



Automatización de sistemas de inventarios Marine Nrg S.A.S

Jorge Luis Cotte Carrasquilla

Trabajo de grado

Asesor

Emerson Andrés Giraldo Betancur

Magister en Dirección de Operaciones y Logística

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín, Antioquía

2022

Cita	(Cotte Carrasquilla,2022)
Referencia	Cotte Carrasquilla, J, (2022). <i>Automatización de sistemas de inventarios Marine NRG SAS</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
1 Objetivos	8
1.1 Objetivo general.....	8
1.2 Objetivos específicos	8
2 Marco teórico	9
Hidrocarburos.....	9
Visual Basic for Applications... ..	12
Inventarios.....	14
3 Metodología	16
4. Creación De Una Macro En VBA Utilizando Formularios Para Registrar Los Cambios En El Inventario (Entradas, Salidas y Trasiegos).....	17
5. Cálculo De Las Expansiones Por Variaciones Volumétricas.....	22
6. Validación del programa de Visual Basic for Applications para la medición de tanques en Marine NRG SAS	24
7. Conclusiones... ..	31
8. Recomendaciones.....	33
Referencias.....	35
Anexos	41

Lista de figuras

Figura 1 <i>Ventana Principal Programa</i>	17
Figura 2 <i>Autenticación Ingreso/Salida de Producto</i>	18
Figura 3: <i>Formulario Ingreso/Salida de Producto</i>	18
Figura 4: <i>Selección de fecha</i>	19
Figura 5: <i>Ingreso de Datos Formulario Ingreso/Salida Producto.</i>	19
Figura 6: <i>Datos Ingresados Formulario Ingreso/Salida de Producto</i>	20
Figura 7: <i>Selección de tanque</i>	21
Figura 8: <i>Información del Tanque Seleccionado.</i>	22
Figura 9: <i>Cálculos de Producto Ingresado/Despachado</i>	23
Figura 10: <i>Ventana Principal para Ingreso a inventarios</i>	24
Figura 11: <i>Inventario de Tanques.</i>	24
Figura 12: <i>Formulario Reporte Diario.</i>	25
Figura 13: <i>Formulario Consultar Reportes.</i>	26
Figura 14: <i>Selección de fecha Formulario Consulta Reporte</i>	26
Figura 15: <i>Búsqueda por fecha de Reporte de Producto</i>	27
Figura 16: <i>Resultado de Búsqueda de Reporte por Fecha</i>	28
Figura 17: <i>Cerrar Formulario de Reportes Diarios</i>	29
Figura 18: <i>Cerrar Formulario de Inventarios</i>	29
Figura 19: <i>Ventana Principal.</i>	30

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
API	American Petroleum Institute
SAS	Sociedad por Acciones Simplificadas
UdeA	Universidad de Antioquia
VBA	Visual Basic for Applications

Resumen

Marine NRG S.A.S es una empresa que se encuentra ubicada en la ciudad de Cartagena, Bolívar, en la zona industrial de Mamonal, barrio Albornoz. La empresa se dedica a la refinación de hidrocarburos con el fin de extraer 4 productos: Nafta, Keroseno, Diesel y fondos, para lo cual se hace necesario un sistema de medición desde el inicio de la operación.

La medición del producto da garantía de que se está recibiendo la cantidad de producto especificada por el proveedor en la proforma y después de revisar como se está realizando actualmente este se percibió que el sistema de medición actual es susceptible a errores.

El desarrollo de la práctica contó en un primer momento con la búsqueda de información que certificara procedimientos de calidad, esto conllevó a revisar la bibliografía existente para asumir parámetros adecuados. Posteriormente se solicitó el apoyo al personal experto de Marine NRG para este tipo de maniobras, cumpliendo con los protocolos y guías de la empresa.

El tercer paso consistió en la ejecución de la medición. Este proceso se realizó con los operados encargados. Luego de la medición del producto se aplicaron los inventarios disponibles para la realización de los cálculos correspondientes. Por último, se plasmaron los datos obtenidos y se realizó el análisis de acuerdo a los resultados arrojados por el programa de VBA.

