores de pistón son ideales para lo siguiente: Cuando se descieran las velocidades en grandes probadores. Temperaturas extremas. Incompatibilidad del líquido manejado con el material de la esfera.

4.2.5.2.4 *Probadores unidireccionales de esfera.* Estos probadores para altas ratas de flujo son menos costosos que los bidireccionales. Pues, estos probadores son limitados por la temperatura máxima, la cual soporta la esfera en (0-250°F.) y por incompatibilidad del elastómero con H₂S y aromáticos. Proporcionando otra desventaja en el ajuste o cambio de un switch detector, lo cual implica recalibrar el probador.

4.2.5.2.5 *Medidor maestro:* Cuando se selecciona para servir de referencia y probar a otro medidor, el medidor de referencia es llamado maestro (Master Meter). El medidor maestro es considerado como una turbina o un medidor de desplazamiento positivo; fabricado sin ninguna diferencia con los medidores convencionales. Lo que hace el factor del medidor “maestro” se establece por el el mismo líquido y para la misma rata de flujo a la cual el medidor bajo prueba será probado.

Tanto el medidor bajo prueba como el maestro deben estar equipados con registradores o contadores de pulsos, de tal forma que estos se inicien y paren al mismo tiempo (Control electrónico).

4.2.5.2.6 *Probadores de volumen pequeño o “Small Volume Provers”* Todas las válvulas usadas en y para un sistema "small volume prover" que puedan proveer o contribuir a un "By-Pass" de líquido entre el probador y el medidor, deben estar provistas de un método de chequeo de pase. Estos probadores deben estar provistos con líneas de drenaje y venteo y se deben dejar las conexiones necesarias para poder realizar la recalibración por el método del “Water Draw Calibration" (Ecopetrol, 2007).

4.2.6 *Unidad Lact*

La unidad LACT (Lease Automatic Custody Transfer) es un sistema de medición, establecido para medir con precisión flujos de productos hidrocarburos líquidos o gas natural para la venta o entrega a terceros bajo contrato o transferencia de custodia (inventario). Además este sistema monitorea continuamente la cantidad y calidad del producto a ser transferido. Múltiples carreras de medición pueden ser usadas para manejar mayores flujos.

L – Lease: significa que este tipo de unidad se utiliza sobre la locación de un pozo productor.

A – Automatic: significa que la unidad actúa por sí misma y se autorregula; no requiere atención para su operación normal.

C – Custody: Se deduce que la unidad supervisa la venta al transportista (compañía de transporte) del crudo producido y asegura que el volumen es medido, muestreado y rechazado si el mismo no fuera comercializable.

T- Transfer: significa que la unidad está equipada (Escobar, Marín, & Vacca, 2018).

4.2.7 *Medición multifásica*

Esta clase de Medición multifásica permite determinar los volúmenes de crudo, gas y agua, producidos por un pozo o un grupo de pozos, en otras palabras, es una mezcla de varios

componentes fluyendo simultáneamente por una tubería con una proporción variable en el tiempo; sin necesidad de separarlas previamente.

Claramente la tecnología de los medidores multifásicos a nivel mundial ha sido desarrollada desde los principios de la década de los 80; según la sociedad Noruega para la medición de Aceite y Gas, se debe establecer los medidores de flujo como contadores en tiempo real de mezclas de crudo, agua y gas aplicando el sistema de medición dinámica, es decir, que no requieren separación de fases. Los medidores multifásicos pueden proveer un monitoreo eventual del comportamiento del pozo.

Existen diversas tecnologías de medidores multifásicos que son implementadas de acuerdo con la necesidad de la compañía, entre esas tecnologías podemos encontrar:

- ROXAR MPFM1900
- SCHLUMBERGER V_x
- AGAR MPFM-300
- PIETRO FIORENTINI
- HAIMO LPT & MPFM (Martín, Ramírez, Sánchez , Sorroche, & Lima, 2015)

4.2.7.1 ROXAR MPFM1900: El medidor multifase Roxar mide con precisión los caudales de crudo, gas y agua en pozos de petróleo sin separación, mezcla o partes móviles. El MPFM 1900VI combina toda la experiencia de los dos productos que fueron pioneros en la era de la medición multifásica, el medidor multifase MFI y el Fluenta MPFM 1900VI.

Las fracciones de petróleo, gas y agua se determinan mediante mediciones de impedancia y mediciones de densidad de rayos gamma. Las cuales permiten la correlación cruzada de velocidad dual de las señales, en donde se utiliza para medir los caudales de los componentes

individuales. Adicionalmente, un medidor venturi amplía el alcance del MPFM 1900VI para cubrir líquidos y gases monofásicos. Esto proporciona una redundancia adicional para las mediciones de caudal.

4.2.7.2 SCHLUMBERGER Vx (Vx Spectra): El caudalímetro multifásico de superficie Vx Spectra, utiliza un análisis de espectro completo para medir las tasas de flujo de crudo, gas y agua sin separación de las fases. El caudalímetro es la única tecnología de medición multifásica de la industria que mide el caudal y las fracciones de fase a alta frecuencia y en un solo punto de la garganta del venturi. Además, este método asegura una medición repetible de caudal en cualquier régimen de flujo multifásico y en fluidos de producción que van desde crudo pesado hasta gas húmedo (Martín, Ramírez, Sánchez , Sorroche, & Lima, 2015).

4.2.7.3 AGAR MPFM-300 & 400: Los Medidores de Flujo Multifásico AGAR Series MPFM 300 & 400 proporcionan mediciones precisas, en tiempo real, de crudo, agua y gas en forma simultánea sin separación de fases. Haciendo que los sistemas AGAR pueden utilizarse en todos los regímenes de flujo, tanto en la fase continua en crudo como en la fase continua en agua. Ciertamente son diseñados para ser utilizados fácilmente con un mínimo mantenimiento, no requieren calibración en campo ni conocimiento previo de las propiedades de los fluidos (tales como densidad y salinidad) para lograr las precisiones especificadas.

4.2.7.4 PIETRO FIORENTINI (Flowatch 3l & Flowatch HS)

Los medidores de Flujo Multifásico y de Flujo de Gas Húmedo de Pietro Fiorentini son medidores en tiempo real de mezclas de flujos de crudo, agua y gas que no requieren separación de las fases, son medidores en línea no intrusivos (Pietro, 2014).

El Medidor Flowatch 3I (no-radioactivo) utiliza una combinación de medición de desplazamiento positivo en un venturi, medición de impedancia (capacitancia/conductividad de la mezcla de crudo/agua) y la medición de velocidad del flujo por medio de la técnica de correlación cruzada.

En el modelo HS, la densidad es medida con un densitómetro gama de alta velocidad ideal para aplicaciones que requieren mayor precisión y para aplicaciones con alto contenido de gas.

4.2.7.5 HAIMO LPT (LOW PRODUCTION TESTER)

Es una tecnología diseñada para realizar pruebas de pozos de bajo caudal, flujo intermitente y crudo pesado; la cual permite medir caudales de líquidos, gas y agua con una alta precisión. A su vez, el LPT puede ser usado como un sistema fijo para el monitoreo continuo de la producción de pozos o como un equipo móvil de prueba de pozos mediante el proceso de medición dinámica.

4.2.7.6 HAIMO MPFM:

Esta tecnología es diseñada para la medición de masa total con el principio Venturi y la determinación de las fracciones de las fases por medio de principio radioactivo (rayos gamma). (Agarcorp de Venezuela, C.A, 2016)

4.3 Balance y conciliación

4.3.1 Generación de información volumétrica

En todo el proceso de medición de hidrocarburos se calculan los volúmenes recibidos, entregados y almacenados, posteriormente con esta información se elaboran los balances y se cuantifican las pérdidas o ganancias que hayan podido ocurrir durante todo el proceso, como consecuencia de los procedimientos operacionales (Producción y Transporte).

4.3.2 *Balances de planta*

Todas las áreas de un campo deben realizar un balance volumétrico para controlar las transferencias de hidrocarburos y los inventarios, estableciendo los controles que permitan identificar y/o detectar problemas en los sitios donde se efectúen estas transferencias.

4.3.2.1 *Consideraciones para realizar un balance de planta*

La elaboración de un balance permite establecer la cantidad de producto que está presente en un sitio determinado, así como las entradas y salidas de producto que se han presentado en un sistema en particular, en un periodo dado. Por lo tanto, se debe contar con los sistemas de medición de cantidad (estática o dinámica) y de calidad (ensayos de laboratorio), de conformidad con las actividades internas establecidas basados en los Estándares Internacionales. En este caso, cada sitio los operadores aforadores son los responsables de la medición, la operación de transferencia y son los encargados de generar la información asociada a dichos puntos de operación; dicha información debe quedar almacenada, validada y aprobada diariamente, con su correspondiente registro. Para la elaboración del balance se debe tener las siguientes consideraciones:

- Definir el sistema para el cual se elaborará el balance (Estación, batería, módulo de Bombeo)
- Definir el período para el cual se elaborará el balance, especificando claramente el inicio (fecha y hora) y el final (fecha y hora) del mismo.
- Definir el tipo de balance que se desarrollará especificando si éste se hará sobre todos los productos existentes en el sistema o sólo sobre alguno de ellos.

- Los balances volumétricos deben hacerse en volumen neto Estándar (Net Standard Volume, NSV).
- Asegurar que las normas y procedimientos que se aplicaron para efectuar las mediciones de cantidad y calidad de producto son consistentes para todas las variables que intervienen en el balance (Oriol , 2008).

4.3.2.2 *La ecuación de balance y las variables que conforman la ecuación*

Para este balance es importante medir la cantidad real de todos y cada uno de los productos que están en el sistema, sin importar si alguna parte del sistema no reporta movimiento de producto en el período del balance. En algunos casos es necesario establecer la cantidad de producto en tránsito porque éste puede afectar el balance. Los valores utilizados en el balance deben ser determinados mediante la aplicación de las actividades corporativas establecidas para la medición y consolidación de cantidades. (Mansarovar Energy Colombia, 2018)

Para la elaboración del balance volumétrico de los sistemas, se realiza teniendo en cuenta la ecuación general de balance:

$$I_{inicial} + Rr + R - C - E + (P/G)_I - I_{final} = (P/G)_{NI}$$

Donde:

$I_{inicial}$: Inventario Inicial, 00:00 horas del día del balance.

R : Recuperados totales del Sistema, el día del balance

C : Consumos totales del Sistema, el día del balance

Rr : Recibos totales del Sistema, el día del balance

E : Entregas totales del sistema, el día del balance.

I_{final} : Inventario Final, 24:00 horas del día del balance

$(P/G)_I$: Pérdidas o ganancias Identificadas, el día del balance.

$(P/G)_{NI}$: Pérdidas o ganancias No identificadas, el día del balance.

Las variables que hacen parte de la ecuación general del balance son:

- **Inventario inicial:** Es la cantidad total de producto existente al inicio del periodo establecido en el sistema, para el cual se está elaborando el balance. Debe tenerse en cuenta en el balance las existencias totales de producto en tanques, incluyendo los fondos no bombeables. En el caso de que un tanque esté temporalmente fuera de servicio pero tenga en su interior una cantidad de producto remanente, esta cantidad debe tenerse en cuenta en el inventario del sistema.
- **Recibos:** Es la sumatoria de todas las cantidades de producto que ingresan al sistema durante el período considerado. Dentro de las entradas de producto a un sistema deben considerarse los recibos de producto proveniente de cualquier medio de transporte (ductos, carrotanques, etc.) independientemente de que sea una operación regular o esporádica. Deben realizarse mediciones de todos los productos que entran al sistema.
- **Entregas:** Es la sumatoria de todas las cantidades de producto que salen del sistema durante el periodo considerado. Productos tales como las borras o lodos que se retiran, por ejemplo, de un tanque cuando se saca de servicio a mantenimiento deben ser tenidos en cuenta en los balances. Dentro de las salidas de producto de un sistema deben considerarse tanto las entregas de producto a cualquier medio de transporte (ductos, carrotanques, etc.) independientemente de que sea una operación regular o esporádica, como lo correspondiente al desecho de lodos o borras de un tanque. Deben realizarse mediciones de todos los productos que salen del sistema.
- **Inventario final:** Es la cantidad total de producto existente al finalizar el periodo fijado en el sistema establecido para que en él se realice el balance. Deben realizarse mediciones de

todos los productos en todo el sistema. Debe tenerse en cuenta en el balance las existencias totales de producto en tanques, incluyendo los fondos no bombeables. En el caso de que un tanque esté temporalmente fuera de servicio, pero tenga en su interior una cantidad de producto, considerado como remanente, esta cantidad debe tenerse en cuenta en el inventario del sistema.

- **Pérdidas o ganancias identificadas, (P/G)_I:** Corresponde a la sumatoria de todas las cantidades de producto que se perdió o ganó, como consecuencia de todos los eventos que están debidamente soportados y elaborados durante la operación del sistema, dentro del periodo definido para el balance. Su valor puede ser el resultado de una medición, una inferencia o una estimación.
- **Pérdidas o ganancias no identificadas, (P/G)_{NI}:** Es el resultado de restar al total del inventario final real que se midió en los tanques el valor teórico del inventario final calculado con todas las demás variables. Esta diferencia corresponde a las pérdidas o ganancias de producto no conocida ni explicada en los reportes operacionales, es decir, que no se conoce su causa.
- **Consumos y Recuperados:** Son operaciones externas al balance de una planta (tanque como límite de control) que afectan el inventario final de un tanque. El consumo es un volumen de crudo de producción usado en otra facilidad y que no llega al tanque. Recuperado es un desplazamiento de crudo de una facilidad a otra sin afectar la producción. (Mansarovar Energy Colombia, 2018)

4.3.3 Conciliaciones

En la realización de los respectivos balances de plantas y la verificación de los reportes volumétricos, posteriormente los operadores aforadores deben realizar una comparación de los volúmenes transferidos entre los puntos involucrados en dichas transferencias. Estas comparaciones se pueden realizar entre puntos internos de la compañía y/o también con puntos de transferencias externos; en el sentido que las conciliaciones se ejecutan para mantener control de las diferencias volumétricas que se generan en las transferencias de producto entre un punto de transferencia y otro.

4.3.3.1 Recolección de la información

4.3.3.1.1 Reclamo por diferencia de cantidad

Los reclamos por diferencias de cantidades de producto, son determinados por los funcionarios de cada empresa y los representantes del cliente de manera conjunta, deben recolectar la información objeto del reclamo y analizarla, si después de estudiada la documentación, persiste la diferencia, adicionalmente se deberán realizar las siguientes actividades:

- Verificar el llenado de línea según históricos de los reportes operativos.
- Trazabilidad de los equipos de medición utilizados.
- Verificar las temperaturas observadas en los distintos niveles, para descartar estratificación.
- Verificar que las tablas o fórmulas para calcular los factores de corrección sean consistentes
- Si el día fue lluvioso y el tanque es de techo flotante revisar los empaques del techo.

- Revisar todo el sistema hidráulico para verificar los manifolds, válvulas de seguridad, pases de producto a otras líneas, drenajes, tanques de relevo, posibles válvulas de robo de productos, etc.
- Históricos de presiones (si aplica).
- Revisar el programa de mantenimiento preventivo de las válvulas (si aplica).
- Revisar registros de actualización de altura de referencia.
- Revisar el volumen de agua libre, las partes involucradas deben efectuar el análisis correspondiente basado en información acerca de reparaciones de líneas, drenajes de tanques, para disponer de elementos de juicio que permitan determinar si la presencia de agua puede haberse originado en actividades propias de la operación.
- Verificar Cartas de Control y Factor de medición y calibración de equipos de medición dinámica donde aplique (Bastidas, 2012).

4.3.3.1.2 Reclamo por diferencia de calidad

Para el caso de reclamos por diferencias de calidades de crudo, funcionarios de la empresa vendedora, de manera conjunta, con funcionarios de la empresa compradora, analizan la información objeto del reclamo, y si estudiada la documentación persiste la diferencia, adicionalmente se deberán realizar las siguientes actividades:

- Revisar el comportamiento de la gravedad API del despacho con respecto a la gravedad API del recibo.
- Revisar los registros de calibración de los hidrómetros o densitómetros.
- Revisar el procedimiento de toma de muestra.
- Revisar procedimiento de homogenización de la muestra.

- Revisar el desempeño de la toma muestras automático tanto en el recibo como en el despacho (si aplica).
- Revisar que los reactivos utilizados sean los adecuados.
- Revisar el procedimiento de retención de la muestra testigo.
- Revisar las actividades para cálculo de porcentaje de agua, contenido Sal y gravedad API utilizados.
- Revisar la calibración y el mantenimiento de los equipos de laboratorio.
- Revisar pruebas de inter-laboratorio (si aplica) (Bastidas, 2012).

4.4 Gerencia metrológica y auditoría de medición bajo los principios de la norma ISO 10012

La función metrológica debe planificar e implementar el seguimiento, análisis y un mejoramiento necesario para asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de las mediciones con esta norma internacional, y mejorar continuamente el sistema de gestión de las mediciones. Debe utilizar la auditoria, el seguimiento y otras técnicas apropiadas para determinar la adecuación y eficacia del sistema de gestión de las mediciones. (Conexión ESAN, 2018)

4.4.1 Calibración, verificación y mantenimiento de equipos

4.4.1.1 Calibración: Se define como calibración: “Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación". Como se enuncia

anteriormente en la primera etapa se realizan las operaciones pertinentes para obtener el error de indicación del equipo o sistema calibrado. (TCM, 2018)

Adicionalmente, se tiene una segunda etapa y la calibración no termina una vez se conoce el error de indicación. Es necesario que, una vez conocido el error, se hagan las acciones pertinentes para asegurar que, al utilizar el equipo o sistema recién calibrado, los resultados obtenidos tengan la exactitud adecuada.

La calibración de los equipos es importante realizarla periódicamente para tener la seguridad de que los equipos están operando y midiendo de una manera correcta, así se mantiene y verifica el correcto funcionamiento del equipo, corroborando los requisitos determinados por las normas de calidad y garantizando la fiabilidad y trazabilidad de las medidas.

Todos los medidores de transferencia de custodia deben estar bajo calibración para cumplir con los requisitos legales y asegurar que el producto medido cuente con la suficiente exactitud. El objetivo de calibrar un medidor es comparar las mediciones realizadas por el medidor de transferencia de custodia con respecto a una referencia conocida y confiable.

4.4.1.2 Verificación: El concepto de verificación se basa en comprobar que los equipos se encuentren dentro de los niveles de tolerancia establecidos para su operación, y que las derivas producidas desde la última calibración vigente se encuentren dentro de ciertos parámetros operacionales. La verificación de los equipos permite asegurar que los parámetros de calibración se encuentren dentro de la incertidumbre tolerable.

También puede ser definido de la siguiente manera: “Verificación es comparar las medidas proporcionadas por el instrumento con las de un equipo calibrado y de calidad metrológica igual o superior al equipo a verificar, con el fin de confirmar que el equipo mide con un error menor

al especificado por el fabricante o menor del requerido para la realización de un determinado trabajo”. Es decir, al igual que con la Calibración, se compara el instrumento, pero no se hace con patrones previos de referencia, sino que se “compara” de manera directa, con otro instrumento, previamente calibrado, para verificar que la calibración del primer instrumento es la correcta. (TCM, 2018)

4.4.1.3 Mantenimiento: Mantenimiento se define como: Todas las acciones necesarias para que un equipo o sistema sea conservado o restaurado de modo que permanezca siempre de acuerdo con las condiciones estipuladas. Se pueden encontrar 3 tipos de mantenimientos aplicables, los cuales son:

4.4.1.3.1 Mantenimiento predictivo: En este tipo de mantenimiento el objetivo o función principal es el de predecir de manera oportuna la aparición de una posible falla o fatiga en los materiales y/o diagnosticar un futuro daño al equipo. En este sistema, la característica principal es el empleo de aparatos e instrumentos de prueba, medición y control. Además, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos los parámetros que se consideren medir y gestionar.

4.4.1.3.2 Mantenimiento preventivo:

La característica principal de este sistema es detectar las fallas o anomalías en su fase inicial y su corrección en el momento oportuno. Este tipo de mantenimiento sugiere, en la mayoría de los casos que las actividades que se estén desarrollando tengan que detenerse para analizar de manera detallada el equipo.

4.4.1.3.3 Mantenimiento correctivo: Es la actividad que se realiza para reparar daños encontrados durante el mantenimiento preventivo. También se conoce como el mantenimiento de

daños y acciones para minimizar las paradas operacionales no previstas, entre los que podemos encontrar la sustitución de equipos, rediseño de instalaciones entre otras. (Pérez, 2013)

Se puede observar en la Tabla 3 y Tabla 4 lo mencionado anteriormente. En las tablas puede encontrar el tiempo en el cual se hace el proceso de verificación, mantenimiento y calibración de equipos para medición estática y dinámica respectivamente.

Tabla 3.