Palabras clave: VBA, hidrocarburos, medición, inventarios.

Abstract

Marine NRG S.A.S is a company located in the city of Cartagena, Bolívar, in the Mamonal industrial zone, Albornoz neighborhood. The company is dedicated to the refining of hydrocarbons in order to extract 4 products: Naphtha, Kerosene, Diesel and bottoms, for which a measurement system is necessary from the beginning of the operation.

The measurement of the product guarantees that the quantity of product specified by the supplier in the proforma is being received and after reviewing how it is currently being carried out, it was perceived that the current measurement system is susceptible to errors.

The development of the practice had at first the search for information that would certify quality, this led to reviewing the existing bibliography to assume adequate parameters. Subsequently, support was requested from the expert personnel of Marine NRG for this type of maneuvers, complying with the company's protocols and guidelines.

The third step consisted in the execution of the measurement. This process was carried out with the operators in charge. After measuring the product, the available inventories were applied to carry out the corresponding calculations. Finally, the data obtained was reflected and the analysis was carried out according to the results obtained by the VBA program.

Keywords: VBA, hydrocarbons, measurement, inventories.

Introducción

El presente documento recopila de manera detallada el proceso de medición de tanques de hidrocarburos en la empresa Marine NRG SAS, con el fin de proponer herramientas de avanzada que contribuyan a optimizar los procedimientos actuales. Marine NRG SAS es una empresa ubicada en la ciudad de Cartagena, en el sector industrial de Mamonal, dedicada a la refinación de hidrocarburos para la producción de combustibles líquidos derivados del petróleo con una capacidad de refinación de 1500 barriles/día, de los cuales se obtiene de este proceso 4 productos: Nafta, Keroseno, Diesel y Fondos.

El objetivo principal de esta investigación es optimizar el proceso de medición de la empresa Marine NRG SAS, mediante la creación de un macro en VBA utilizando inventarios que permitan registrar los cambios, contabilizar las expansiones por variación volumétrica y la aplicación de recursos tecnológicos que minimicen errores humanos de cálculo.

La metodología utilizada partió desde un enfoque cuantitativo haciendo uso de inventarios para la medición, sistemas de cómputo y herramientas de Excel. El trabajo se realizó en tres fases: a) recopilación de información y de los procesos internos de la empresa; b) la creación de un sistema de VBA y c) la puesta en marcha del aplicativo en el contexto real.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de inventarios para Marine NRG SAS que optimice sus procesos de medición de hidrocarburos.

1.2 Objetivos específicos

- Crear una macro en VBA utilizando formularios para registrar los cambios en el inventario (Entradas, Salidas y Traslados).
- Calcular las variaciones por expansión volumétrica.
- Validar el programa de Visual Basic for Applications para la medición de tanques en Marine NRG SAS.

2 Marco teórico

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son una mezcla de productos químicos que se componen por átomos de hidrógeno y carbono, cuyo origen es principalmente el petróleo crudo (Castillo & otros, 2013). Los hidrocarburos se dividen en dos grandes grupos: aromáticos y alifáticos. Se forman mediante la descomposición y transformación térmica de materia orgánica y se pueden encontrar en forma líquida (petróleo), gaseoso (gas natural) y sólida (hidratos de metano).

EITI (2018) afirma que “la actividad petrolera en Colombia tiene más de 100 años de historia. Y si bien Colombia no se clasifica como uno de los grandes países petroleros del mundo, en todo caso ocupa un lugar destacado en el ámbito global. Esta actividad ha sido y continúa siendo de enorme importancia para el desarrollo económico y social”.

Mena (2002) expresa que, desde el inicio de la actividad petrolera en el país, a comienzos del siglo XX, el estado otorgó concesiones a empresas extranjeras para el abordaje de la exploración y explotación de petróleo. Sin embargo, con el paso del tiempo los inversionistas extranjeros han migrado de Colombia debido a los problemas internos de violencia y riesgos políticos en los que ha vivido el país.