Verificación, mantenimiento y calibración para equipos de medición estática

INSTRUMENTOS DE TRABAJO MEDICIÓN ESTÁTICA			
EQUIPO	VERIFICACIÓN	MANTENIMIENTO	CALIBRACIÓN
Telemetría (ATG, Radar)	Mensual	Anual	Anual
Tanques de almacenamiento	N.A.	5 años	5 años
Cintas de medición	Diaria y Trimestral	N.A.	N.A.
Termómetros electrónicos portátiles	Diaria y Trimestral	Anual	Anual
Hidrómetros	Trimestral	N.A.	N.A.
Karl Fischer	Mensual	Anual	Anual
Balanza analítica	Diaria	Anual	Anual
Homogenizadores	Anual	Anual	Anual
Salinómetros	N.A.	Anual	Anual
Viscosímetros	N.A.	Anual	Anual

Baños de María	N.A.	Anual	Anual
Termohigrometros	N.A.	N.A.	Anual
INSTRUMENTOS PATRONES			
EQUIPO	VERIFICACIÓN	MANTENIMIENTO	CALIBRACIÓN
Cintas de medición	N.A.	N.A.	Anual
Termómetros electrónicos portátiles	N.A.	2 años	2 años
Hidrómetros	N.A.	N.A.	2 años
Pesas Estándar	N.A.	N.A.	Anual
Calibrador Pie Rey	N.A.	N.A.	2 años
Reglas milimetrica	N.A.	N.A.	2 años
Dinamómetros	N.A.	N.A.	2 años

Tabla 4.

Verificación, mantenimiento y calibración para equipos de medición dinámica

INSTRUMENTOS DE TRABAJO MEDICIÓN DINÁMICA			
EQUIPO	VERIFICACIÓN	MANTENIMIENTO	CALIBRACIÓN
Medidor de flujo tipo Coriolis	*Trimestral	Anual	Anual
Medidor de flujo tipo desplazamiento positivo	*Trimestral	Anual	Anual
Trasmisor de presión	Trimestral	Anual	Anual

Transmisor de temperatura	Trimestral	Anual	Anual
Computador de flujo	Trimestral (tiquete)	2 años	2 años (configuración y lazos)
Tomamuestras automático	Semestral	Anual	N.A.
Válvulas de doble bloqueo y purga	Trimestral	Anual	N.A.
Indicador de Temperatura	Trimestral	Anual	Anual
Indicador de Presión	Trimestral	Anual	Anual

INSTRUMENTOS PATRONES

EQUIPO	VERIFICACIÓN	MANTENIMIENTO	CALIBRACIÓN
PROBADOR COMPACTO	Trimestral	3 años	3 años
Bloque seco de Temperatura	N.A.	2 Años	2 Años
Celdas de Presión y/o Manómetros Digitales	N.A.	2 Años	2 Años

Nota: Se conoce como instrumento patrón a un instrumento de medida que responde directamente a la magnitud que se trata de medir y cuya calibración se puede efectuar sin más que conocer sus características de construcción.

Nota: Se entiende por instrumento de trabajo al dispositivo o equipo destinado a efectuar mediciones, solo o en conjunto con uno o varios equipos adicionales.

4.4.2 Estadística

- Error de medición (absoluto) (VIM 3.10). Resultado de una medición menos un valor verdadero de la magnitud por medir.
- Error de repetitividad (adaptada del VIM 3.6). Para propósitos de esta recomendación (VIM 3.6), es la diferencia entre el mayor y el menor de los resultados de mediciones sucesivas de una misma cantidad llevadas a cabo bajo las mismas condiciones.
- Error máximo permisible (EMP) (adaptado del VIM 5.21). Valores extremos de un error permitidos por esta recomendación (VIM 5.21).
- Error Promedio Ponderado (EPP). Combinación ponderada de errores de un medidor o de un módulo de medición. El EPP es usado para ajustar la curva de error lo más cerca posible al cero. El EPP es calculado de la siguiente forma:

$$EPP = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \times E_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

Donde:

n : es el número de mediciones i ejecutadas a diferentes caudales Q_i .

k_i : representa los factores de ponderación.

E_i : representa el error al caudal Q_i .

Para cada caudal $k_i = Q_i/Q_{\text{máx}}$, excepto para $Q_i = Q_{\text{máx}}$ para el caudal el factor de ponderación es igual a 0,4. (Consejo Nacional de Operación de Gas Natural, 2012)

- Deriva (VIM 5.16). Variación lenta de una característica metrológica de un instrumento de medición.

- Desviación mínima de la cantidad especificada. Error máximo permisible positivo para una cantidad mínima medida por un sistema de medición o un módulo de medición.
- Verificación. Aportación de evidencia objetiva de que un elemento satisface los requisitos especificados.
- Incertidumbre: Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

4.4.3 Auditorías de medición

La Auditoría de Medición para Hidrocarburos es un proceso sistemático, independiente y documentado de examinación, investigación y verificación que se lleva a cabo para obtener evidencias objetivas del desempeño del proceso general de gestión y gerencia de la medición de hidrocarburos con el fin de evaluar y determinar el grado en que se cumplen los estándares y requisitos establecidos y asegurar que los datos generados por los sistemas de medición sobre la cantidad y calidad de los hidrocarburos líquidos y gaseosos sean los correctos y que los valores estén dentro de los límites de incertidumbre aceptables.

El objetivo principal de las Auditorías de Medición de Hidrocarburos (realizadas por un tercero de reconocida experiencia internacional) es establecer si el Mecanismo de Medición bajo análisis es confiable a través de una evaluación rigurosa del desempeño de la Gestión de los sistemas de medición de los hidrocarburos producidos, procesados, transferidos en custodia o vendidos, así como de la operación y funcionamiento de las instalaciones, eficiencia del personal técnico involucrado y de la administración general de la medición llevada a cabo por las empresas operadoras. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2015)

La necesidad de un modelo de gestión para la práctica de una organización de especificar los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización:

a) Necesita demostrar su capacidad de proporcionar productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

b) Aspira aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA). PHVA puede describirse brevemente como:

- Planificar: Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- Hacer: Implementar los procesos.
- Verificar: Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.
- Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos (Carvo, 2018).

4.4.3.1 Objetivos de la auditoría

Las auditorías deben tener como principales objetivos los siguientes:

- Verificar la conformidad o no de los sistemas de medición, con las principales normas nacionales e internacionales en materia de medición de hidrocarburos ((ASTM) American Society for Testing and Materials, (API) American Petroleum Institute, (AGA) American Gas Association, (ISO) International Organization for Standards) (Descritas en el numeral 4.5). En el caso que se apliquen normas similares pero que no sean exactamente iguales, la Empresa Auditora, identificará las diferencias, las analizará y hará observaciones y

recomendaciones al respecto. Se determinará cual es la norma que aplica, de común acuerdo entre las partes.

- Cuantificar las incertidumbres en las mediciones.
- Recomendar cambios en los equipos, tecnologías, diseño, instalación, operación, mantenimiento, de aquellos equipos o sistemas que deben reducir sus incertidumbres, justificando cada recomendación.
- Cuantificar las incertidumbres esperadas en las mediciones, correspondientes a cada uno de los sistemas, en el caso de implementar las recomendaciones.
- Prestar un servicio estratégico enfocado a ayudar a identificar los riesgos propios del negocio.
- Orientar y guiar para establecer políticas y sistemas de control apropiados a fin de manejar el riesgo efectivamente.
- Ejercer una función evaluadora independiente, velar por el cumplimiento de disposiciones internas y externas.
- Concentrar la acción en los objetivos del negocio y en la percepción gerencial de los factores críticos de éxito.
- Determinar la conformidad de los Sistemas de Calidad y Cantidad de acuerdo con las disposiciones y políticas establecidas.
- Proporcionar elementos críticos para introducir el concepto de mejoramiento continuo (Ciclo PHVA). (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2015)

4.4.3.2 Tipos de Auditorías

4.4.3.2.1 Auditorías internas

- Es muy importante y se requiere que existan en todas organizaciones

- Se planean en una organización para verificar el cumplimiento de procedimientos establecidos.
- Son preparadas y vigiladas por las áreas responsables de control de procesos y/o control de calidad.
- Se utilizan para medir la efectividad de los procedimientos escritos y para detectar puntos de mejora.

4.4.3.2.2 Auditorías Externas

Generalmente es una auditoría que realiza una empresa a sus proveedores y/o contratistas. Es de segunda parte si se realiza por personal propio de la empresa o de Tercera parte cuando la auditoria la realiza un organismo independiente a las empresas.

4.4.4 Proceso de auditoría

4.4.4.1 Actividades preliminares (Planeación de la Auditoría): El Auditor líder responsable de la Auditoría de Medición debe preparar el Plan de Auditoría de Medición con anticipación y negociarlo con el área responsable de la empresa operadora que será auditada, en el cual se debe determinar la duración de la Auditoría de acuerdo con la complejidad del Mecanismo de Medición que va a ser auditado, como mínimo una semana antes y en función de los acuerdos a los que se llegue entre auditor y auditado se define el Plan de Auditoría a seguir.

Este Plan tendrá los siguientes elementos comunes:

- Objetivos y alcance propuestos.
- Cronograma con fechas y responsables definidos.
- La búsqueda y análisis de información previa a la Auditoría.
- Trabajo de campo.

- Análisis de la información, hechos y evidencias recolectadas.
- Entregables:
- Formato del Plan de Auditoría de Medición.
- Actas de reuniones de apertura y cierre.
- Evidencia recolectada.
- Un informe sobre los hallazgos y de la Auditoría (Sistemas de gestión de calidad ISO 9000, 2020).

La visita previa a las instalaciones le permite al equipo auditor aparte de elaborar el Plan de Auditoría requerido, definir las listas de verificación que necesitará aplicar en campo basándose en el conocimiento previo del tipo de proceso y Sistema de Medición que auditará.

4.4.4.2 La ejecución del proceso de Auditoría: Consiste en una serie de etapas como se menciona a continuación (para más información léase la norma ISO 19011:2011 “Directrices para la Auditoría de los Sistemas de Gestión de la Calidad y/o Ambiental” o la que la sustituya, sobre la ejecución de las Auditorías):

4.4.4.2.1 Reunión de Arranque: En la reunión de arranque el Auditor Líder (o Principal) realiza la presentación del personal que conforma el equipo auditor precisando la labor que desempeñará cada uno de los auditores participantes y explica a los representantes de la empresa Operadora Petrolera u Organización a ser auditada, el alcance y los objetivos específicos de la Auditoría de Medición, la logística a seguir y la normatividad y referencias técnicas a ser consideradas (ejemplo: NRF, API, AGA, ISO, OIML, etc.).

4.4.4.2.2 Desarrollo de la auditoría de medición

Tareas para efectuarse (en oficina y/o campo).

- Se hacen entrevistas.
- Se pide información (en caso de que la información sea confidencial se deben cumplir las cláusulas de confidencialidad corporativas).
- Cumplir con las actividades según el plan de Auditoría y a la agenda previamente programada.
- Realizar las actividades de inspección en campo de las instalaciones físicas en las que se encuentran ubicados los equipos e instrumentación de los Sistemas de Medición, de las bitácoras de registro relacionados con la medición y su operación y cualquier otro aspecto o tema que pueda afectar la incertidumbre en la medición fiscal (con énfasis en los estándares aplicables).
- Observar a los técnicos y personal operativo de la empresa Operadora Petrolera en plena ejecución de sus tareas (Ej. uso de los probadores fijos o móviles, patrones, cromatógrafos, toma de muestras, etc.).
- Corroborar operacionalmente el cumplimiento con lo requerido en materia de la metrológica de la medición.
- Explicar a los operarios y técnicos sobre cualquier observación o aspecto del funcionamiento y operación que merece mejora o ajuste.
- Evidenciar los hallazgos. Analizar los datos obtenidos de los archivos, en campo y/o entrevista(s) organizándolos de la forma más lógica (Agencia nacional de hidrocarburos, 2016).

Durante el desarrollo de la inspección, el auditor debe asegurarse que:

- Se cubra el alcance total de la Auditoría.

- Los reportes de oportunidades de mejoramiento deben estar basados en evidencia objetiva firme, clara, concisa y precisa, de ahí que se debe documentar con datos y hechos.
- Preparar borrador del informe de la Auditoría – concentrarse en las deficiencias jerarquizándolas por su impacto en la incertidumbre de la medición.

4.4.4.2.3 Reunión de cierre: El Auditor Líder organiza y planea esta reunión en donde presentará a los máximos responsables de las operaciones e instalaciones de la compañía Operadora Petrolera los hallazgos, observaciones y no conformidades encontradas en el proceso de Auditoría, esto se hace con el fin de analizar las posibles situaciones problemas en conjunto para lograr un consenso sobre las causas que las generaron y en consecuencia poder definir posteriormente las acciones correctivas y preventivas que tendrán que llevarse a cabo para su eliminación.

4.4.5 Puntos a evaluar en una Auditoría de Medición de Hidrocarburos

La evaluación deberá llevarse a cabo en función del cumplimiento de los diferentes criterios definidos en el documento denominado “Lineamientos Técnicos en Materia de Medición de Hidrocarburos” publicados en el Diario Oficial de la Federación CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos de México, 2015) con fecha 29 de septiembre de 2015. Asimismo, es necesario tomar como base para esta evaluación la verificación de la sección correspondiente a “Mecanismos de Medición” del “Plan de Desarrollo de Extracción” que presenta cada operador petrolero a La Comisión Nacional de Hidrocarburos. Como información de referencia una auditoría de medición de hidrocarburos evalúa en forma general puntos tales como:

- Principio de medición y tipo de medidor, adecuados para el uso requerido.
- Conformidad con la norma o estándar de referencia.

- Características metrológicas.
- Requisitos metrológicos (cuando apliquen).
- Variables de control.
- Límites de control.
- Mantenimiento del Sistema de Medición.
- Volumen cuantificado de hidrocarburos:
- Algoritmos de cálculo de flujo.
- Requerimientos de los computadores de flujo.
- Uso de la GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement).
- Estimación de incertidumbre.
- Confiabilidad del Sistema de Medición (configuración y seguridad del sistema).
- Control documental
- En el caso de que se repitan Auditorías sobre los mismos Mecanismos de Medición el Auditor tiene la obligación de comparar los resultados de la(s) Auditorías de Medición (s) anterior(es) con sus hallazgos y comentarios.
- En el caso que persistan inconformidades o fallas importantes, se deberá realizar el respectivo seguimiento solicitando el Plan de Acción correspondiente hasta conseguir una solución definitiva (Comisión Nacional de Hidrocarburos de México, 2015, p. 45).

4.5 Estructura legal y comercial en Colombia para la producción y comercialización del Hidrocarburos.

El módulo de estructura legal tiene como objetivo identificar la Resolución 41251 de Ministerio de Minas que gobierna la Medición de Hidrocarburos en el país, entender la

importancia de cumplir con la Ley en el sector de los Hidrocarburos y conocer los diferentes tipos de contratos comerciales que gobiernan la venta de crudo y transporte en el país.

4.5.1 Resolución 41251 de Ministerio de Minas

Es la resolución por la cual se reglamenta la medición del volumen y la determinación de la calidad de los hidrocarburos producidos en el país para la adecuada liquidación de las regalías y contraprestaciones económicas en favor del Estado. (Ministerio de Minas y Energía, 2016)

Esta resolución está contenida por los siguientes títulos:

- Título 1: Disposiciones generales
- Título 2: Requisitos para la medición del volumen y determinación de la calidad de los hidrocarburos

“Artículo 4. Obligaciones generales de los operadores. Son obligaciones generales de los operadores las siguientes:

1. Adoptar las mejores prácticas y estándares internacionales en materia de medición del volumen y determinación de la calidad de los hidrocarburos de conformidad con lo establecido en la presente resolución.

2. Contar mínimo con un sistema de medición del volumen y determinación de calidad de los hidrocarburos y del agua de producción que se extraiga, cumpliendo con los requisitos establecidos en la presente resolución,

3. Mantener los equipos e instrumentos requeridos para la medición del volumen de hidrocarburos y agua de producción y para la determinación de calidad de hidrocarburos en cumplimiento de un plan de aseguramiento metrológico a partir de patrones calibrados y trazables a entidades acreditadas.

4. Elaborar y aplicar un manual de medición del volumen y determinación de calidad de hidrocarburos para los procesos y sistemas de medición que opere, que incluya procedimientos escritos y cronogramas de calibración, verificación y mantenimiento de los instrumentos y equipos que hacen parte del sistema, disponibles para verificación de la autoridad de fiscalización.

5. Diseñar e implementar un plan de mantenimiento para equipos e instrumentos de medición de volumen de puntos de medición oficial y separadores de prueba y general (no incluye tanques), que incluya como mínimo un mantenimiento intrusivo anual (limpieza de medidores, tubos de medición, accesorios).

6. Llevar en una bitácora (física y/o electrónica) los registros diarios de todas las actividades de gestión de medición, incluyendo capacitaciones, calibraciones, verificaciones, mantenimientos, reparaciones, cambios de equipos e instrumentos de los sistemas de medición y laboratorio, alteraciones a las condiciones de proceso tales como cambios de presión, temperatura o caudales, reuniones de revisión gerencial y de gestión de no conformidades y auditorías, entre otras actividades.

7. Contar con personal competente tanto para la realización de procedimientos de medición y muestreo, como para el desarrollo de las pruebas de laboratorio, documentando la competencia de las personas encargadas de operar los equipos y realizar los ensayos de los parámetros de calidad del hidrocarburo y las calibraciones y/o verificaciones requeridas.

8. Nombrar un representante de la dirección o encargado de la gestión volumétrica y de medición, responsable ante la autoridad de fiscalización.

9. Atender en los tiempos que lo indique la autoridad de fiscalización, las solicitudes de información sobre sus sistemas y procedimientos para la medición del volumen y determinación de la calidad de los hidrocarburos.

10. En toda facilidad, deberá mantener en un lugar visible un diagrama de procesos del sistema de producción, tratamiento y medición, que indique claramente la ubicación de los puntos de medición oficial y los puntos de muestreo oficial.” (Ministerio de Minas y Energía, 2016)

- Título 3: Requisitos para el reporte de la producción
- Título 4: Modelos de medición y normas técnicas aplicables
- Título 5: Distribución de la producción en boca de pozo
- Título 6: Gerencia metrológica
- Título 7: Incertidumbre en la medición de hidrocarburos
- Título 8: Verificación del estado del sistema de medición
- Título 9: Disposiciones finales

4.5.2 Acuerdos de medición

El objeto es constituirse en un documento técnico que establezca las responsabilidades recíprocas entre las partes en relación con sus operaciones de transferencia de custodia de productos en materia de medición de cantidad, calidad y contabilización del crudo a través del medio de transporte en la unidad de recibo de crudos, en armonía con los fundamentos y Limitaciones Técnicas de dichas operaciones, referidas en el Acuerdo y contenidas en el Acuerdo.

El alcance de un Acuerdo incluye las obligaciones, derechos y responsabilidades de las Partes en ejecución de operaciones de transferencia de custodia de crudo, en relación con: alcance, instalaciones físicas, operación y mantenimiento, diseño e ingeniería, modificaciones a los sistemas de transferencia de custodia, características de calidad de los productos de petróleo, procedimientos para determinación de cantidad y calidad para la transferencia de custodia, laboratorio principal, administración metrológica, obligaciones comunes de las partes, auditorías, tarifas, valor del acuerdo y duración, periodo de transición, personal, representante por cada parte, responsabilidad de medios y debida diligencia, modificaciones, terceros, ausencia de renunciaciones implícitas, otras disposiciones, ejemplares, divisibilidad y adendos.

4.5.2.1 Normas nacionales e internacionales aplicables y aceptadas por las partes

4.5.2.1.1 Lineamientos de Medición de Hidrocarburos: Toda empresa del sector debe estructurar un sistema que asegure la trazabilidad de la información generada de la medición de hidrocarburos para ello debe construir una serie de documentos que constaten el cumplimiento de los procedimientos, entre ellos:

- Manual de Medición de Hidrocarburos y Biocombustibles
- Manual de Contabilización de Hidrocarburos y Biocombustibles
- Procedimientos y formatos corporativos de Medición y Contabilización
- Procedimiento de Cierre Corporativo
- Estándares de Ingeniería para la Medición de Cantidad y Calidad de Hidrocarburos Líquidos (Ecopetrol, 2007, p. 55).

4.5.2.1.2 Otras normas aplicables

- Norma ASTM D-3244. Determinación de conformidad de productos frente a especificaciones.
- Norma NTC ISO 9000: 2015 Sistemas de Gestión de Calidad.
- Norma NTC ISO/IEC 17025:2017 Requisitos para los Sistemas de Gestión de Calidad de Laboratorios.
- ISO 10012:2003 Sistema de Gestión de las Mediciones-Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición (Sistemas de gestión de calidad ISO 9000, 2020) .

4.5.3 Organizaciones que proveen normas de medición

- (ISO) International Organization for Standards (www.iso.ch): Se trata de la Organización Internacional de Normalización o Estandarización, y se dedica a la creación de normas o estándares para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios. Son las llamadas Normas ISO.
- (ANSI) American National Standards Institute (www.ansi.org): Es una organización encargada de supervisar el desarrollo de normas para los servicios, productos, procesos y sistemas en los Estados Unidos.
- (NIST) American National Institute for Standards and Technology (www.nist.gov): El Instituto Nacional de Normas y Tecnología es una agencia de la Administración de Tecnología del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. La misión de este instituto es promover la innovación y la competencia industrial en Estados Unidos mediante avances en metrología, normas y tecnología de forma que mejoren la estabilidad económica y la calidad de vida (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2015).

- (API) American Petroleum Institute (www.api.org): Organización que establece estándares y es el líder mundial en convocar a expertos en la materia en todos los segmentos para establecer, mantener y distribuir estándares de consenso para la industria del petróleo y el gas.
- (ASTM) American Society for Testing and Materials (www.astm.org): Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

5 Diseño e implementación en la plataforma Moodle

La educación actual está intrínsecamente relacionada con la implementación de medios digitales para ser llevada de manera que se mantengan los principios de enseñanza y aprendizaje.

Esta digitalización se ha convertido en el medio para integrar herramientas que permiten la implementación de metodología didácticas e interactivas, las cuales pueden ser complementadas con material dinamizado diseñado e fundamentado por un autor bien sea material o intelectual, estas plataformas metodológicas de aprendizaje utilizan distintos medios o sitios web con los que puede mejorar en gran medida la manera de llevar y mejorar la educación.

Al realizar la elaboración de material informativo junto con actividades de refuerzo didáctico, se busca incorporar el Moodle con este material de soporte de la asignatura Medición de Hidrocarburos. Analizando las distintas opciones de edición que se pueden encontrar en el aula virtual de aprendizaje, se realizó la implementación de recursos digitales que ofrecen al estudiante una participación del proceso que conlleva el curso de la asignatura, estas herramientas son sitios web conocidas bajo el nombre de objetos virtuales de aprendizaje (OVA).

El resultado de este diseño e implementación en la plataforma Moodle es integrar una dinámica de interacción entre las herramientas digitales, junto con las evidencias de figuras, fotos e imágenes tomadas de la plataforma virtual de aprendizaje; esto se hace con el propósito aprovechar los recursos digitales y organización de la información entregada al estudiante de manera dinámica.

5.1 Aula virtual de aprendizaje - Moodle

Para ingresar al curso de Medición de Hidrocarburos que se encuentra en el aula virtual de aprendizaje (Moodle) se debe ingresar al enlace www.uis.edu.co que dirige a la página web de la Universidad Industrial de Santander como se visualiza en la Figura 1. Una vez dentro del sitio, se debe ingresar al apartado que se encuentra en la esquina superior derecha, para después ingresar al “Aula Virtual de Aprendizaje”. O puede ingresar directamente al aula virtual de aprendizaje mediante el enlace <https://tic.uis.edu.co/>.

Figura 1.

Ventana web principal de la Universidad Industrial de Santander.



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f).

Cualquiera de estos dos métodos abrirá una pestaña en la que se encuentra el apartado donde debe seleccionar “pregrado” para después ingresar el usuario o código del estudiante y su contraseña. Una vez dentro de la plataforma virtual “Moodle”, se puede ver el botón o la opción “Mis cursos” donde encontrará el curso de la asignatura Medición de Hidrocarburos. Para ingresar al curso de la asignatura mencionada, vale la pena aclarar que solo se podrá si el estudiante se encuentra previamente inscrito o matriculado. Cuando se encuentre dentro del curso debe observar la siguiente imagen mostrada en la Figura 2:

Figura 2.

Página de bienvenida al curso de la asignatura Medición de Hidrocarburos.

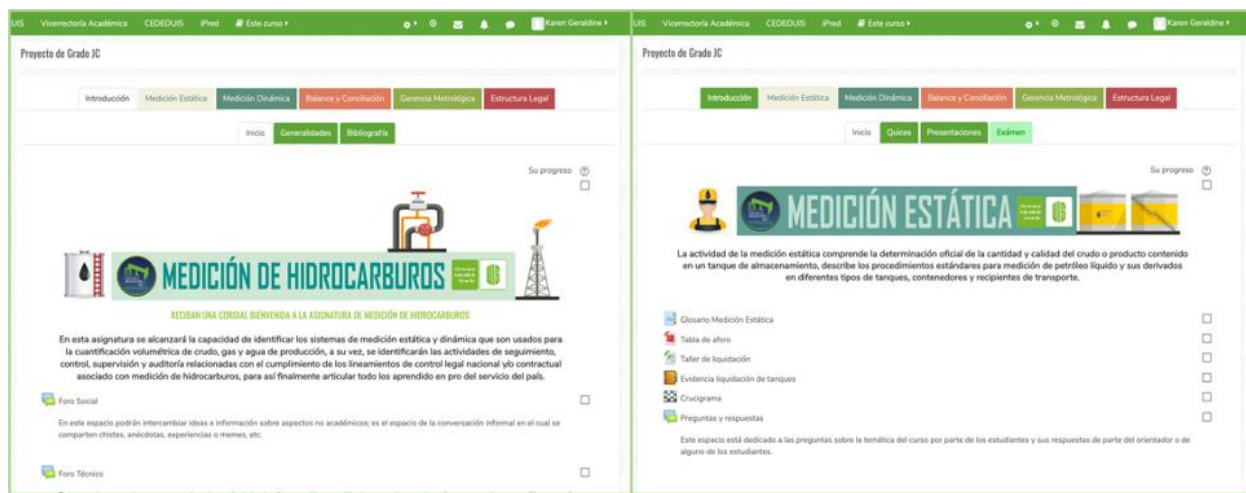


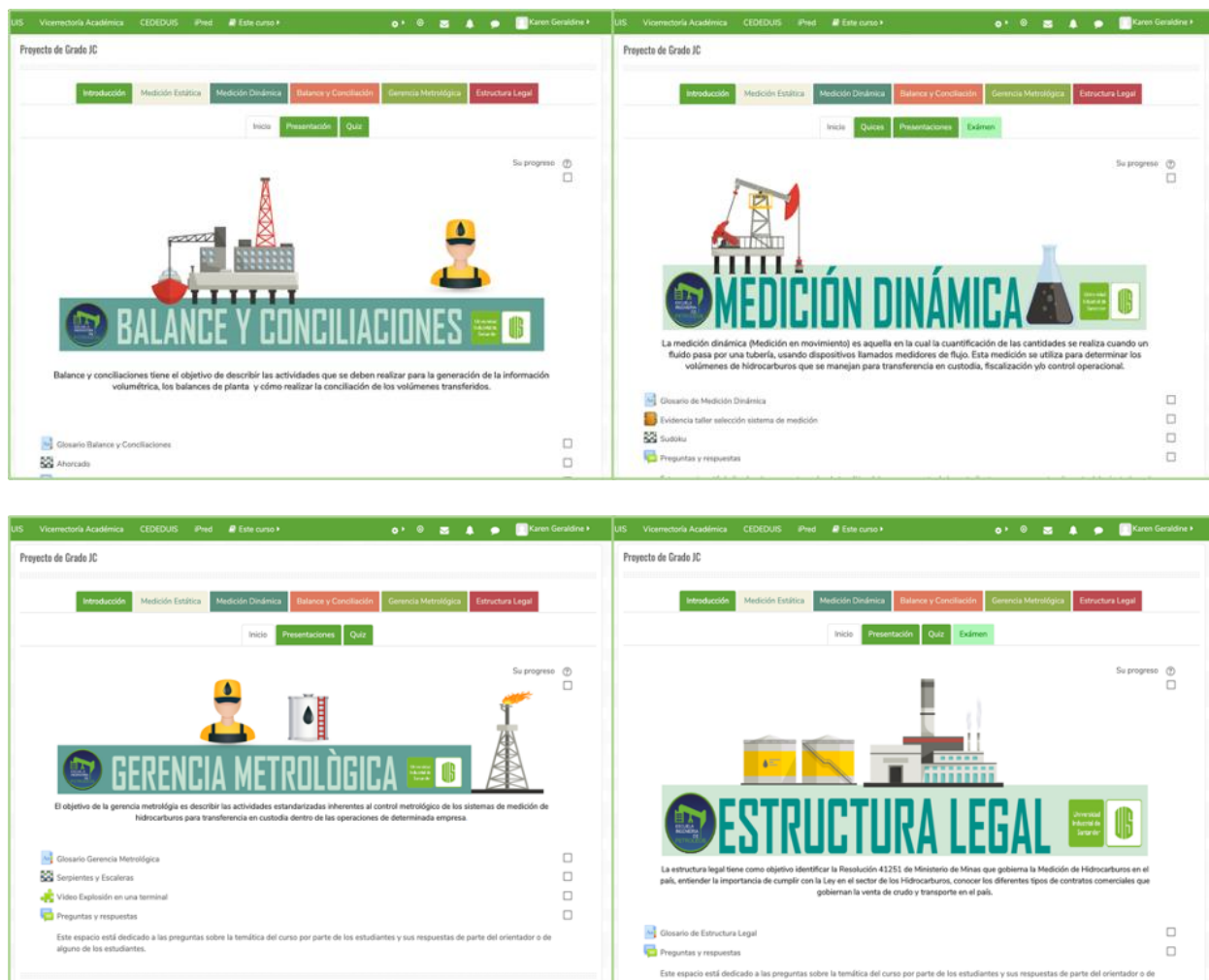
Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f).

Al ingresar, se encuentran en todas las pestañas con las temáticas, una cartelera o etiqueta con una imagen referente a la temática en la parte superior, junto con una breve definición a manera de introducción a la unidad abarcada, tal y como se muestra en la Figura 3.

Figura 3.

Cartelera de la unidad en la plataforma Moodle





Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f).

El estudiante podrá acceder a las diferentes unidades mediante unos botones en la sección superior de la pantalla, y dentro de cada una de ellas también existirán estas mismas pestañas que permiten divagar entre actividades o recursos para cada unidad temática.

5.2 Implementación de herramientas de la plataforma Moodle

Para distribuir las unidades temáticas dentro del aula virtual de aprendizaje, Moodle, se aprovecha la división del contenido de la asignatura para crear una pestaña para cada uno de estos temas a manera de unidad. Dentro de cada una también se subdividen varias pestañas llamadas inicio, quices, presentaciones y examen como se muestra en la Figura 4.

Figura 4.

Distribución de la temática de la asignatura mediante el uso de pestañas.

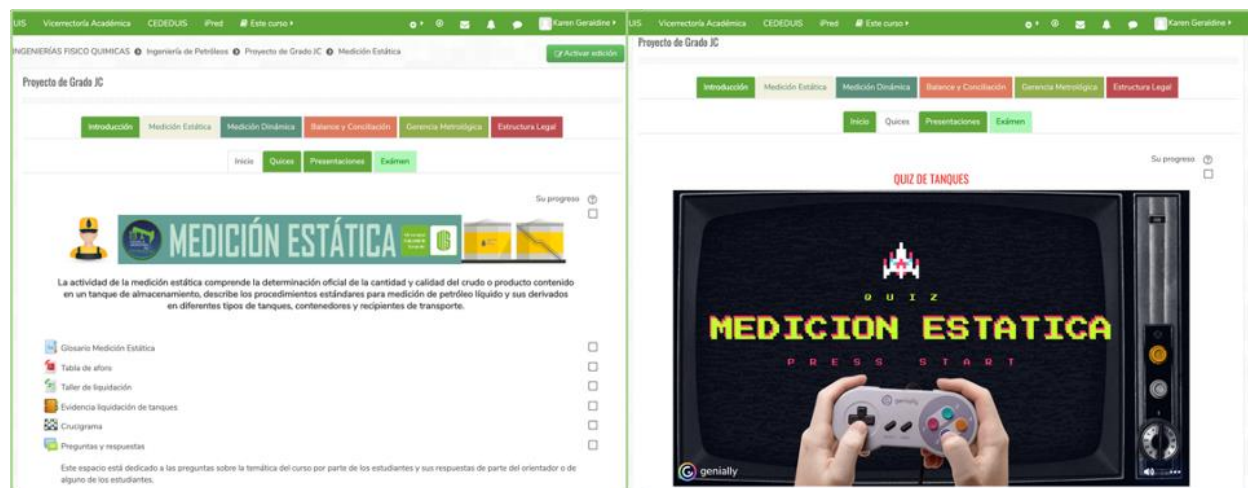


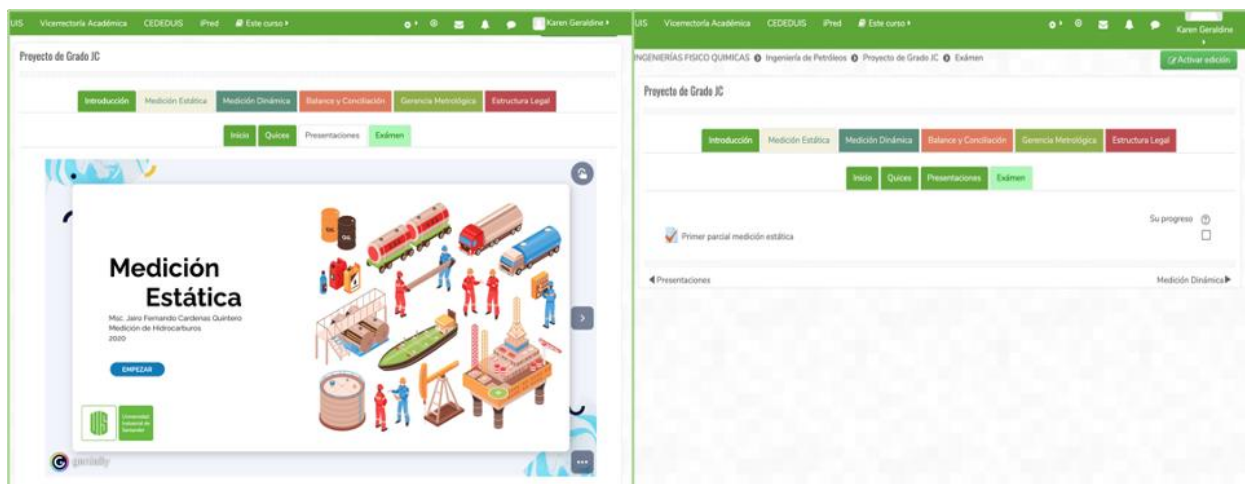
Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f).

Cada pestaña de primer nivel del curso tiene pestañas de “nivel hijo de la pestaña anterior” que están estructuradas de manera similar en cada tema, cuentan con herramientas como glosarios, foros, juegos virtuales, documentos adjuntos en formato PDF, bibliografías, además de herramientas digitales y/o de gamificación, visualizadas en la Figura 5; todo esto para el acceso y distribución de la información de manera dinámica y amigable con el estudiante.

Figura 5.

Vista general de cada subpestaña para la temática medición estática





Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f).

5.3 Etiquetas

El módulo etiqueta permite insertar texto y elementos multimedia en las páginas del curso entre los enlaces a otros recursos y actividades. Las etiquetas son muy versátiles y pueden ayudar a mejorar la apariencia de un curso si se usan cuidadosamente.

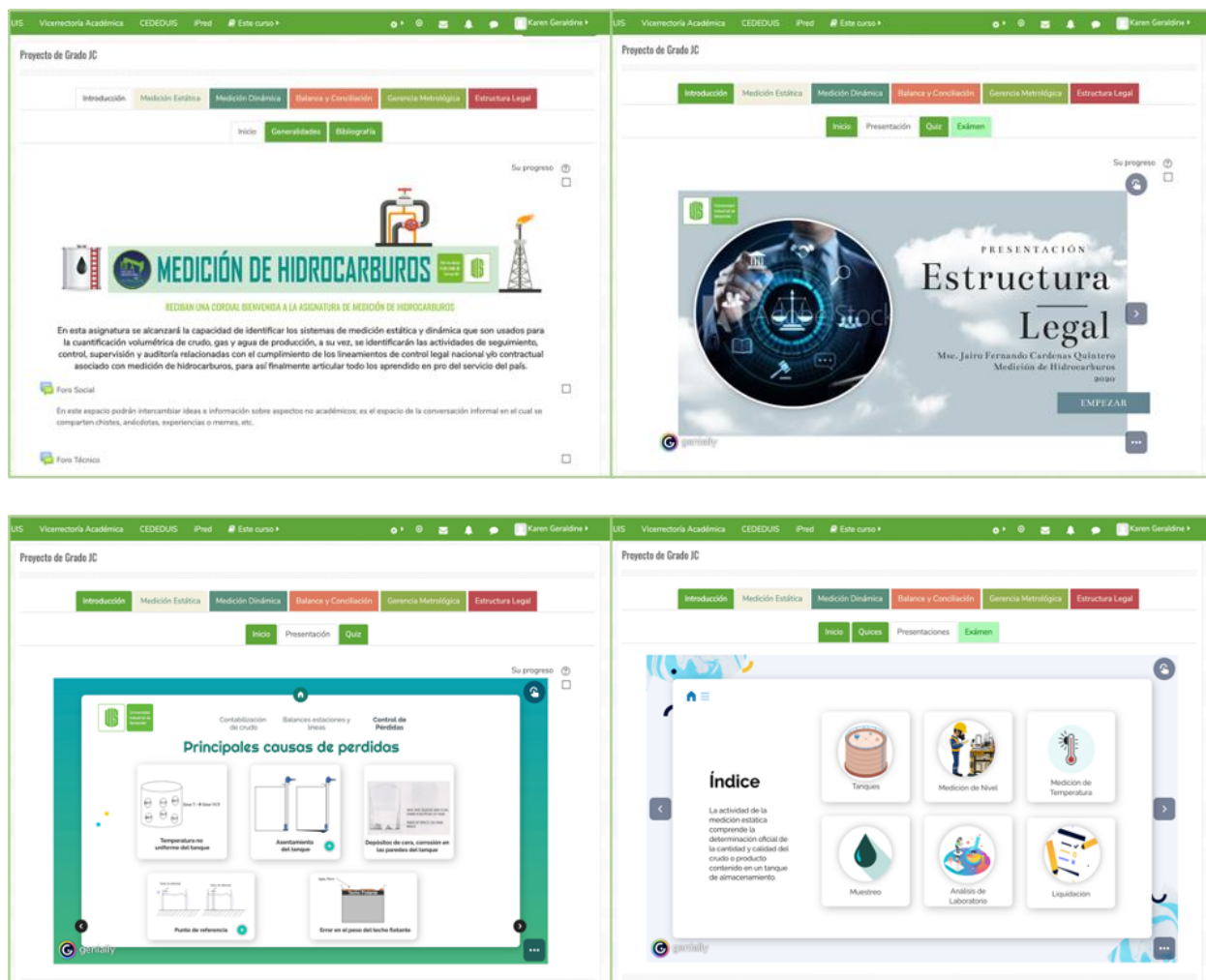
Las etiquetas pueden ser utilizadas

- Para dividir una larga lista de actividades con un subtítulo o una imagen
- Para visualizar un archivo de sonido o vídeo incrustado directamente en la página del curso
- Para añadir una breve descripción de una sección del curso

Para este proyecto se implementa de manera que pudiese mostrar imágenes y pequeños textos referentes a la temática a tratar en la partición adecuada, además permite utilizar herramientas digitales cómo Genial.ly directamente dentro de la plataforma Moodle, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6.

Implementación de la herramienta “etiqueta” dentro de Moodle.



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

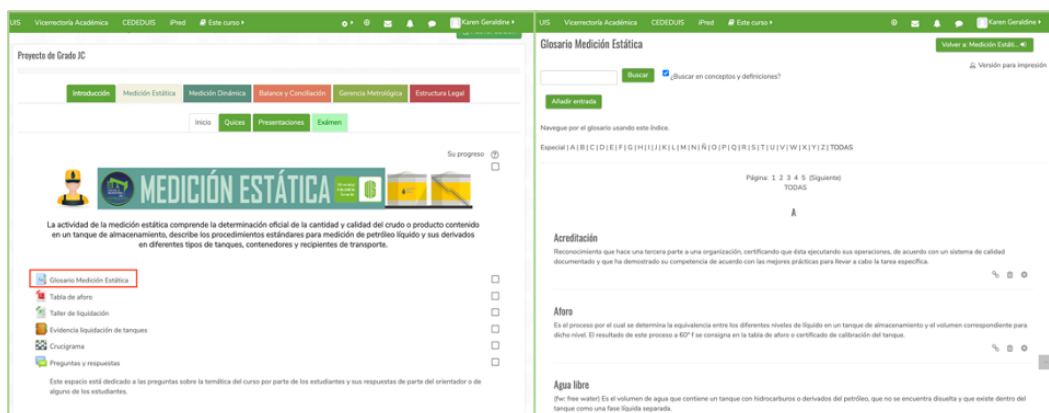
5.3.1 Glosario

Permite conocer los términos y expresiones referentes a las temáticas abarcadas dentro del curso Medición de Hidrocarburos, además de su significado para comprender la temática de

una manera más completa. Todo esto se encuentra organizado de la siguiente manera (véase Figura 6, 7, 8, 9 y 10):

Figura 7.

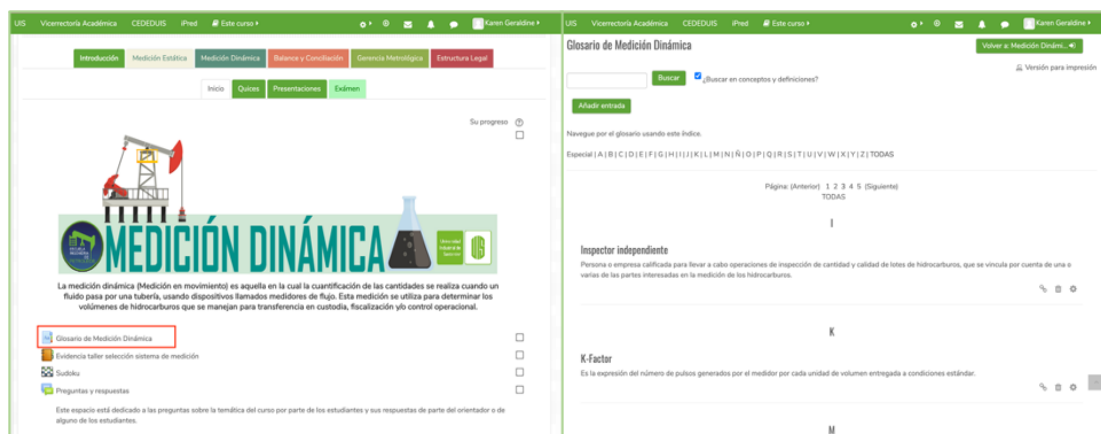
Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática medición estática.