En Colombia el sector de los hidrocarburos está regulado bajo la ley 1028 de 2006 que define el “apoderamiento de los hidrocarburos, sus derivados, biocombustibles o mezclas que los contengan y otras disposiciones” (Función Pública, 2006) y las actividades de este sector que se desarrollan en tres grandes fases: upstream, midstream y downstream (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

De igual forma la Resolución 41251 de 2016 (Función Pública, 2016) mediante la cual se establecen los parámetros estandarizados para la medición en sus distintos ámbitos, buscando promover una adecuada práctica que garantice el ejercicio de medición de los hidrocarburos y los aportes correspondientes al Sistema Nacional de Regalías.

La primera fase del sector de hidrocarburos, *upstream*, comprende las actividades de exploración y explotación, reguladas por el Decreto 1073 de 2015, en su artículo número 2. La segunda fase, *midstream*, que define las actividades de transporte de combustibles líquidos derivados del petróleo, establecidas por el artículo 2.2.1.1.2.2.3.85 del Decreto 1073 de 2015 y la tercera fase, *downstream*, que propone las actividades de refinación y comercialización de combustibles líquidos, biocombustibles y sus mezclas. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Las actividades de *upstream* incluyen “la perforación y operación de pozos exploratorios y de producción”. Y se ejecuta dentro de las siguientes actividades: a) contratación, b) exploración, c) evaluación y desarrollo y d) producción. La contratación corresponde a la evaluación técnica del terreno, la suscripción de contrato con el Estado, regulados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH, en donde se define las obligaciones y derechos de las partes. (EITI, 2018).

La exploración corresponde a la etapa donde las compañías buscan identificar las zonas que potencialmente produzcan hidrocarburos y tiene una duración de seis años e incluye aspectos como: planeación, localización de trabajos, socialización y licencias ambientales, también se conoce con el nombre fase 0. En la evaluación y desarrollo se deben presentar los resultados del programa y se decide si hay comercialidad o no. La actividad de explotación se desarrolla a través de un Plan de Explotación, donde se define el método de producción y los procesos, las facilidades y el plan de abandono. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

De la Luz y Ávalos (2022) manifiestan que “El Upstream petrolero es uno de los sectores industriales de intensivo uso de capital tangible, tanto monetario como tecnológico, que desde finales del siglo XX forma parte de los negocios de la era del conocimiento”.

Morales, Quitiaquez & Simbaña (2020) afirman que:

Los procesos de downstream y midstream son los que generan un mayor margen económico dentro de la cadena de suministro del petróleo, razón por la cual es necesario contar con un modelo óptimo que permita maximizar las ganancias y reducir tiempos muertos en los sistemas de producción y distribución. Los cuales se deben incluir variables como producción de centros de refinación, volúmenes de productos importados, inventarios en los centros de mezclas y distribución de hidrocarburos, volúmenes transportados por poliductos u otros medios y secuencias de estos, con la finalidad de satisfacer la demanda con un bajo costo operativo.

Las actividades de la fase *midstream* incluyen el transporte de los hidrocarburos hacia las refinерías o hacia los puertos para su exportación. El artículo 2.2.1.1.2.2.3.85 del Decreto 1073 de 2015 es el cual establece los diferentes medios de transporte de combustibles líquidos y derivados del petróleo: terrestre, poliductos, marítimo, fluvial, aéreo y férreo. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

EITI Colombia (2018) afirma que la fase de *downstream* se refiere a la refinación y comercialización del crudo y de los productos refinados. En la refinación “somete el crudo a complejos procesos industriales que permiten producir una amplia variedad de combustibles líquidos y otros productos. Los principales productos del proceso de refinación son: gas licuado de petróleo (GLP), gasolina, alquilato, jet fuel, diesel, asfaltos, combustóleo, coque”. Y la comercialización hace referencia a la cadena de valor donde el producto se lleva al mercado.

Kaplinsky & Morris (2002) establecen que una cadena de valores es el análisis de un determinado producto o servicio, desde su origen hasta el momento de llegada o presentación frente al público. En el caso de los hidrocarburos esta cadena de valor se evidencia en las tres fases mencionadas anteriormente.