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 8.

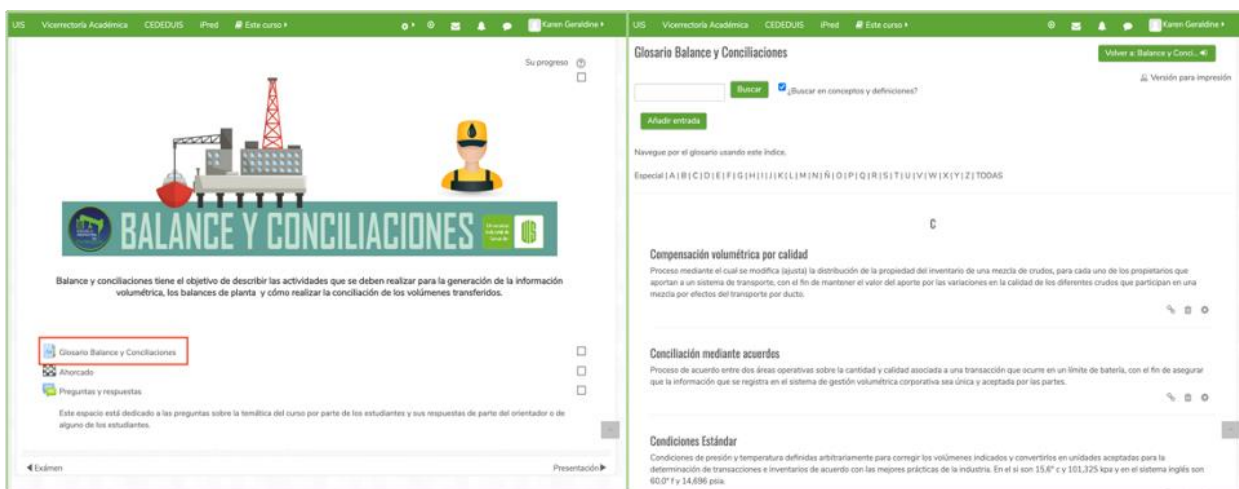
Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática medición dinámica.



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 9.

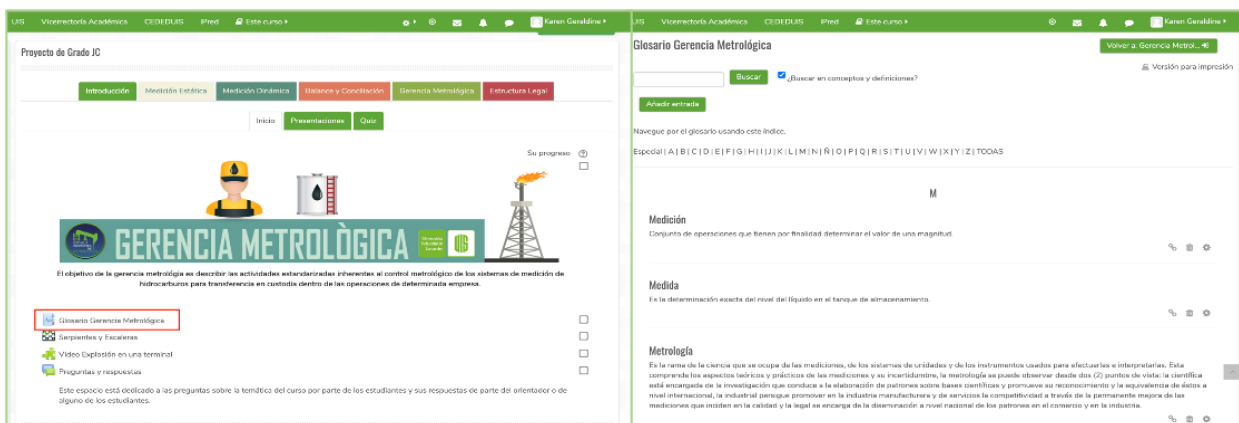
Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática balance y conciliación.



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 10.

Secuencia de ingreso y uso de la herramienta glosario para la temática gerencia metrológica.



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.3.2 Archivos o documentos portátiles

Estos documentos contienen distinto material bibliográfico que es sumamente importante para que el estudiante pueda aprender de una manera precisa la información correspondiente a los manuales y normativas que existen en la industria para el correcto procedimiento que debe ser llevado a cabo a la hora de realizar las mediciones de los hidrocarburos. En la Figura 11 se muestra un ejemplo de un documento portátil, en el que se identifica la tabla de aforo Tanque 80000-1 la cual es de gran importancia para el desarrollo del taller propuesto de liquidación de tanques.

Secuencia de ingreso a un archivo portátil – PDF.

VIA
Vigencia Académica
CEDUCOL
iPhone
Este curso es:

Cuentas Corrientes >

Proyecto de Grado IC

Introducción
Medición Estática
Medición Dinámica
Resistencia y Comportamiento
Resistencia Hidráulica
Extensión Legal

Inicio
Opciones
Presentaciones
Exámenes

Sin progreso

La actividad de la medición estática comprende la determinación oficial de la cantidad y calidad del crudo o producto contenido en un tanque de almacenamiento, describe los procedimientos estándares para medición de pérdidas líquido y sus derivados en diferentes tipos de tanques, contenedores y recipientes de transporte.

Glosario Medición Estática
 Tablas de apoyo
Taller de liquidación
 Evidencia Ejercicios de talleres
 Programa
 Preguntas y respuestas

Este espacio está dedicado a las preguntas sobre la temáticas del curso por parte de los estudiantes y sus respuestas por parte del sustentador o de alguno de los evaluadores.

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.3.3 Cuestionario

El cuestionario es el espacio donde el estudiante encuentra una forma de probar los aprendizajes alcanzados, y el docente una manera de evidenciar el compromiso que el estudiante ha realizado con la asignatura, además de la eficiencia de la metodología implementada para la impartición de las temáticas.

Para las unidades se implementan evaluaciones didácticas a manera de juegos como crucigrama, ahorcado, sudoku, serpientes y escaleras que pueden ser creados a partir de un banco de preguntas preestablecidas o creadas inmediatamente para la prueba a desarrollar. Estos permiten al estudiante recibir su puntuación o calificación inmediatamente después de finalizar el juego, la cual se verá reflejada en la sección de calificaciones de la plataforma.

Por otro lado, a manera de módulo evaluativo se implementa metodologías de evaluación que ofrece la plataforma Moodle, como lo es el cuestionario o parcial, que cuentan con distintos tipos de pregunta, como lo son la selección múltiple con única respuesta, falso o verdadero, y elegir la palabra que deben ser respondidos directamente en la plataforma Moodle (véase Figura 12 y 13). Para esta herramienta, los autores de este proyecto con apoyo del docente encargado crean un banco de preguntas a partir de las temáticas vistas dentro del curso, los cuestionarios al ser configurados toman una cantidad escogida del banco de preguntas, y a partir de esta, el cuestionario es dispuesto al estudiante (Universidad Industrial de Santander, s.f.) .

Este cuestionario también permite la emisión de una calificación directamente en la plataforma Moodle, donde el estudiante al poco tiempo de realizar su cuestionario podrá conocer su desempeño en el mismo.

Figura 12.

Vista general del cuestionario usado en la temática medición estática

The figure displays three sequential screenshots of the Moodle LMS interface, showing the progression through a questionnaire titled 'Proyecto de Grado JC'.

Top Screenshot: Shows the course navigation menu on the left and the main content area with a progress bar. The progress bar includes tabs for 'Introducción', 'Medición Estática', 'Medición Dinámica', 'Balance y Calibración', 'Generación Metodológica', and 'Estructura Legal'. Below the progress bar, there are buttons for 'Inicio', 'Quizes', 'Presentaciones', and 'Exámenes'. A 'Primer parcial medición estática' button is visible.

Middle Screenshot: Shows the 'Primer parcial medición estática' quiz page. It includes a navigation grid for questions 1 through 22. The question text is: '¿Cuándo se fiscaliza un tanque cuál de los siguientes aspectos representa una sana conducta ética para el operador?'. The options are:

- a. Todos los anteriores.
- b. Asegurar que los resultados de la campaña concuerden con los resultados requeridos y aceptados por el cliente.
- c. Asegurar que el trabajo se realiza de acuerdo con las normas APIQASTM.
- d. Asegurar que todas las partes involucradas tengan la información y muestren a tiempo.

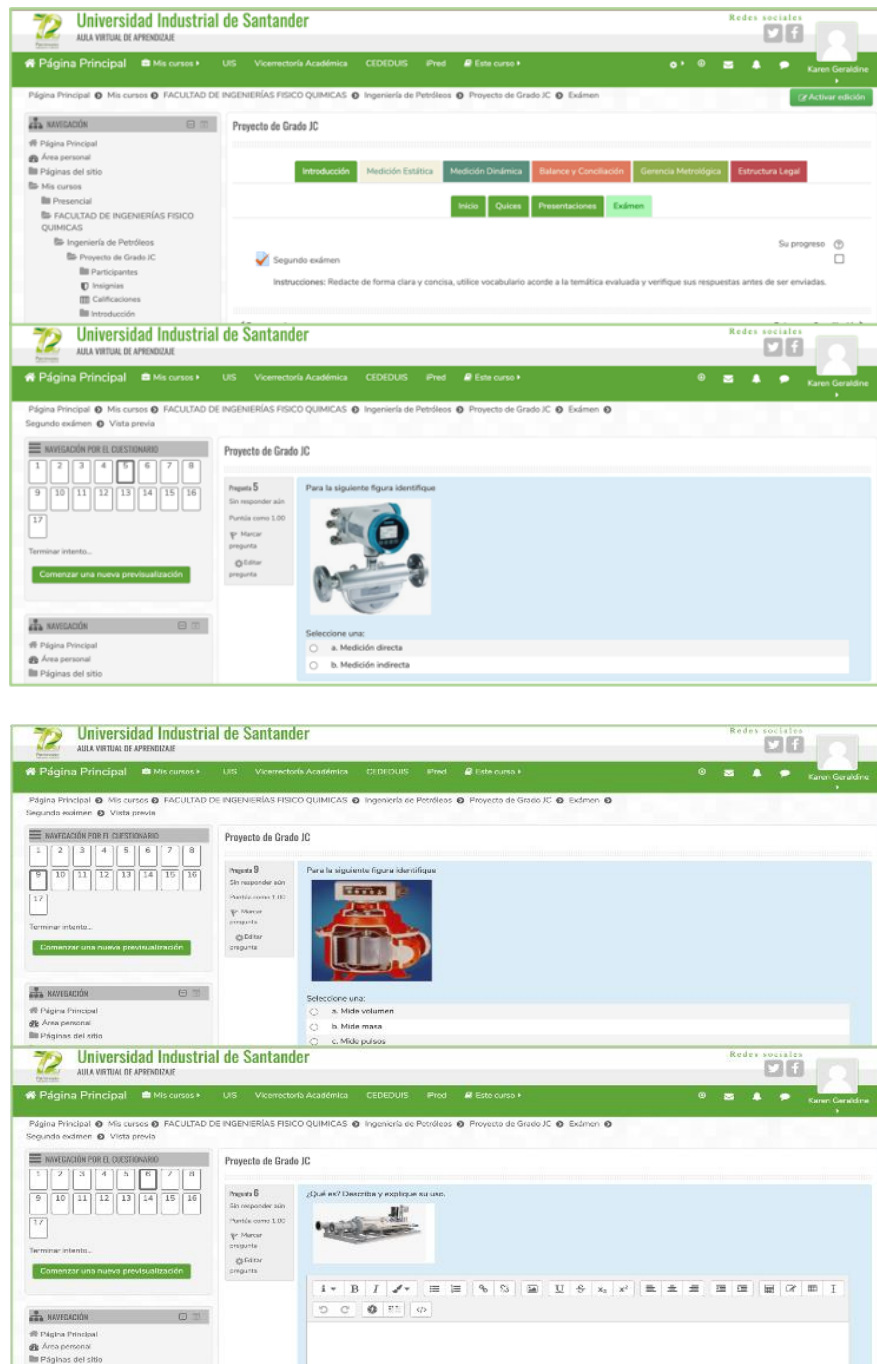
Bottom Screenshot: Shows the 'Segundo parcial medición estática' quiz page. The question text is: 'Los elementos secundarios son aquellos elementos que están directamente relacionados con la variable a medir y la convierten, mediante alguna ley física, en otro tipo de señal ya sea de la misma o diferente naturaleza, pero sí con diferentes características.'. The options are:

- a. Verdadero
- b. Falso

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 13.

Vista general del cuestionario usado en la temática medición dinámica



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.3.4 *Foros*

El módulo de actividad foro permite a los participantes tener discusiones asincrónicas, es decir discusiones que tienen lugar durante un período prolongado de tiempo. Hay varios tipos de foro para elegir, como el foro estándar donde cualquier persona puede iniciar una nueva discusión en cualquier momento, un foro en el que cada alumno puede iniciar una única discusión, o un foro de pregunta y respuesta en el que los estudiantes primero deben participar antes de poder ver los mensajes de otros estudiantes. El profesor puede permitir que se adjunten archivos a las aportaciones al foro. Las imágenes adjuntas se muestran en el mensaje en el foro (Universidad Industrial de Santander, s.f.).

Los estudiantes pueden suscribirse a un foro para recibir notificaciones cuando hay nuevos mensajes en el foro; los mensajes son enviados por la plataforma en donde el profesor puede establecer el modo de suscripción, opcional, forzado o auto, o prohibir completamente la suscripción. Si es necesario, los estudiantes pueden ser bloqueados a la hora de publicar más de un número determinado de mensajes en un periodo fijo de tiempo; esta medida puede evitar que determinadas personas dominen las discusiones.

Los mensajes en el foro pueden ser evaluados por profesores o estudiantes (evaluación por pares). Las clasificaciones pueden agregarse a una calificación final que se registra en el libro de calificaciones.

Los foros tienen muchos usos, como, por ejemplo:

- Un espacio social para que los estudiantes se conozcan.
- Para los avisos del curso (usando un foro de noticias con suscripción forzada).
- Para discutir el contenido del curso o de materiales de lectura.

- Para continuar en línea una cuestión planteada previamente en una sesión presencial.
- Para discusiones solo entre profesores del curso (mediante un foro oculto).
- Un centro de ayuda donde los tutores y los estudiantes pueden dar consejos.
- Un área de soporte uno-a-uno para comunicaciones entre alumno y profesor (usando un foro con grupos separados y con un estudiante por grupo).
- Para actividades complementarias, como una "lluvia de ideas" donde los estudiantes puedan reflexionar y proponer ideas (Universidad Industrial de Santander, 2020).

Para la implementación de este proyecto los foros están dispuestos a los estudiantes de tres maneras, la primera, un foro social, ilustrado en la Figura 14; en este espacio podrán intercambiar ideas e información sobre aspectos no académicos; es el espacio de la conversación informal en el cual se comparten chistes, anécdotas, experiencias o memes, etc. De esta manera la no presencialidad podría llevarse de una manera en que tenga un menor impacto en la carencia de socialización que se vive en un aula física, con esto permitir al estudiante incluir sus relaciones interpersonales en la plataforma digital.

Figura 14.

Foro social



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

El segundo tipo de foro es el foro técnico, ilustrado en la Figura 15; este espacio es para las preguntas sobre el manejo de la plataforma y el intercambio de percepciones sobre cómo avanza el curso, qué les gustaría adicionar o qué temas complementarios les gustaría tratar. Este foro es importante para la transición que muchos estudiantes enfrentan al llevar su carga académica frente a una pantalla de manera digital, dentro de este no solo podrán tener más información de cómo utilizar las herramientas dispuestas en el Moodle, también recircular el flujo de información al realizar retroalimentación para el docente acerca del manejo del curso y de la disposición de las herramientas.

Figura 15.

Foro técnico



Su progreso 

MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Universidad Industrial de Santander

RECIBAN UNA CORDIAL BIENVENIDA A LA ASIGNATURA DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS

En esta asignatura se alcanzará la capacidad de identificar los sistemas de medición estática y dinámica que son usados para la cuantificación volumétrica de crudo, gas y agua de producción, a su vez, se identificarán las actividades de seguimiento, control, supervisión y auditoría relacionadas con el cumplimiento de los lineamientos de control legal nacional y/o contractual asociado con medición de hidrocarburos, para así finalmente articular todo lo aprendido en pro del servicio del país.

 **Foro Social** 

En este espacio podrán intercambiar ideas e información sobre aspectos no académicos; es el espacio de la conversación informal en el cual se comparten chistes, anécdotas, experiencias o memes, etc.

 **Foro Técnico** 

Este espacio es para las preguntas sobre el manejo de la plataforma y el intercambio de percepciones sobre cómo avanza el curso, qué les gustaría adicionar o qué temas complementarios les gustaría tratar.

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

El tercer tipo de foro, son los foros de preguntas y respuestas, ilustrado en la Figura 16; estos son espacios dedicados a las preguntas sobre la temática del curso por parte de los participantes y sus respuestas de parte del orientador o de alguno de los participantes. Aunque los estudiantes posean el material dentro de la plataforma para poder estudiar y repasar sus conocimientos respecto a la medición de hidrocarburos, no evita que puedan surgir dudas dentro de los asistentes a este curso, por esta razón se implementa este foro, en el que los estudiantes pueden dejar planteadas sus inquietudes para que bien sea el docente, o algún compañero con conocimiento al respecto la pueda resolver.

Figura 16.

Foro preguntas y respuestas



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

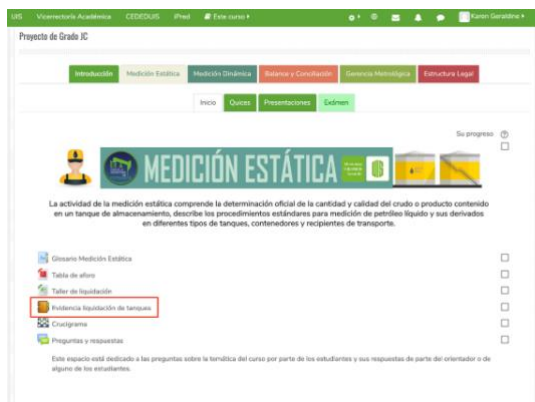
5.3.5 Evidencia

Dentro de la plataforma Moodle, se encuentra esta herramienta muy sencilla, además de muy útil, la cual brinda un espacio al estudiante para cargar un archivo según lo requiera o solicite el docente.

Para el curso de medición de hidrocarburos, se implementó para que el estudiante tenga un espacio donde subir la solución a dos talleres propuestos, el primero “taller de liquidaciones” (véase Figura 17), donde el estudiante en cuestión debe, a partir de las tablas de aforo entregadas, en conjunto con las propiedades del líquido de un tanque, realizar la liquidación de dicho escenario, subiendo un archivo con todo el procedimiento que atravesó para llegar a la respuesta. En la segunda evidencia, el estudiante debe cargar la solución a un taller de medición dinámica, llamada “selección de sistema de medición” (véase Figura 18), el cual se desarrolla en grupos que deben hacer el papel de compañía de hidrocarburos, cuya labor es interpretar las propiedades entregadas de un crudo, a partir del cual toman y exponen el camino para la decisión adecuada de dicho sistema.

Figura 17.

Evidencia taller de liquidación de tanques



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 18.

Evidencia taller selección de sistema de medición

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.3.6 Calificaciones

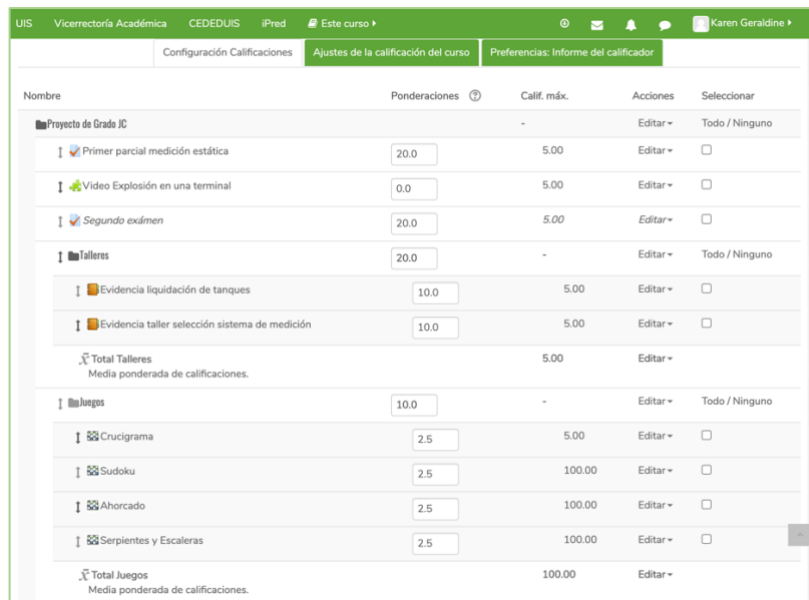
El sistema de calificaciones de la plataforma funciona bajo una media de calificación ponderada, donde cada aprobación va a depender directamente del docente a cargo de la asignatura, junto con la calificación máxima, como también las fechas de entrega, tiempo de realización de los cuestionarios y demás condiciones que lleven la reglamentación del curso estipulada al inicio de cada semestre (véase Figura 19). Bajo la configuración adecuada, estas calificaciones pueden verse reflejadas directamente en el sitio web de la Universidad Industrial de Santander, en la que una vez que el estudiante realice estos cuestionarios y obtenga su calificación, podrá conocer su desempeño en su perfil estudiante dentro del portal de la universidad.

Una gran ventaja para el docente con esta herramienta es que, una vez emitida las notas de los estudiantes con sus respectivas ponderaciones en Moodle, estas pueden ser exportadas

directamente a la plataforma de la Universidad Industrial de Santander sin necesidad digitar nuevamente porcentajes o notas por parte del docente.

Figura 19.

Listado de calificaciones con porcentajes de exámenes y actividades del curso



Nombre	Ponderaciones	Calif. máx.	Acciones	Seleccionar
Proyecto de Grado IC	-	-	Editar	Todo / Ninguno
Primer parcial medición estática	20.0	5.00	Editar	☐
Video Explosión en una terminal	0.0	5.00	Editar	☐
Segundo examen	20.0	5.00	Editar	☐
Talleres	20.0	-	Editar	Todo / Ninguno
Evidencia liquidación de tanques	10.0	5.00	Editar	☐
Evidencia taller selección sistema de medición	10.0	5.00	Editar	☐
Total Talleres Media ponderada de calificaciones.		5.00	Editar	
Juegos	10.0	-	Editar	Todo / Ninguno
Crucigrama	2.5	5.00	Editar	☐
Sudoku	2.5	100.00	Editar	☐
Ahorcado	2.5	100.00	Editar	☐
Serpientes y Escaleras	2.5	100.00	Editar	☐
Total Juegos Media ponderada de calificaciones.		100.00	Editar	

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.4 Implementación de herramientas externas digitales de aprendizaje u objetos virtuales de aprendizaje (OVA) en Moodle

En el contexto nacional, en el portal Colombia Aprende, se define como un objeto virtual y mediador pedagógico, diseñado intencionalmente para un propósito de aprendizaje y que sirve a los actores de las diversas modalidades educativas. Mientras Leguizamón et al. (2013) lo define como: “todo material estructurado de una forma significativa, asociado a un propósito educativo y que corresponda a un recurso de carácter digital que pueda ser distribuido y consultado a través de la Internet” (p.15). En el ámbito internacional y con un concepto más

estructurado se tiene que un Objeto de Aprendizaje es cualquier entidad digital o no digital que puede ser usada, reusada o referenciada para el aprendizaje soportado en tecnología.

Aprovechando el creciente acceso a internet que viven la sociedad y los estudiantes hoy día, tanto por la rapidez como por la disminución en el costo del servicio, las herramientas digitales se han visto más involucradas en los procesos de enseñanza – aprendizaje, esto ha conllevado a que los entornos virtuales audiovisuales despierten mayor motivación en la población estudiantil para poder llevar sus métodos educativos de una manera más amena.

5.4.1 *Cuenta de correo electrónico exclusivo para la asignatura*

El correo electrónico es un sistema de mensajería digital mediante el cual las partes con información de la cuenta del otro pueden enviar y recibir mensajes con el fin de mantener una conversación, enviar o adjuntar documentos, imágenes, o archivos multimedia.

Para este curso de la asignatura Medición de Hidrocarburos se creó una cuenta de correo electrónico exclusivamente con el propósito de llevar la comunicación entre el docente y los estudiantes del curso, esta cuenta tiene como fin ser implementada para que se pueda enviar información adicional, archivos de interés, artículos referentes a la industria, algún tipo de solicitud o excusa al docente, entre otros tantos usos que pueden ser aplicados. De igual manera, durante la realización de diferentes actividades didácticas como presentaciones, quices, juegos y entre otras, se utilizó como registro en las diferentes plataformas (Genial.ly, Educaplay) la cuenta de correo electrónico mencionada, hecho que facilita la edición de dichas actividades de ser necesario.

5.4.2 *Genial.ly*

Genial.ly es una plataforma multifuncional en línea donde se ofrece un conjunto de herramientas para la creación de diferentes tipos de contenidos digitales que pueden ser utilizados en la Enseñanza y el Aprendizaje. Con esta herramienta en línea, se pueden crear (entre otras cosas):

- Gráficos
- Imágenes
- Y presentaciones interactivas

Genial.ly te permite superponer estos documentos pulsando botones que te permiten abrir una pequeña ventana “emergente” con texto y/o una imagen, redirigir a un sitio web y reproducir un archivo de audio o vídeo (E-learning Master, 2018).

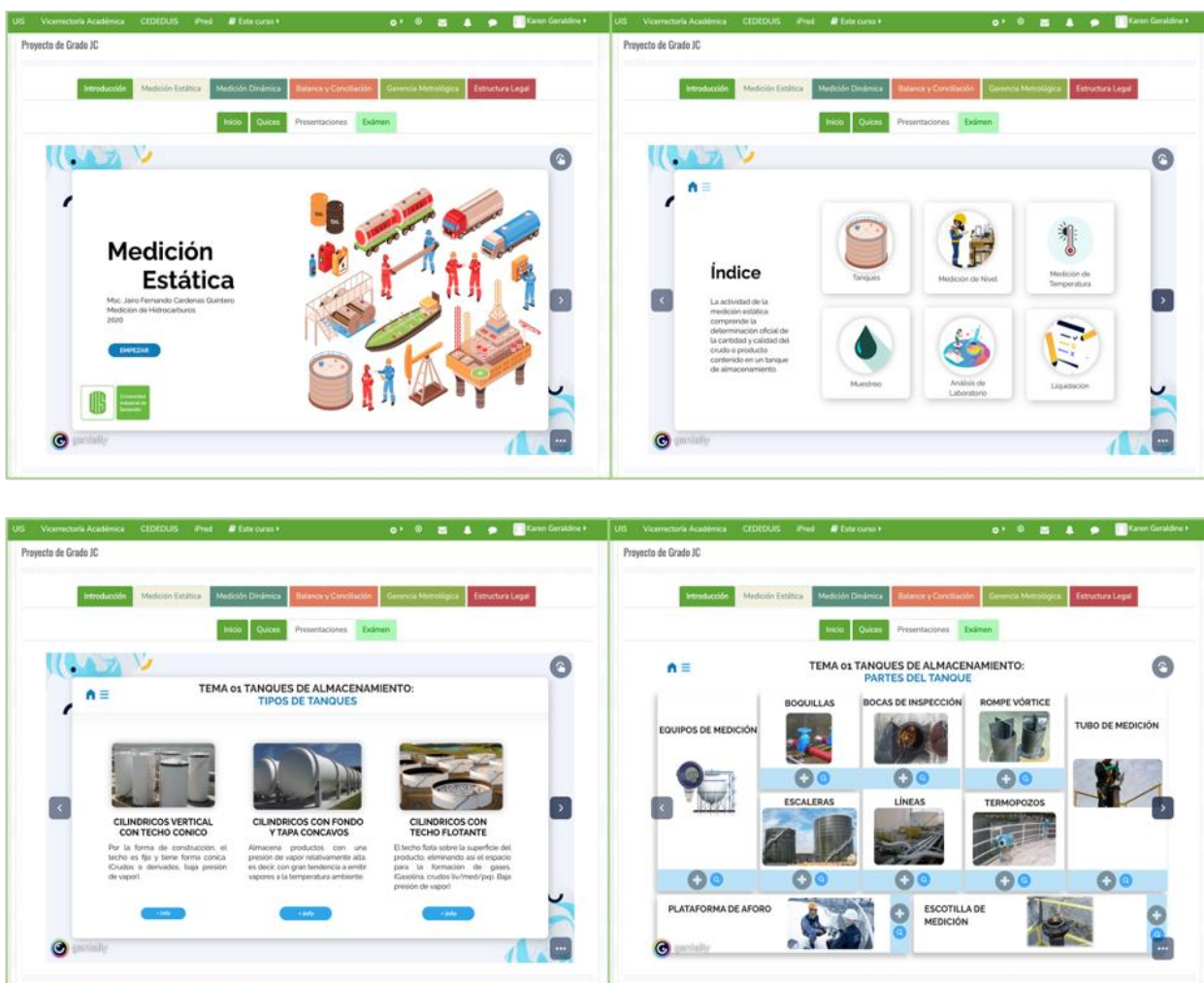
Y, además, Genial.ly incorpora multitud de funciones de edición como la adición de texto, iconos, ilustraciones, imágenes, formas, gráficos y tablas. Incluso es posible crear mapas interactivos, mini-sites o juegos más serios como Escape Game.

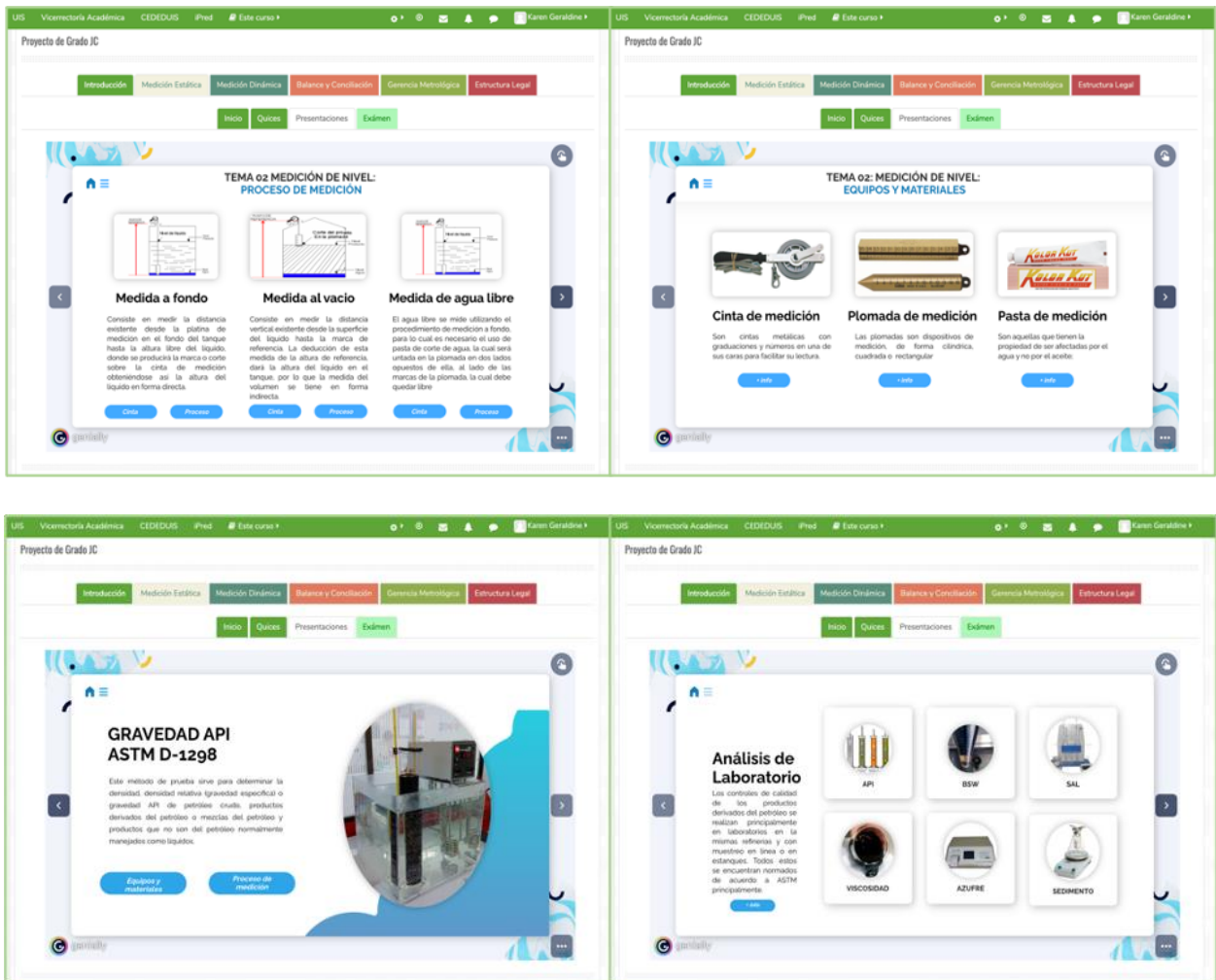
Para este proyecto la herramienta Genial.ly se implementa, entre otras cosas, para presentar la información que suele ser entregada al estudiante de una manera plana, como textos de extensiones que el estudiante en ocasiones no culmina, de una manera más dinámica, donde el estudiante interactúa con la herramienta, la explora y adquiere el conocimiento con mayor facilidad, esto gracias a la “presentación”, sección de Genial.ly que permite realizar una presentación de la temática a ilustrar de la manera que el autor lo escoja, en la que puede integrar imágenes interactivas, botones, figura, ilustraciones y una línea de flujo proactiva para el estudiante. En las Figuras 20, 21, 22, 23 y 24 se visualiza de forma general las presentaciones

que se diseñaron e implementaron para las unidades de medición estática, medición dinámica, balance y conciliación, gerencia metrológica y estructura legal, respectivamente (E-learning Master, 2018).

Figura 20.

Vista general de algunas presentaciones de medición estática en Moodle





Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 21.

Vista general de algunas presentaciones de medición dinámica en Moodle

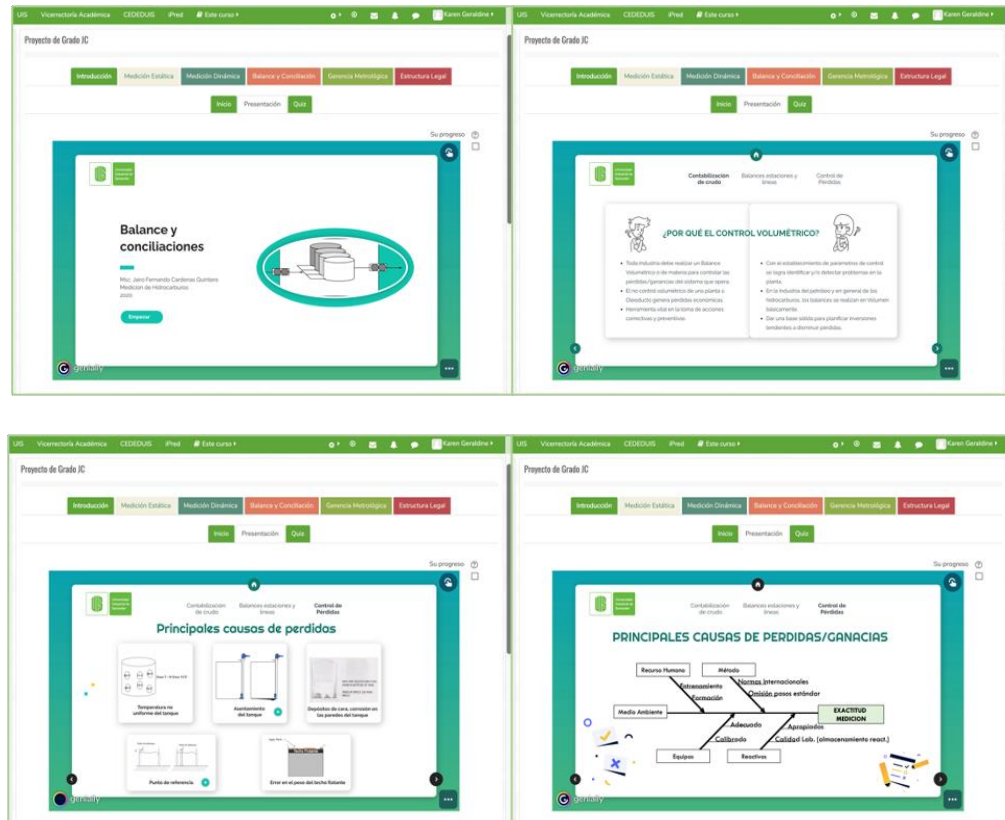
The image displays six screenshots of the Moodle course interface for 'Medición de Hidrocarburos' (Measurement of Hydrocarbons). The interface is organized into a grid of six panels, each showing a different page from the course.

- Top Left:** The 'Medición Dinámica' (Dynamic Measurement) page. It features a large illustration of industrial equipment and a sidebar with navigation links: Introducción, Medición Estática, Medición Dinámica, Balance y Conciliación, Generación Metodológica, and Estructura Legal. Below the main content, there are buttons for 'Inicio', 'Quizes', 'Presentaciones', and 'Exámenes'.
- Top Right:** The 'Índice' (Index) page. It shows a grid of icons representing different sections: Introducción, Medición del flujo, Muestreo, Probadores, Quiz, and Bibliografía. A sidebar on the right indicates 'Su progreso' (Your progress).
- Middle Left:** The 'MEDIDOR MASICO TIPO CORIOLIS' (Coriolis Mass Flowmeter) page. It includes a detailed diagram of the device and text explaining its operation based on the Coriolis effect. Navigation buttons for 'Leer más' and 'PLAY' are visible.
- Middle Right:** The 'LIQUIDACIÓN DE VOLÚMENES' (Volume Liquidation) page. It displays a complex flowchart diagram showing the relationship between various parameters like 'Lectura final', 'Lectura inicial', 'Pulsos base', 'K factor', 'IV', 'Temperatura CTL', 'Presión CPL', 'CCF', 'GSV', 'NSV', 'Muestreo del medidor', '% Agua', '% Sedimento', and '% CSW'.
- Bottom Left:** The 'Probadores Compactos' (Compact Provers) page. It compares 'UNDIRECCIONALES' (Unidirectional) and 'BIDIRECCIONALES' (Bidirectional) types, explaining their operation and calibration. Navigation buttons for 'Leer más' and 'VUE' are present.
- Bottom Right:** The 'MEDIDOR TIPO ULTRASONICO' (Ultrasonic Flowmeter) page. It features a photograph of the device and text describing its use for measuring flow in pipes. Navigation buttons for 'Leer más' and 'PLAY' are visible.

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 22.

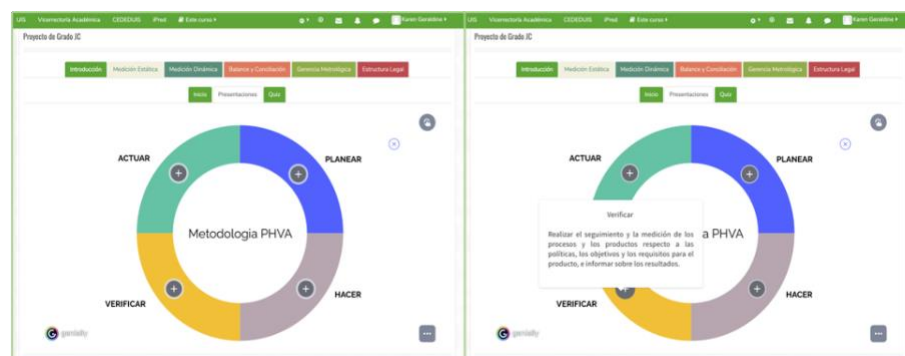
Vista general de algunas presentaciones de balance y conciliación en Moodle



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.)

Figura 23.

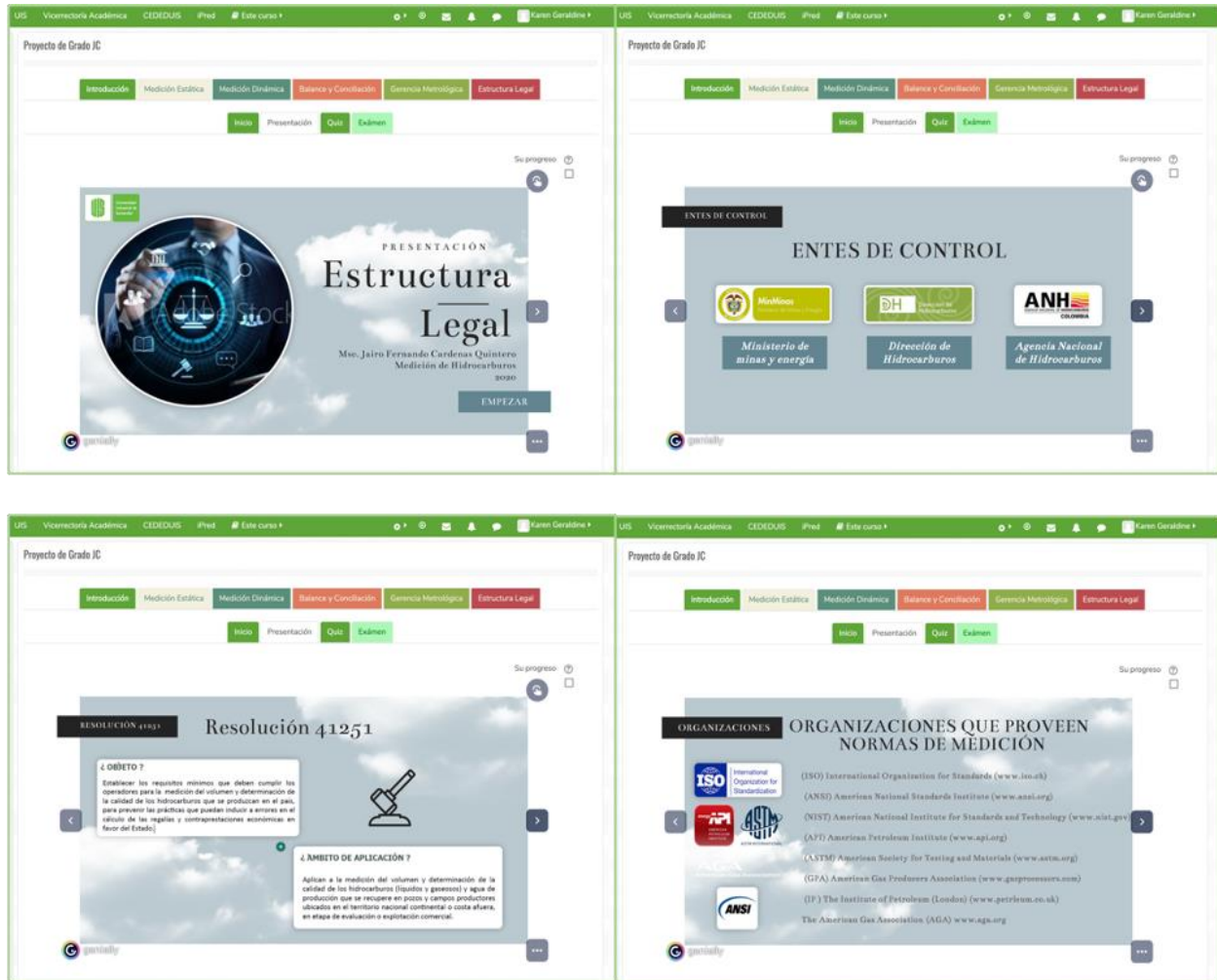
Vista general de algunas presentaciones de gerencia metrológica en Moodle



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

Figura 24.