En las industrias del sector se requieren de sistemas de medición para operaciones y movimientos de productos, control de inventarios, conciliación de volumen, control de pérdidas, entre otros. Por lo que se emplean distintas formas de medición tales como: medición manual, medidores de boya, medidores de servo, medidores por radar.

Serna, Peñuela y López (2012) afirman que muchas de las decisiones importantes en las empresas de productos químicos se basan en los resultados de las mediciones de los productos. Afirman que la medición no es una tarea fácil, debido a que requiere de conocimientos en metrología y estadística, que existen múltiples factores que influyen los cálculos.

Trujillo (2010) afirma que el manejo de hidrocarburos implica una práctica de múltiples riesgos y por tal motivo es necesario generar procedimientos meticulosos y de tecnologías dirigidas, que apunten a la minimización de dichos riesgos, logrando una manipulación adecuada y segura de los recursos.

Visual Basic For Applications

El término Visual Basic for Applications surge de la configuración de “macros” en los libros de Excel, que permite automatizar y realizar tareas de complejidad, logrando mayor eficacia y eficiencia. (Acosta & Acosta, 2015).

Las autoras expresan que:

Una macro es una serie de instrucciones que se almacenan para que se puedan ejecutar de forma secuencial mediante una sola llamada u orden de ejecución. Con las macros lo que se pretende es automatizar varias tareas y fusionarlas en una sola, añadiendo por ejemplo un botón en nuestro libro que al pulsar sobre él realice todas esas tareas. (p. 1).

“Visual Basic for Applications VBA Una de las características más ventajosas y comunes en los nuevos productos que ofrecen los desarrolladores de SCADA es el uso integrado de Microsoft VBA. VBA es el lenguaje de programación incorporado a las aplicaciones de Microsoft Office que se ha extendido y ha sido aceptado por la mayoría de los usuarios”. (Martínez, Santos & Otero, 2005).

Hirsh (2012) afirma que “Visual Basic for Applications VBA es un lenguaje de programación simple, pero efectivo, que nos permite ampliar aplicaciones de Office. Con este lenguaje y sin necesidad de un gran conocimiento en programación se pueden llevar a cabo aplicaciones más sencillas y amigables para, de esta manera, personalizarlas según la necesidad de cada usuario”.

Dentro de VBA encontramos varios tipos de subprogramas: funciones y procedimientos, y tipos de parámetros. Las *funciones* es un subprograma que se utiliza “para calcular y devolver un único valor”, mientras que los *procedimientos* se usan “para devolver más de un valor o ninguno”. Los *tipos de parámetros* se clasifican en parámetros formales que se colocan entre paréntesis y al costado de los nombres, los parámetros reales o actuales que responde a la invocación o uso de un subprograma y el paso parámetros que se definen por valor o referencia. (p. 61-68).

Amelot (2016) afirma que el lenguaje de VBA permite: automatizar acciones repetitivas, interactuar sobre los libros de Excel, crear formularios personalizados, generar automáticamente

tablas y gráficas, personalizar la interfaz de Excel y modificar las opciones de Excel. Entre las ventajas del uso de VBA encontramos: su facilidad de uso y aprendizaje, entorno integrado de desarrollo, integración de diferentes lenguajes de programación y acceso a las funciones API de Windows. (Undebarrena, 2010).

Los frecuentes cambios en la economía mundial, las aperturas de fronteras y al acceso a los mercados internacionales, han conllevado a la unificación de un idioma contable, en el cual VBA se ha convertido en una herramienta de mucha utilidad. (Alarcón, 2020).

Inventarios

Ordúz y Goyeneche (2003) expresan que en las industrias dedicadas a la actividad petrolera los equipos, materiales y la infraestructura, representan un alto costo de inversión, por tal motivo es vital el uso de inventarios que permita controlar los activos fijos de la compañía.

Un inventario es “la verificación y control de los materiales o bienes patrimoniales de la empresa”, que se utiliza para regularizar la cuenta de existencia y permiten calcular si existen pérdidas o ganancias. (Meana, 2017).