Vista general de algunas presentaciones de estructura legal en Moodle



Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.4.3 Educaplay

Es una plataforma virtual que se utiliza para la creación de actividades educativas multimedia con un resultado profesional. Esta herramienta permite crear técnica de representación gráfica como mapas, adivinanzas, crucigramas y demás con la posibilidad de añadir textos, videos, imágenes y sonidos logrando de esta manera estimular a docentes y a estudiantes al momento de la explicación (Acuña, Castillo, & Ruíz, 2018)

Para la asignatura medición de hidrocarburos la herramienta Educaplay se implementó a manera de un video quiz, con el fin que el estudiante amplié un poco más su conocimiento al abordar algunos temas vistos en clase, con esto pueden evidenciar la importancia de tener una estricta gerencia metrológica en el área que se labora con algunas prácticas de medición de hidrocarburos dentro de un campo de acción más real. A medida que el estudiante visualiza el contenido del video “Explosión en la terminal de Caribbean Petroleum (CSB Video with Spanish Subtitles)” una serie de preguntas se despliega cada cierto periodo de tiempo, estas se ubican en puntos clave del video, motivando al continuo enfoque y concentración del estudiante en el contenido informativo que está captando, con esto el estudiante va afianzando su conocimiento y seguidamente es evaluado. Esta calificación se ve reflejada directamente en la plataforma Moodle, con su respectivo porcentaje respecto a la materia. El estudiante puede observar esta calificación dentro de la misma plataforma, facilitando la revisión de su progreso académico, y permitiéndole al profesor llevar un registro con evidencia adjunta del trabajo realizado por sus estudiantes.

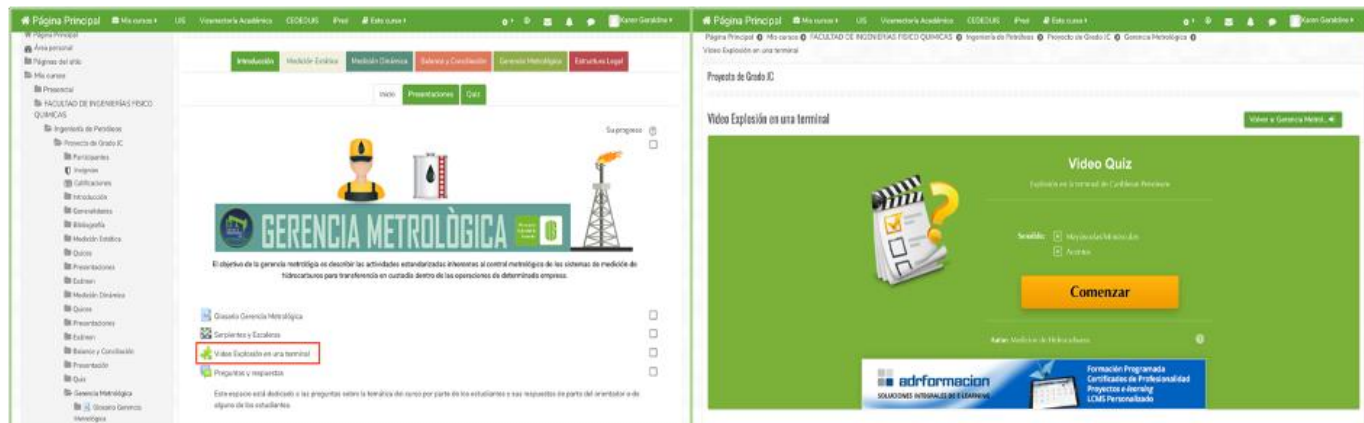
Esta herramienta tiene la facilidad de poder ser integrada en la plataforma Moodle, mediante el ingreso de enlaces virtuales y claves de usuario que la herramienta Educaplay brinda al docente, esto quiere decir que el estudiante no debe acceder a enlaces externos para participar en dicha actividad. Esta también permite que el docente pueda configurar los intentos, la calificación y la ponderación de la actividad respecto a la totalidad del curso.

En el momento que el estudiante ingrese a la actividad del video quiz (véase Figura 25), este debe visualizar un video en el cual se despliegan preguntas a medida que transcurre el video, el estudiante debe dar respuesta a las preguntas realizadas para poder continuar con la

visualización hasta llegar al final de este. Al finalizar todo el video junto con las preguntas la plataforma genera una puntuación la cual queda guardada en el curso actual del estudiante.

Figura 25.

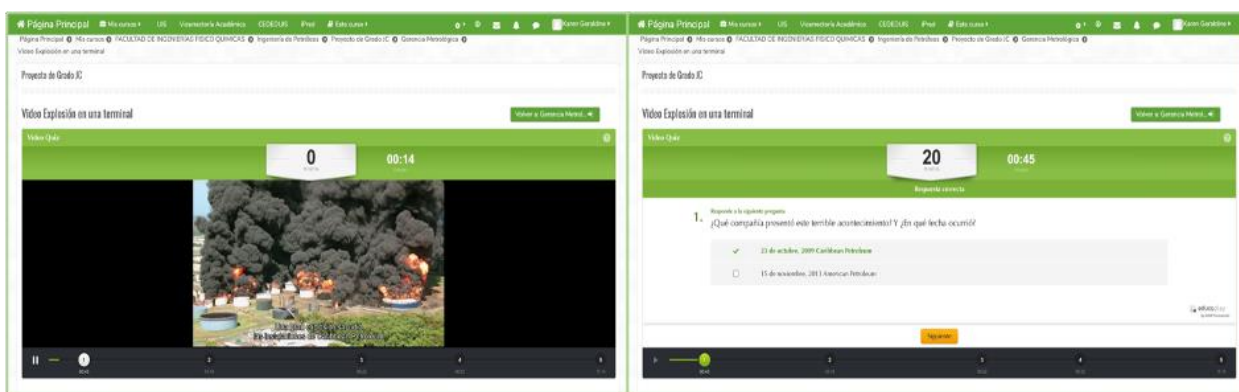
Secuencia de ingreso a la herramienta Educaplay en Moodle



Nota: Amangado, (2010).

Figura 26.

Inicio del video en la herramienta Educaplay

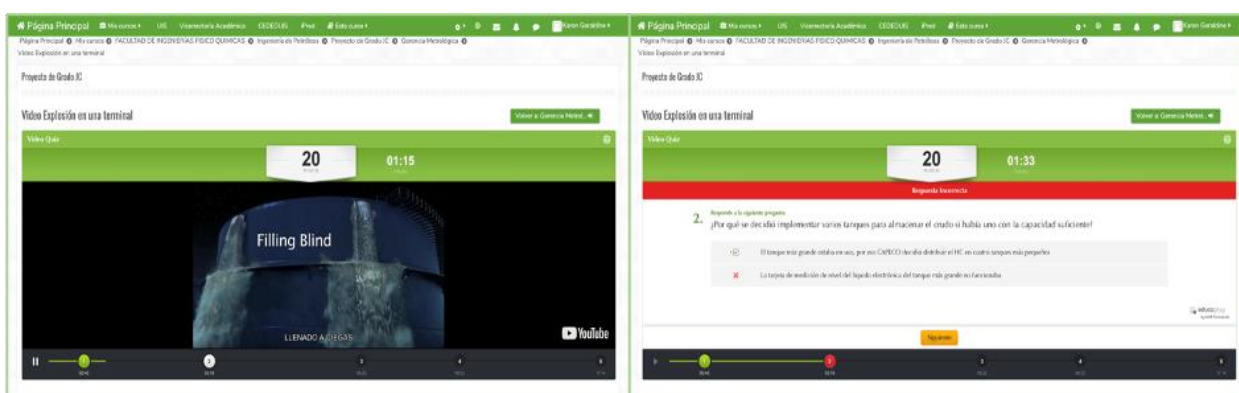


Nota: Amangado, (2010).

El video dará inicio junto con el tiempo que será contabilizado por la aplicación (véase Figura 26). El estudiante no tiene límite de tiempo ni cuenta con un número limitado de pausas en el video. El docente puede hacer conteo de tiempo para saber si el estudiante ha visto o no el video completo de la explicación.

Figura 27.

Pregunta y puntaje alcanzado



Nota: Amangado, (2010).

En la parte final de la actividad, se podrá observar el puntaje, la corrección de la actividad y el respectivo tiempo que se tardó el estudiante en observar el video y contestar las preguntas (véase Figura 27). Si el estudiante quiere mejorar su tiempo o su puntaje puede optar por volver a jugar.

5.5 Herramientas de gamificación

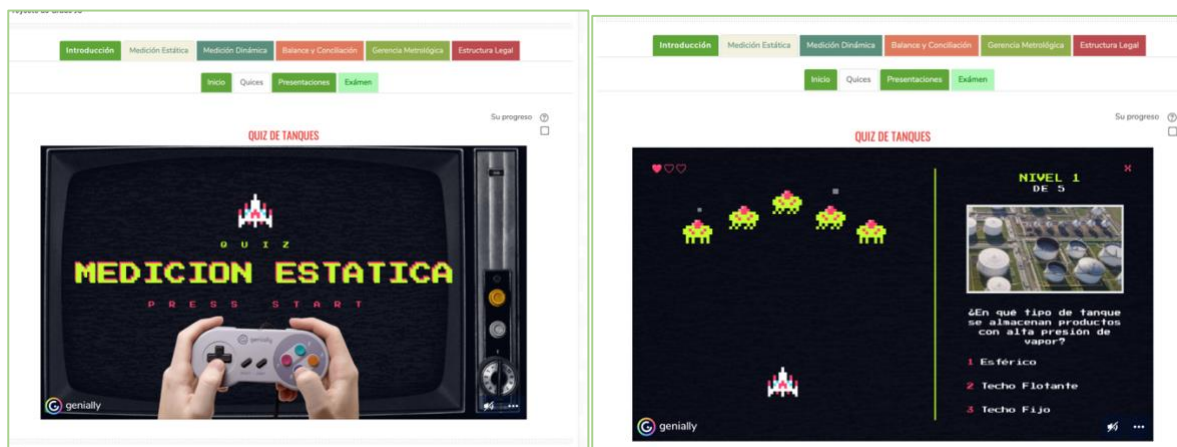
La gamificación consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en contexto que no son juegos para involucrar a los usuarios y resolver problemas (Zicherman & Cunningham, 2011).

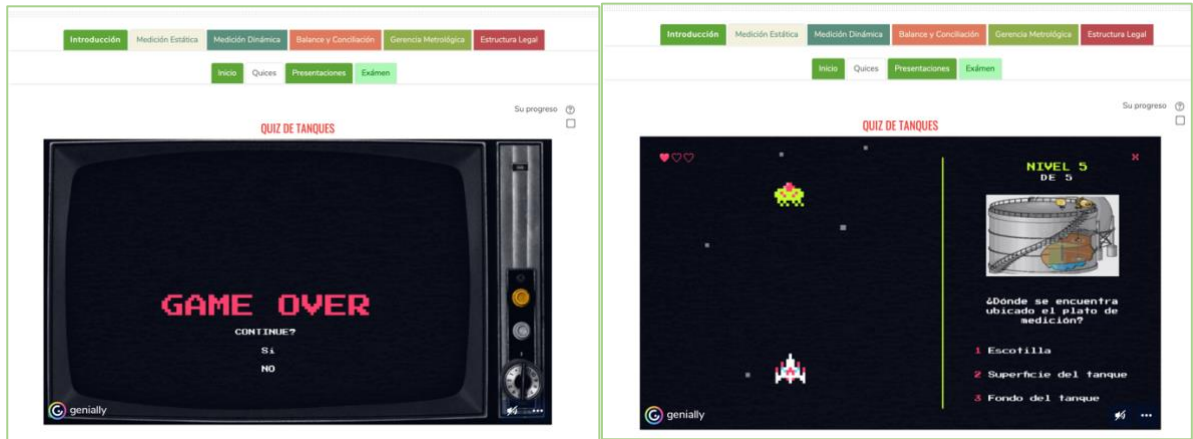
Este tipo de aprendizaje permite que las metodologías de formación adquieran un carácter lúdico, que facilita la interiorización de conocimientos de una forma más divertida, y dinámica, generando una experiencia distinta, que a su vez es gratificante para el estudiante. El modelo de juego realmente funciona porque consigue motivar a los alumnos, desarrollando un mayor compromiso, incentivando el ánimo de superación y sana competencia. Se utilizan una serie de técnicas dinámicas que manejan el concepto que se encuentra en los juegos (Gaitán, 2013).

Las herramientas de gamificación son aquellas que permiten implementar las didácticas o dinámicas mencionadas a manera de método de enseñanza – aprendizaje. Existe una amplia gama de herramientas disponibles, varias de ellas con permiso de uso gratuito para que la docencia tenga esta opción de metodología. Para este proyecto se tomó la decisión de emplear dos herramientas principalmente: Juegos inherentes a la plataforma Moodle, y una sección de la anteriormente mencionada Genial.ly. En la Figura 28 se ilustra uno de los juegos implementados a forma de quiz en la unidad de medición estática.

Figura 28.

Vista general de un juego a modo de quiz en Moodle.





Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

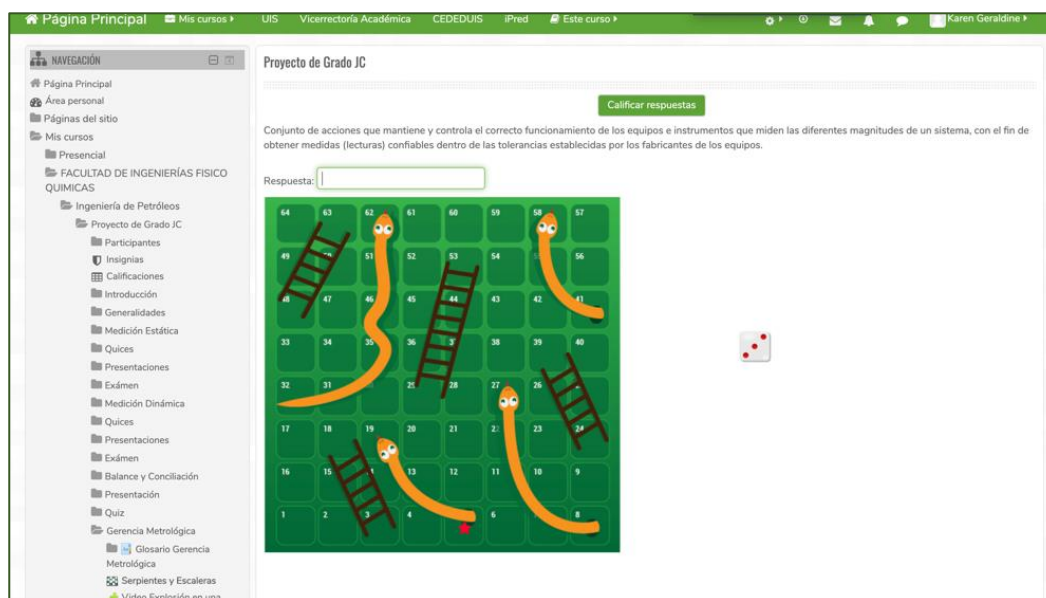
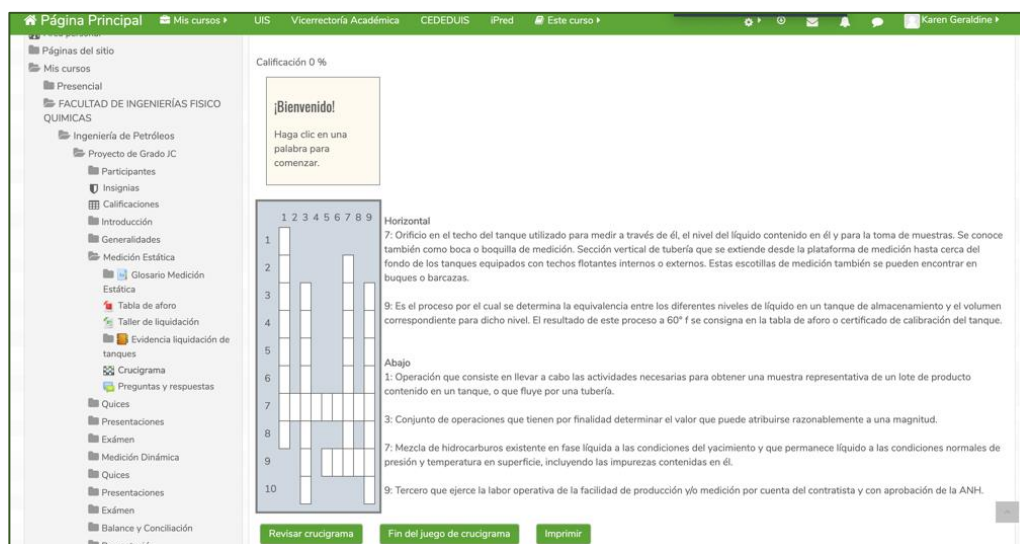
5.5.1 Juegos integrados en Moodle

El aula virtual de aprendizaje – Moodle permite la implementación de distintas dinámicas en las que el estudiante reafirma la temática vista previamente, esto con ayuda de actividades llamadas “juegos”, estos incluyen algunos como ahorcado, crucigramas, sudokus, serpientes y escaleras (véase Figura 29).

Para la implementación de estos juegos, es de gran ayuda el glosario como banco de palabras para resolver las diferentes dinámicas que se abarcan. Con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos en las temáticas estudiadas mediante un módulo evaluativo, algunos de estos fueron utilizados para formular preguntas y ejercicios al estudiante. Los siguientes son algunos ejemplos de esta metodología:

Figura 29.

Vista de los diferentes juegos implementados en varios temas



The screenshot shows a Moodle quiz page titled 'Página Principal'. The left sidebar contains a navigation menu with options like 'Área personal', 'Páginas del sitio', 'Mis cursos', 'Presencial', 'FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS', 'Ingeniería de Petróleos', 'Proyecto de Grado JC', 'Participantes', 'Insignias', 'Calificaciones', 'Introducción', 'Generalidades', 'Medición Estática', 'Quices', 'Presentaciones', 'Exámen', 'Medición Dinámica', 'Glosario de Medición Dinámica', 'Evidencia taller selección sistema de medición', 'Sudoku', 'Preguntas y respuestas', 'Quices', 'Presentaciones', 'Exámen', 'Balance y Conciliación', 'Presentación', 'Quiz', 'Gerencia Metrológica', 'Presentaciones', and 'Quiz'. The main content area displays a grid of 48 questions (A1-A48) arranged in 6 rows and 8 columns. Below the grid is a 'Calificar respuestas' button. The question A1 is expanded, showing its description: 'A1. Proceso llevado a cabo con equipos e instrumentos medidores o tanques, que permita determinar con precisión de $\pm 2.0\%$ la cantidad de hidrocarburos y fluidos asociados que entrega un pozo productor, con el propósito de determinar el porcentaje de hidrocarburos y fluidos asociados, atribuibles a dicho pozo productor, mediante comparación respecto a un total medido para un yacimiento, un sistema de producción o un sistema de recolección.' Below the description is a 'Respuesta:' input field.

The screenshot shows a Moodle quiz page titled 'Página Principal'. The left sidebar contains a navigation menu with options like 'Área personal', 'Páginas del sitio', 'Mis cursos', 'Presencial', 'FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS', 'Ingeniería de Petróleos', 'Proyecto de Grado JC', 'Participantes', 'Insignias', 'Calificaciones', 'Introducción', 'Generalidades', 'Medición Estática', 'Quices', 'Presentaciones', 'Exámen', 'Medición Dinámica', 'Glosario de Medición Dinámica', 'Evidencia taller selección sistema de medición', 'Sudoku', 'Preguntas y respuestas', 'Quices', 'Presentaciones', 'Exámen', 'Balance y Conciliación', 'Presentación', 'Quiz', 'Gerencia Metrológica', 'Presentaciones', and 'Quiz'. The main content area displays the 'Proyecto de Grado JC' section. It includes a question about balance and reconciliation: 'Procedimiento mediante el cual se relacionan los inventarios inicial y final, las entradas y salidas y las pérdidas identificadas (pi) de producto en un sistema previamente definido, con el objeto de determinar las pérdidas no identificadas (pni) de producto que se presentan en un período definido. La ecuación básica de balance que relaciona estas variables puede tener algunas pequeñas variaciones según el negocio en particular al cual se aplica.' Below the question is a 'Letras: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' and a 'Calificación: 0 %' field. There is also a 'Glosario Balance y Conciliaciones' link and a 'Volver a: Balance y Concl...' button.

Nota: Universidad Industrial de Santander, (s.f.).

5.6 Esquema general de herramientas implementadas en la plataforma Moodle

El diseño e implementación del entorno virtual en la plataforma Moodle se desarrolló mediante el uso de diversas herramientas inter y externas, para las diferentes temáticas tratadas en la asignatura de Medición de Hidrocarburos; las cuales se encuentran resumidas y descritas en el esquema general de la Tabla 5.

Tabla 5.

Resumen de la implementación de herramientas en la plataforma Moodle.

Herramienta	Descripción	Temas tratados	Implementación
Archivo (PDF)	Permite a los profesores proveer un documento digital como un recurso.	• Medición estática • Medición dinámica • Estructura legal	Manuales, resoluciones, tablas de aforo, talleres, exámenes
Cuestionario	Permite al profesor diseñar y/o plantear cuestionarios, evaluaciones y quices.	• Medición dinámica • Medición estática • Estructura legal	Evaluaciones y/o exámenes
Educaplay	Permite crear actividades educativas multimedia.	Gerencia metrología	Video quiz “Explosión en la terminal de Caribbean Petroleum”
Etiqueta	Informa al público sobre una idea o un concepto mediante imágenes o texto.	• Medición estática • Medición dinámica • Balance y conciliaciones • Gerencia metrología • Estructura legal	Ilustraciones, cartelera de cada temática, instrucciones.
Evidencia	Espacio para que el estudiante entregue muestra de sus trabajos realizados.	• Medición dinámica • Medición estática • Estructura legal	Evidencia de exposiciones y talleres solicitados
Foros	Espacio para la comunicación de distintos propósitos entre el estudiantes y su docente y/o compañeros.	• Medición estática • Medición dinámica • Balance y conciliaciones	Comunicación estudiantes-docente

Genial.ly	Presenta la información de manera organizada, ágil y atractiva para el estudiante.	• Gerencia metrológica • Estructura legal • Medición estática • Medición dinámica • Balance y conciliaciones • Gerencia metrológica • Estructura legal	Presentaciones, guías y juegos
Glosario	Permite crear y mantener una lista de definiciones para organizar información.	• Medición estática • Medición dinámica • Balance y conciliaciones • Gerencia metrológica • Estructura legal	Definiciones de palabras claves
Juego	Permite implementar ejercicios recreativos y didácticos para reforzar el aprendizaje.	• Medición estática • Medición dinámica • Balance y conciliaciones • Gerencia metrológica • Estructura legal	Crucigrama, ahorcado, sudoku, serpientes y escaleras

6 Conclusiones

Después de tener la información seleccionada de la forma más detallada posible, los integrantes que hacen parte de la asignatura Medición de Hidrocarburos en MOODLE, cuentan con información clara, concisa y detalla de los diferentes temas de estudio que la asignatura posee, dándole un enfoque no solo a información de medición de curdo sino también de gas. Es de resaltar que para efectos del desarrollo de este documento se utilizó la información base del contenido para la estructura del curso.

El diseño e implementación de la plataforma, complementa la educación del estudiante llevándolo de una forma diferente, como lo es la virtualidad, a adquirir mediante formas no convencionales de afianzamiento del conocimiento. Videos, imágenes, palabras técnicas, presentaciones interactivas que la plataforma ofrece a sus participantes, hacen posible reforzar o adquirir saberes desde cualquier parte que se encuentren, mediante el uso de dispositivos móviles, computadoras, tabletas o cualquier otro tipo de dispositivo electrónico que cuente con acceso a internet.

En todas las unidades en la plataforma se encuentran disponibles diferentes modelos evaluativos, los cuales consolidan la información anteriormente recibida y a su vez permite aplicar de forma inmediata una calificación del desempeño del estudiante.

Se crearon foros participativos donde la interacción estudiante-estudiante, estudiante-docente permite desarrollar formas de expresión, donde se discuten diferentes temas propuestos por el docente, dudas que surgen con la interacción del conocimiento de la plataforma y futuros aspectos técnicos a mejorar. Cada uno de los temas presentados está disponible para la edición

de su contenido, permitiéndole al docente encargado su respectiva actualización del contenido del plan de estudios.

7 Recomendaciones

Se recomienda mantener el uso de un aula virtual de aprendizaje que incluya herramientas digitales didácticas en las distintas materias del programa de ingeniería de petróleos.

Se sugiere continuar con la implementación de herramientas de virtualización para demás manuales, códigos, y normativas implementadas en las asignaturas que poseen un espacio en el aula virtual de aprendizaje.

Se clarifica que el docente encargado de la plataforma virtual entregada tiene la posibilidad de su edición, por lo que de ser deseado o requerido puede continuar la implementación de distintas herramientas que este contiene, o recurrir a herramientas externas, como las de digitalización, para complementar el proceso enseñanza – aprendizaje.

Referencias Bibliográficas

- Bastidas, A. (2012). *Diseño de un sistema de control interno administrativo y financiero para la cooperativa de extracción de materiales Pétreos "la propicia" ubicada en barrio propicia N°2 de la ciudad de Esmeraldas*. Ecuador : Pontificia Universidad católica del Ecuador .
- Escobar, A., Marín, L., & Vacca, H. (2018). Instrumentación para sistemas automatizados de medición dinámica de hidrocarburos. *Ingeniería Solidaria*, No. 26.
- Hamodi , C. (2014). *La evaluación formativa y compartida en la educación superior: un estudio de caso*. España: Universidad de Valladolid.
- ¿Qué es el Moodle? ¿Para qué? (25 de septiembre de 2020). Fonte: Wordpress:
<https://analauratics.files.wordpress.com/2014/11/queesmoodle.pdf>
- Acuña, N., Castillo, B., & Ruíz, J. (2018). *Implementación del blog institucional para el uso de las TIC en las prácticas de aula en la Institución Educativa Técnica Antonio Ricaurte sede primaria urbana del municipio de Santana Boyacá (tesis)*. Santana Boyacá: Fundación Universitaria Los Libertadores. Facultad de ciencias de la educación.
- Agarcorp de Venezuela, C.A. (15 de septiembre de 2016). *Agarcorp de Venezuela, C.A*. Fonte: Medidores Multifásicos AGAR Series MPFM 300 / 400:
<http://www.agarven.com/mpfm.php>
- Agencia nacional de hidrocarburos. (2016). *Auditorias de medición*. S,d: Versión N°1.
- Amangado. (2010). *Educlaplay*. Fonte: Educaplay web site: <https://es.educaplay.com/>
- API. (2002). *Manual de estándares de medición de petróleo*. Washington D.C.
- Benitez, A. (2009). *Automatización de una planta potabilizadora*. México: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica “Unidad Adolfo López Mateos”.

- Cabero , A. (2010). Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades. *Perspectiva Educacional*, p. 32-61.
- Carvo, N. (2018). *Metodología PHVA para la optimización de procesos del área de negocios regionales de una financiera* . Perú: Universidad peruana los andes.
- Comisión Europea fiscalidad y unión aduanera. (2018). *Contenedores o recipientes para muestras*. S,d: Comisión Europea fiscalidad y unión aduanera.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2015). *Guía de Auditorías de Medición para Hidrocarburos*. Bogotá,DC: Comisión Nacional de Hidrocarburos.
- Conexión ESAN. (2018). *Beneficios de implementar un sistema de gestión de calidad*. S,d: S,d.
- Consejo Nacional de Operación de Gas Natural. (2012). *Vocabulario para la metrología de gas natural*.
- Creus , A. (2010). *Instrumentación industrial*. México: S,d.
- Cruickshank, D. (1984). *Models for the Preparation of Ameripa's Teachers*. S,d: ISBN-0-87367-430-8.
- Davini, C. (2008). *Métodos de enseñanza: didáctica general para maestros y profesores*. . Buenos Aires: ISBN 978-950-46-1910-9.
- Dwyer, T. (1974). *Heuristic strategies for using computer to enrich education*. International journal of Man-Machine studies.
- Ecopetrol. (2007). *Manual de medición de hidrocarburos*. Barranca, Santander : Versión 01.
- Ecopetrol. (2007). *Manual de medición de hidrocarburos*.
- Educación 3.0. (2020). *educaciontrespuntocero*. Fonte: Educación 3.0:
<https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/herramientas-gamificacion-educacion/>

E-learning Master. (13 de octubre de 2018). *Una herramienta de múltiples soluciones*. Fonte:

Una herramienta de múltiples soluciones:

<http://elearningmasters.galileo.edu/2018/10/03/conoces-la-herramienta-genial-ly-para-crear-recursos-educativos/>

Gaitán, V. (5 de septiembre de 2013). *Gamificación: el aprendizaje divertido*. Fonte:

Gamificación: el aprendizaje divertido: <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>

Galvis, A. (1988). Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador.

UNIANDES - LIDIE, p.117-139.

Gómez, M., Díaz, J., & Gómez, A. (15 de octubre de 2020). *La plataforma Moodle*. Fonte: La plataforma Moodle:

http://cefire.edu.gva.es/file.php/1/moodle/T1_Introduccion/1_la_plataforma_moodle.html

International Stantard Organization. (s.d.). Sistemas de gestión de la calidad Requisitos:

Generalidades. Em *ISO 9001:2000* (p. P1:P12). Ginebra.

Leguizamón , M., Ortiz , M., & Saavedra , C. (2013). *El aula virtual como mediación pedagógica en el contexto universitario*. S,d: ISBN: 978-980-427-092-5.

Mansarovar Energy Colombia. (2018). *Manual para balance y conciliación*. S,d: Mansarovar Energy Colombia.

Martín, J., Ramírez, E., Sánchez , M., Sorroche, N., & Lima, L. (2015). *Evolución de la tecnología de medición multifásica VX Spectra*. S,d: published in.

Ministerio de Minas y Energía. (2016). *Resolución 41251*. Bogotá,DC: República de Colombia.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para muestreo de suelos*. S,d: Ministerio del Ambiente.

- MoodleDocs. (15 de septiembre de 2020). *Características de Moodle*. Fonte: Características de Moodle: https://docs.moodle.org/all/es/Caracter%C3%ADsticas_de_Moodle_3.4
- Oriol , A. (2008). *Análisis de balances: Claves para elaborar un análisis de las cuentas anuales*. España: Bresca Editorial.
- Panqueva, A. (1993). Evaluación de materiales y ambientes educativos computarizados. *Informática Educativa*, pp. 9-27.
- Pérez, P. (2013). *Mantenimiento preventivo a bombas reciprocantes marca NATIONAL OILWELL varco modelo F-1000 utilizadas en circulación de fluidos de perforación*. S,d: S,d.
- Pietro, F. (2014). *Medición de Flujo Multifásico*. S,d: S,d.
- Proasem Ltda. (2013). *Medición estática y calibración de elementos de inspección*. S,d: S,d.
- Quinto, G., & Cañete , R. (2014). *Plan de acción para disminuir las diferencias entre la producción de petróleo reportada de campo VS la fiscalizada en el ramal en el ramal sur de PETROAMAZONAS EP*. Quito,Ecuador: Universidad tecnológica de Israel.
- Rangel , E., Franco , G., & Meneses , L. (2013). Proceso de emisión de dictámenes de la Comisión Nacional de Hidrocarburos para proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos. *Ingeniería Petrolera*, p.339-351.
- Rivadeneira, L. (2018). *¿Cuál es la diferencia entre E-Learning, M-Learning y B-Learning?* Fonte: <https://www.emagister.com.co/blog/author/lis/>
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Universidad y Sociedad del conocimiento*, Núm 1.
- Santiago, R., Trinaldo, S., Kamijo, M., & Fernández, Á. (2015). *Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula*. Digital-Text.

Sistemas de gestión de calidad ISO 9000. (25 de octubre de 2020). *Actividades de auditoría*.

Fonte: Actividades de auditoría: <https://sites.google.com/a/cetys.net/sistemas-de-gestion-de-calidad-iso9000/auditorias-internas/proceso-de-auditoria-interna>

TCM. (15 de octubre de 2018). *La importancia de la calibración de equipos de medida y ensayo*

. Fonte: La importancia de la calibración de equipos de medida y ensayo :

<https://www.tcmetrologia.com/blog/la-importancia-de-la-calibracion-de-equipos-de-medida-y-ensayo/>

Universidad Industrial de Santander. (25 de octubre de 2020). *TIC UIS web site*. Fonte: TIC UIS

web site: <https://tic.uis.edu.co/ava/>

Universidad Industrial de Santander. (s.d.). *web UIS*. Fonte: UIS web site:

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

Universidad Nacional del centro de Perú. (2012). *Determinación del vaciado de un tanque*

Cilíndrico. Perú: Universidad nacional del centro de Perú.

Zatarain , R. (2011). Herramienta de autor para la identificación de estilos de aprendizaje

utilizando mapas auto-organizados en dispositivos móviles. *REDIE*, no.1.

Zicherman, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media.

Apéndices

APÉNDICE A. Tabla de aforo tanque 80-000-1

			CALIBRACION DEL CILINDRO								INCREMENTO S CILINDRICOS	
ALTUR A	VOLUMEN	NCR MENTO	ALTUR A	VOLUME N	ALTUR A	VOLUME N	ALTUR A	VOLUMEN	ALTUR A	VOLUMEN		
mm	BARRILE S	BARRIUmm		BARRILE S		BARRILE S		BARRILE S		BARRILE S	cm	BARRILES
o	572,70			572,70	420	23375,73	840	46682,14	1260	69954,07		55,45
TABLA MEDICION A FONDO ALTURA DE REFERENCI A : 15,570 m PRODUCTO : CRUDO ESFUERZO POR CABEZA DE LIQUIDO: 18,0 ° API (60 °F) TEMPERATURA DE LIQUIDO 90,0 °F TEMPERATURA DE LAMINA: 60,0 °F TIPO DE TANOJE. CILINDRICO VERTICAL DIAMETRO EXTERNO 33,559 m ALTURA CILINDRICA: 14,575 m CAPACIDAD: 80880.53 Barriles CONSTRUDO EN ACERO AL CARBONO TIPO DE FONDO CONICO HACIA ABAJO TIPO TECHO : FLOTANTE Calibracion de Fondo : Interna Calibracion de Cilindro : Externa			10	1127,43	430	23930, 78	850	47237,10	1270	70507,64	2	110,90
			20	1682, 18	440	24485,83	860	4779205	1280	71061,17	3	166,35
			30	2236,93	450	25040,88	870	48347,01	*1290	71614,38	4	221,80
			40	2791,72	460	25595,94	880	48901,97	1300	72167,58	5	277,25
			50	3346,58	470	26150,99	890	49456,93	1310	72720,78	6	332,70
			60	3901, 72	480	26706,04	900	50011,89		73273,99	7	388,15
			70	4454,24	490	27261,09	910	50566,84	1330	73827,19	8	443,60
			80	4752,83	500	27816,14	920	51121,29	1340	74380,39	9	499,06
			90	5051,41	510	28371, 19	930	51675,50	1350	74933,59	mm	BARRILES
			100	5606,34	520	28926,25	940	52229,71	1360	75486,80		5,55
			110	6161,17	530	29481,30	950	52783,93	1370	76040, 00	2	11,09
			120	6715,76	540	30036,35	960	53338, 14	1380	76593,20	3	16,64
			130	7270,35	550	30591	970	53892,35	1390	77146,41	4	22,18
			140	7824,94	560	31146,06	980	54446,57	1400	77699,61	5	27,73
			150	8379,53	570	31700,86	990	55000,78	1410	78252,81	6	33,27
			160	8934, 12	580	32255,65	1000	55554,99	1420	78806,02	7	38,82
			170	9488, 70	590	32810,45	1010	56109,21	1430	79359,22	8	44,36
			180	10043,40	600	33365,24	1020	56663,42	1440	79912,42	9	49,91
			190	10599,06	610	33920,04	1030	57217,63	1450	80465,62	CILINDRO CALIBRADO DE ACUERDO CON API MPMS Chapter 2 Section 2A,' 2012 y Chapter 2 Section 20 / 2014 FONDO CALIBRADO DE ACUERDO CON API MPMS Chapter 2 Section 2A Numeral 2.2A_ 16.7 / 2012 y API Standard 653 Addendum 4, Appendix B / 2012 INCERTIDUMBRE ESTIMADA: FACTOR DE COBERTURA	
			200	11154,73	620	34474, 84	1040	57771,84	1457,5	80880, 53		
			210	11710,39	630	35029,63	1050	58326106				
			220	12266,05	640	35584,43	1060	58880,27				
			230	12821,71	650	36139,22	1070	59434,48				
			240	13377,38	660	36694,02	1080	59988,70				
			250	13933,04	670	37248,81	1090	60542,91				
			260	14488,70	680	37803,61	1100	61096,87				
			270	15044,36	690	38358,40	1110	61650,45				
			280	15600,02	700	38913,20	1120	62204,02				
			290	16155,69	710	39468, 00	1130	62757,60				
			300	16711,35	720	40022, 79	1140	63311, 17				
			310	17267,01	730	40577,60	1150	63864,75				
			320	17822,67	740	41132,56	1160	64418, 32				
			330	18378,34	750	41687,52	1170	64971 , 90				
			340	18934,00	760	4224248	1180	65525,47				
			350	19489,66	770	42797,43	1190	66079,05				
			360	20045,32	780	43352,39	1200	66632,62				

APROBADO POR TANKU RECALIBRADO FECHA CALIBRACION MARZO 18 DE 2015	370	20600,47	790	43907,35	1210	67186,20	2 NIVEL DE CONFIANZA 95% APROBADO POR: EDGAR A GUARDIA C.
	380	21155,52	800	44462,31	1220	67739,77	
	390	21710,58	810	45017,27	1230	68293,34	
	400	22265,63	820	45572,22	1240	68846,92	
	410	22820,68	830	46127,18	1250	69400,49	

• NIVEL DE LLENADO SEGURO

RECOMENDADO: 12991 mm "

NIVEL DE SOBRELLENADO

RECOMENDADO: 13265 mm

UN TOTAL DE 512,96 SARRILES HAN SIDO DEDUCIDOS DE ESTA TABLA. ENTRE 700 Y 900 mm PARA EL DESPLAZAMIENTO DEL TECHO FLOTANTE BASADO EN UN PESO DE 76228 Kg Y UNA GRAVE-DAO API OBSERVADA DE 19.7 EN LAS CONDICIONES EN EL TECHO FLOTA LOS NIVEL-LES POR ENCIMA DE 900 mm REFLEJAN ESTA DEDUCCION PERO DEBEN SER CORREGIDOS A LA GRAVE-DAO API PROYECTA A LA TEMPERATURA DEL TANKU DE LA SIGUIENTE MANERA VIGILADO PARA 19.7 • API, NINGUNA CORRECCION PARA CADA GRADO API, POR DEBAJO DE 19.7 • API OBSERVADO. SUMAR 3.48 SARRILES PARA CADA GRADO API. POR ENCIMA DE 19.7 API OBSERVADO. RESTAR 3.48 BARRILES

APÉNDICE B. Taller de liquidación de tanques

OBJETO: ESTABLECER LAS VARIABLES Y FORMULACION PARA LA LIQUIDACION DE UN TANQUE DE TECHO FLOTANTE. BASARSE EN LAS CARACTERISTICAS DADAS EN LOS ARCHIVOS DE CALCULO DE CANTIDADES DE PETROLEO CAP 12		
EJERCICIO LIQUIDACIÓN DE TANQUES - MEDICIÓN ESTÁTICA		
LIQUIDACIÓN DE TANQUE	Tanque	OBSERVACION
Nivel del Tanque [m]		
Volumen Total Observado (TOV) [bbls]		
Nivel Agua Libre [m]		
Volumen de Agua Libre [bbls]		
Volumen bruto observado (GOV) [bbls]		
Temperatura del líquido Tl [°F]		
Temperatura Ambiente Ta [°F]		
Temperatura de la Pared Ts [°F]		
Factor de corrección de la pared del TK por Temperatura CTS _h		
Gravedad API @ 60 °F		
Gravedad API Observada a Temp de TK		

Ajuste Techo Flotante FRA [bbls]		
Factor de Corrección por Temperatura (Tabla 6A)		
Volumen Bruto Estandar (GSV) [bbls]		
% S&W		
Volumen de Agua y Sedimento S&W [bbls]		
Volumen Neto Estandar (NSV) [bbls]		

Datos de trabajo:

LIQUIDACIÓN DE TANQUE	TK 1000-A	TK 1000-B	TK 1000-C
Nivel del Tanque [m]	12,458	9,623	8,756
Volumen Total Observado (TOV) [bbls]			
Nivel Agua Libre [m]	0,204	0,113	0,045
Volumen de Agua Libre [bbls]			
Volumen bruto observado (GOV) [bbls]			
Temperatura del líquido TI [°F]	85,8	88,9	88,3
Temperatura Ambiente Ta [°F]	83,8	86,5	84,9
Temperatura de la Pared Ts [°F]			
Factor de corrección de la pared del TK por Temperatura CTSh			
Gravedad API @ 60 °F	23,3	23,9	34,9
Gravedad API Observada a Temp de TK			
Ajuste Techo Flotante FRA [bbls]			
Factor de Corrección por Temperatura (Tabla 6A)			
Volumen Bruto Estandar (GSV) [bbls]			
% S&W	0,254	0,105	0,098
Volumen de Agua y Sedimento S&W [bbls]			
Volumen Neto Estandar (NSV) [bbls]			

APÉNDICE C. Taller selección sistema de medición

TALLER SELECCIÓN SISTEMA DE MEDICIÓN**OPERACION PRUEBA DE POZO (Grupo 1)**

Con el objeto de mejorar los tiempos de prueba y dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 41251 de diciembre 2016 del Ministerio de Minas y Energía (art 19). Se requiere la compra de un o varios equipos de medición multifásica que cubran la operación de prueba mensual de 46 pozos con un corte de agua cuyo rango varía entre 20 al 85%, producción de líquido entre 18 a 290 Barriles/día y producción de gas cuyo rango varía entre 112 a 2731 pies cúbicos / día. GOR promedio 481 scf/bbl. Presiones 20 -100 psi(g). Temperatura 90 -105 F. Gravedad API 16. Viscosidad superior a 6000 Cts

Adicionalmente se requiere que el MPFM garantice una exactitud mínima en la medición de las variables determinada en la siguiente tabla,

VARIABLE	EXACTITUD MÍNIMA ACEPTADA
Tasa de flujo liquido total	+/- 5 ~ 8% error relativo de la tasa de referencia
Tasa de flujo gas total	+/- 5 ~ 10% error relativo de la tasa de referencia
Corte de Agua (BSW)	+/- 2 ~ 3% error absoluto del porcentaje de corte de agua de referencia

MEDIDOR DE GAS DE TEA (Grupo 2)

Con el objeto de garantizar el volumen de quema de gas y dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 41251 de diciembre 2016 del Ministerio de Minas y Energía (art 18 Tabla 1) . Se necesita instalar en el Modulo de Tratamiento un medidor que contabilice el volumen de gas quemado, que será base para el Balance Oficial de campo reflejado den la Forma Ministerial No 30 (Producción = Consumo + Quema). La tubería es ANSI 300 y se maneja un flujo promedio mensual de 10500 KPC. Debemos tener como base las referencias técnicas de uso e instalación contemplada en las normas técnicas internacionales AGA y API.

MEDIDOR UNIDAD LACT (Grupo 3)

Con el objeto de garantizar la medición de crudo liviano en la operación transferencia de custodia desde el Módulo AA al Oleoducto BB (entrega a cliente) y dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 41251 de diciembre 2016 del Ministerio de Minas y Energía (art 15 y 16). Se requiere construir una unidad LACT para para un proceso con las siguientes características: El crudo liviano tiene un API de 22, flujo promedio de entrega 700 Barriles/hora, ANSI 150, viscosidad a 40 C de 350 Cts.

Nota: El objeto es seleccionar solo el medidor dinámico; Sin embargo, si pueden describir los instrumentos asociados a la unidad LACT mejoraría su trabajo.

MEDIDOR OPERACIÓN DE DESPACHO DE CARROTANQUES (Grupo 4)

Con el objeto de garantizar la medición de crudo pesado en la operación transferencia de custodia a treves de carrotanques y dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 41251 de diciembre 2016 del Ministerio de Minas y Energía (art 15 y 16). Se requiere construir un sistema

de medición dinámica con dos brazos de medición y 4 mangueras para el cargue vehículos en simultanea para un proceso con las siguientes características: El crudo pesado tiene un API de 13, flujo promedio de entrega 5000 Barriles/día, ANSI 150, viscosidad a 40 C de 1200 Cts. Los vehículos tienen capacidad de 210 Barriles

Nota: El objeto es seleccionar el medidor dinámico; Sin embargo, si pueden describir los instrumentos asociados un brazo de medición mejoraría su trabajo.

MEDIDOR UNIDAD TIERRA A BUQUE (Grupo 5)

Con el objeto de garantizar la medición de crudo mezcla Vasconia vendido a cliente internacional en el Puerto de Barranquilla desde Tanques Tierra a Buque (entrega a cliente), se requiere instalar un medidor dinámico para la operación de transferencia de custodia. Actualmente se está despechando con bombas desde seis (6) Tanques de almacenamiento con capacidad total 15000 Barriles. Se requiere construir una unidad LACT para para un proceso con las siguientes características: El crudo Vasconia, ANSI 150, viscosidad a 300 C de 250 Cts.

Nota: El objeto es seleccionar solo el medidor dinámico; Sin embargo, si pueden describir los instrumentos asociados a la unidad LACT mejoraría su trabajo. De igual forma buscar las especificaciones de crudo Vasconia en página ECP y dar las recomendaciones para realizar el balance entre Volumen y Masas según medidor identificado.



PROBADORES (Grupo 6)

Existen 4 diseños básicos de probadores para garantizar la calibración en sitio de los medidores de trabajo, así:

- Tanque de prueba
- Medidor maestro
- Probadores bidireccionales de esfera
- Probadores unidireccionales de pistón

Se requiere una descripción básica de cada uno de los medidores y describir en que operaciones de calibración y/o verificación son normalmente usados.

TOMAMUESTRAS AUTOMATICOS FIJOS Y EN LINEA (Grupo 7)

Este grupo me debe identificar la variedad y uso de tomamuestras automáticos fijos y en línea que son instalados en áreas de proceso o en unidades LACT. Se requiere una descripción básica de los tomamuestras existentes en el mercado (descripción de cómo funcionan uso y operatividad)

APÉNDICE D. Caso de estudio en mesa redonda**CASO DE ESTUDIO:**

La medición y transferencia de custodia en el sector Oil&Gas son aspectos fundamentales, que se hallan involucrados en todos los procesos de la cadena de hidrocarburos, desde la producción en pozo hasta la entrega al usuario final, al mismo tiempo son los procesos de mayor atención pues involucra un intercambio económico, que implica muchos aspectos que derivan de un solo concepto, medir bien.

La industria petrolera es un negocio en el que existen movimientos económicos sumamente elevados, al intercambiar gas o hidrocarburo líquido de una compañía a otra, existe una transferencia de dinero, por lo que, la mejor forma de medir el flujo transferido es muy importante, ambas partes deben quedar satisfechas en la transferencia.

Para lograr ello, lo deseable sería contar con una exactitud en la medición de flujo del 100% correcto, lo cual no es posible ya que no hay medida absolutamente exacta.

Cualquier diferencia en la medición se traducirá en +/- unidades monetarias para las empresas involucradas. La responsabilidad de esta medida, entonces, es reducir todas las inexactitudes a un mínimo para poder convertir en una cantidad medida para intercambiar custodia.

A modo teórico y para recalcar la importancia de contar con un sistema en base de la norma, se visualiza en la siguiente Tabla No 1, la incidencia del costo de la incertidumbre, suponiendo un sistema de transferencia de custodia donde el flujo de crudo es de 100.000 Bbls/día y el costo del crudo es de US\$40 / barril.

Tabla No 1

Incertidumbre	Volumen (Bls)	Costo/Día (USD)	Costo/Año (USD)
0.1%	100	\$ 4,000	\$ 1,460,000
0.2%	200	\$ 8,000	\$ 2,920,000
0.3%	600	\$ 24,000	\$ 8,760,000
0.5%	1000	\$ 40,000	\$ 14,600,000
1.0%	2000	\$ 80,000	\$ 29,200,000
2.0%	3000	\$ 120,000	\$ 43,800,000
5.0%	6000	\$ 240,000	\$ 87,600,000

Actualmente la empresa petrolera XYZ está teniendo problemas financieros debido las desviaciones en su Margen de EBITDA a razón de su alto nivel de incertidumbre del 5% en la operación global de producción y venta de crudo lo que ha afectado sus ingresos, dejando de recibir recursos aproximados de USK\$87.6 anuales.

Por lo anterior y como resultados de una auditoría externa, se identificó que existen problemas de medición de hidrocarburos en los procesos de producción asociados con medición desde cabeza de pozo, fiscalización, almacenamiento, y transferencia de custodia hasta entrega de cliente final.

Usted ha sido contratado para lograr que menos de un año la empresa reduzca la incertidumbre de la medición del 5% al 0.5% en una primera fase, lo que generaría un ingreso adicional en ventas.

Su trabajo es presentar un plan lógico que convenza a la junta directiva para cumplir con el objetivo. Tenga en cuenta que su plan solo está enfocado en asegurar que la empresa sea reconocida por medir bien.

Nota: Use todos los conceptos y herramientas que ha aprendido en la clase de medición de hidrocarburos para identificar las posibles causas o desviaciones en medición que está teniendo la empresa petrolera XYZ. Sea creativo, aquí se evaluará como relaciona los procesos de producción asociados con medición con los conceptos técnicos y como los relaciona con las causas que usted identifique. No hay un formato de plan definido, convenza a la junta directiva para que asegure su trabajo.

¡Suerte!

APÉNDICE E. Contenido de la asignatura medición de hidrocarburos del programa de ingeniería de petróleos

DATOS GENERALES DEL CURSO	
Programa académico	Ingeniería de Petróleos.
Asignatura	Medición de Hidrocarburos.
Competencias de la asignatura	
• Capacidad de identificar los sistemas de medición Estática y Dinámica que son usados para la cuantificación volumétrica de crudo, gas y agua de producción. • Usar e interpretar normas internacionales como base teórica para aplicar en la industria petrolera para implementar en los procesos de medición de hidrocarburos. • Identifica las actividades de seguimiento, control, supervisión y auditoría relacionadas con el cumplimiento de los lineamientos de control legal nacional y/o contractual asociado con medición de hidrocarburos. • Trabaja de manera eficaz con un equipo multidisciplinario en el sector. • Articula todo lo aprendido en pro del servicio del país.	
Unidades	
1. Medición estática y laboratorio 2. Medición dinámica e instrumentación 3. Balance y conciliaciones 4. Gerencia metrológica y auditoria de medición bajo los principios de la Norma ISO 10012. 5. Estructura legal y comercial en Colombia para la producción y comercialización del Hidrocarburos.	

UNIDAD 1				
Título de la unidad de aprendizaje				
Medición estática y laboratorio				
Competencia(s) a desarrollar				
Identifica los diferentes sistemas de almacenamiento de crudo y gas.				
Utiliza los conceptos básicos matemáticos y físico químicos para aplicarlos en la liquidación volumétrica de crudo y gas de producción.				
Identifica los equipos de laboratorios y analiza los principios fisicoquímicos que gobiernan el proceso.				
Entiende la responsabilidad legal que tiene una liquidación adecuada de tanques de fiscalización.				
Tiempo estimado para el desarrollo de la Unidad				
12 horas.				
Estrategias de enseñanza y de aprendizaje.				
DESARROLLO DE LA UNIDAD				
No	Actividad	Tiempo	Recurso/ Herramienta tecnológica	Proceso de Evaluación
1	Antes: Preparación y/o actualización del material visual asociado con Medición estática y laboratorio.	12 horas	Presentaciones Enlaces: www.minminas.gov.co www.anh.gov.co	Taller de liquidación de Tanques. Trabajo en Grupo.

Proyección del taller de liquidación de tanques de fiscalización según Norma API Cap. 12. Planificar las actividades para describir los procesos de medición estática. Planificar las actividades los procesos de análisis laboratorio. Durante: Presentar y explicar los contenidos los contenidos: • Medición Estática • Análisis de Laboratorio Explicar las características y alcance del taller de liquidación de tanques. Recibir y escuchar a través de exposición el resultado del taller por parte de los estudiantes. Evaluar lo expuesto a través de un quiz. Después: Establecer un horario de tutoría de la catedra. Retroalimentar sobre los resultados del taller Evaluar el contenido evaluación general. Extra-clase: Lectura de material soporte enviado a correo. Taller de liquidación de tanques de fiscalización según Norma API Cap. 12.		www.upme.gov.co Link de empresas del sector hidrocarburos. Documentos: Resolución 41251, Ministerio de Minas y Energía. Manuales de medición corporativos de consulta. Normas Técnicas (API, ASTM, AGA) Herramienta tecnológica: Zoom Moodle	Estrategia de enseñanza: Resolución de Problema. Evidencia: Taller colaborativo. Tipo de Evidencia: De conocimiento, Directo. Exposición presencial o Virtual a través de Zoom o Teams Evaluación de Nivel 1. Examen individual. Estrategia de enseñanza: Lectura de textos en diferentes formatos Evidencia: Prueba test con preguntas abiertas. Tipo de Evidencia: De conocimiento. Cuestionario Físico o Cuestionario en Moodle.
---	--	---	--

UNIDAD 2				
Título de la unidad de aprendizaje Medición dinámica e instrumentación				
Competencia(s) a desarrollar Identifica los diferentes sistemas y/o equipos de medición dinámica de crudo y gas. Utiliza los conceptos básicos matemáticos y físico para aplicarlos en la interpretación de datos y balances generados por los sistemas e instrumentos dinámicos. Identifica principios de medición de flujo, presión y temperatura que gobiernan el proceso de control volumétrico. Entiende la responsabilidad técnica y legal de una operación de transferencia de custodia de crudo y gas.				
Tiempo estimado para el desarrollo de la Unidad 12 horas.				
Estrategias de enseñanza y de aprendizaje.				
DESARROLLO DE LA UNIDAD				
No	Actividad	Tiempo	Recurso/ Herramienta tecnológica	Proceso de Evaluación
2	Antes: Preparación y/o actualización del material visual asociado con Medición dinámica e instrumentación. Proyección del trabajo en grupo cuyo tema es la selección de un sistema de medición dinámica según operación de producción y/o transporte descrita. Planificar las actividades para describir los procesos de medición dinámica e instrumentación. Durante: Presentar y explicar los contenidos los contenidos: - Medición dinámica - instrumentación de flujo, presión, temperatura y válvulas. Explicar las características y alcance del trabajo en grupo relacionada con la selección de sistema de medición dinámica según operación descrita. Recibir y escuchar a través de exposición el	12 Horas	Presentaciones Casos de experiencia. Enlaces: www.minminas.gov.co www.anh.gov.co www.upme.gov.co Link de empresas de venta de equipos del sector hidrocarburos. Documentos: Resolución 41251, Ministerio de Minas y Energía. Manuales de medición corporativos de consulta. Normas Técnicas (API, ASTM, AGA) Herramienta tecnológica: Zoom Moodle	Trabajo, Selección de un sistema de medición dinámica según operación de producción y/o transporte descrita. Trabajo en Grupo Estrategia de enseñanza: Resolución de Problema. Evidencia: Solución de Caso. Tipo de Evidencia: De conocimiento, desempeño, directo. Exposición presencial o Virtual a través de Zoom o Teams Evaluación de Nivel 2. Examen individual. Estrategia de enseñanza: Lectura de textos en diferentes formatos

	resultado del trabajo en grupo por parte de los estudiantes y Evaluar. Después: Establecer un horario de tutoría de la catedra. Retroalimentar sobre los resultados del trabajo en grupo. Evaluar el contenido evaluación general. Extra-clase: Investigación y preparación del trabajo en grupo de para la selección de un sistema de medición dinámica según caso real operacional entregado por el docente.			Evidencia: Prueba test con preguntas abiertas. Tipo de Evidencia: De conocimiento. Cuestionario Físico o Cuestionario en Moodle.
--	---	--	--	---

UNIDAD 3				
Título de la unidad de aprendizaje				
Balance y conciliaciones				
Competencia(s) a desarrollar				
Identifica los diferentes sistemas y/o equipos de medición dinámica pruebas de pozo, gas de producción y agua de inyección Utiliza los conceptos básicos matemáticos y físico para aplicarlos en la interpretación de datos y balances generados por los sistemas e instrumentos dinámicos. Identifica principios de medición de flujo, presión y temperatura que gobiernan el proceso de control volumétrico en cabeza de pozo. Entiende la responsabilidad técnica y legal de una operación de aseguramiento metrológico desde cabeza de pozo para crudo, gas y agua de producción.				
Tiempo estimado para el desarrollo de la Unidad				
6 horas.				
Estrategias de enseñanza y de aprendizaje.				
DESARROLLO DE LA UNIDAD				
No	Actividad	Tiempo	Recurso/ Herramienta tecnológica	Proceso de Evaluación
3	Antes: Preparación y/o actualización del material visual asociado medición en cabeza de pozo crudo, gas y agua.	6 horas	Presentaciones Casos de experiencia. Enlaces: www.minminas.gov.co	Quiz de Nivel 3. Examen individual. Estrategia de enseñanza: Lectura de textos en

	Proyección del quiz objeto de evaluación de modulo. Planificar las actividades para describir los procesos de medición en cabeza de pozo. Durante: Presentar y explicar los contenidos de medición y balance de: • Prueba de pozo • Medición de gas de producción, consumo y quema • Agua de producción. Realizar quiz de conocimiento y/o competencias. Después: Establecer un horario de tutoría de la catedra. Retroalimentar sobre los resultados del quiz. Extra-clase: Investigación particular de principios que gobiernan la medición en cabeza de pozos.		www.anh.gov.co www.upme.gov.co Link de empresas de venta de equipos del sector hidrocarburos. Documentos: Resolución 41251 y 181495 Ministerio de Minas y Energía. Manuales de medición corporativos de consulta. Normas Técnicas (API, ASTM, AGA) Herramienta tecnológica: Zoom Moodle	diferentes formatos Evidencia: Ensayo Tipo de Evidencia: De conocimiento. Producto. Cuestionario Físico o Cuestionario en Moodle. .
--	---	--	--	--

UNIDAD 4
Título de la unidad de aprendizaje Gerencia metrológica y Auditoria de Medición bajo los principios de la Norma ISO 10012.
Competencia(s) a desarrollar Estructura planes de control metrológico y estadístico para los equipos de medición de hidrocarburos. Administra los principios básicos que gobiernan la calibración y verificación de equipos Estáticos y Dinámicos para reducir la incertidumbre de medición según proceso. Audita proceso de medición de una forma objetiva bajo los principios de la ISO 10012.
Tiempo estimado para el desarrollo de la Unidad 9 horas.
Estrategias de enseñanza y de aprendizaje.
DESARROLLO DE LA UNIDAD

No	Actividad	Tiempo	Recurso/ Herramienta tecnológica	Proceso de Evaluación
4	Antes: Preparación y/o actualización del material visual asociado con Gerencia metrológica y Auditoria de Medición bajo los principios de la Norma ISO 10012. Planificar las actividades para presentar los requisitos básicos de gerencia metrología asociados con: • Plan metrológico • Calibraciones • Incertidumbre en la medición. Planificar e identificar los conceptos importantes a usar de la Norma ISO 10012 que aplican en la Medición de Hidrocarburos. Durante: Presentar y explicar los contenidos los contenidos: • Gerencia Metrológica • Auditoria de Medición Recibir y escuchar a los estudiantes sobre los compartido del tema. Exponer experiencias reales sobre el tema y dar a conocer que empresas y entes de control realizan en Colombia estas actividades. Después: Establecer un horario de tutoría de la catedra. Evaluar el contenido evaluación general. Extra-clase: Compartir Norma ISO 10102 para la lectura de los estudiantes. Investigación en internet de las empresa y metodologías en	9 horas	Presentaciones Enlaces: www.onac.gov.co www.iso.org Empresas de auditorías integradas. Documentos: Normas ISO 9001, ISO 10012. Normas Técnicas (API, ASTM, AGA). Herramienta tecnológica: Zoom Moodle	Evaluación de Nivel 4. Examen individual. Estrategia de enseñanza: Lectura de textos en diferentes formatos Evidencia: Prueba test con preguntas abiertas. Tipo de Evidencia: De conocimiento. Producto. Cuestionario Físico o Cuestionario en Moodle.

	calibración, verificación y mantenimiento de equipos.			
--	---	--	--	--

UNIDAD 5				
Título de la unidad de aprendizaje Estructura Legal y Comercial en Colombia para la producción y comercialización del Hidrocarburos				
Competencia(s) a desarrollar Identifica las Resolución 41251 de Ministerio de Minas que gobierna la Medición de Hidrocarburos en el país. Entiende la importancia de cumplir con la Ley en el sector de los Hidrocarburos. Conoce los diferentes tipos de contratos comerciales que gobiernan la venta de crudo y transporte en el país. Entiende y aplica los acuerdos que gobiernan los procesos de medición de hidrocarburos.				
Tiempo estimado para el desarrollo de la Unidad 9 horas.				
Estrategias de enseñanza y de aprendizaje.				
DESARROLLO DE LA UNIDAD				
No	Actividad	Tiempo	Recurso/ Herramienta tecnológica	Proceso de Evaluación
5	Antes: Preparación y/o actualización del material visual asociado con Estructura Legal y Comercial en Colombia para la producción y comercialización del Hidrocarburos. Preparación de la estructura y temas a tratar en la mesa redonda que se realizara durante la unidad. Durante: Presentar y explicar los contenidos los contenidos: - Estructura Legal de HC - Estructura Comercial de HC Desarrollo de la mesa redonda. Retroalimentar las conclusiones de la mesa redonda. Después:	9 horas	Presentaciones. Casos de experiencia. Enlaces: www.minminas.gov.co www.anh.gov.co www.upme.gov.co Link de empresas de venta de equipos del sector hidrocarburos. Documentos: Resolución 41251 y 181495 Ministerio de Minas y Energía. Manuales de medición corporativos de consulta. Normas Técnicas (API, ASTM, AGA) Herramienta tecnológica: Zoom Moodle	Estructura Legal y Comercial en Colombia para la producción y comercialización del Hidrocarburos. Mesa redonda. Estrategia de enseñanza: Resolución de Problema. Evidencia: Debate (presencial, virtual) Tipo de Evidencia: De conocimiento, desempeño, directo. Exposición presencial o Virtual a través de Zoom o Teams

	Establecer un horario de tutoría de la catedra. Extra-clase: Lectura de material soporte enviado a correo para preparar temática de mesa redonda.			
--	---	--	--	--