En el desarrollo de inventarios se pueden encontrar dos modelos: un modelo determinista determinado por la demanda constante y el modelo probabilístico en el cual la demanda no es conocida. A su vez, existen varios tipos de inventarios: de materiales primas y componentes, productos terminados y otros. (p. 8-10).

En Colombia la Resolución 40265 del 29 de julio de 2022 permitió establecer los requerimientos de inventarios y medidas tendientes a garantizar el abastecimiento del petróleo y

sus mezclas. Y dispone de un inventario mínimo obligatorio en las actividades de refinación y producción de los mismos. (Ministerio de Minas y Energía, 2022).

3 Metodología

Esta propuesta se desarrolló con un enfoque cuantitativo, diseñando el sistema actual de medición para así garantizar un correcto manejo de los inventarios. La técnica empleada para la medición manual de tanques que en el fondo tienen una platina de referencia se rigió por la norma 3.1A que es la que permite medir manualmente el nivel de líquido de petróleo y productos del petróleo en estos. Para completar el proceso de medición se requirió de algunos instrumentos como lo son: cinta de medición especial, un termómetro electrónico digital (PETs) así como equipos de laboratorio para los análisis internos de los productos y pruebas externas que se realizan en laboratorios certificados.

Los elementos utilizados para el desarrollo de la propuesta fueron un equipo de cómputo con Microsoft Excel en el cual se desarrolló el programa usando el lenguaje de programación Visual Basic for Applications. En este programa se logró ingresar los valores medidos con la cinta métrica, el API y temperatura tomada del producto con el termómetro y el automáticamente basándose en el aforo del tanque a medir hecho por SAYBOL, calculando la cantidad de Barriles/Galones de ese producto en ese tanque, además la información almacenada en este no se va a poder manipular ya que en donde se guarda esta va a contar con un cifrado para brindar mayor seguridad de estos datos sensibles y al automatizar este proceso se garantiza mayor exactitud en estas mediciones y por ende mayor control de los inventarios.

Este proyecto se realizó en 3 fases. La primera fase fue la *creación de una macro de inventarios VBA* para registrar los ingresos, salidas y trasiegos del producto. Para el desarrollo de esta primera fase se inició con una recopilación de información necesaria para crear la

macro de VBA en donde se estudió a profundidad el proceso de medición, realizando la revisión de los cálculos necesarios para liquidar la cantidad de producto medido en un tanque y el estudio de las variables que intervienen en este procedimiento y luego de tener claro el proceso, las variables que intervienen en este y los cálculos necesarios, se comenzó con la etapa de la construcción del programa usando Visual Basic for Applications en Excel.

La segunda fase se inicia con la aplicación del inventario de VBA en donde se permitió *contabilizar las expansiones por variaciones volumétricas*, así como las operaciones de modificación de inventarios las cuales ocurren cuando llegan materias primas o cuando se obtienen productos terminados procedentes del proceso de refinación, a través un módulo en donde se introducen los valores que modifican el inventario de cada tanque con un producto específico, así como un apartado de trasiegos para contabilizar cuando un producto pasa de un tanque a otro y se modifica el inventario de este. El desarrollo de este programa se realizó de la mano con los operadores encargados de estas mediciones y con ellos se logró afinar todos los parámetros del aplicativo, así como ir presentado unos avances mensuales para analizar el funcionamiento de este, y modificar o corregir posibles problemas o inconsistencias que se presentaron.

La fase final consistió en la *validación del programa de Visual Basic for Applications para la medición de tanques en Marine NRG SAS*, en donde el aplicativo debió cumplir con los fines para lo que fue diseñado y las pruebas de campo en donde se corroboraron los resultados obtenidos de este con las mediciones realizadas y a su vez se analizaron los posibles errores que pueda estar presentando para así finalizar esta fase cumpliendo con todos los parámetros para posteriormente implementar su uso en la planta de Marine NRG SAS.

4. Creación De Una Macro En VBA Utilizando Formularios Para Registrar Los Cambios En El Inventario (Entradas, Salidas y Trasiegos).

Al iniciar el programa, el usuario se va a encontrar con la siguiente interfaz (Figura 1), la cual es la ventana principal en donde se puede ingresar al formulario que nos permite registrar el Ingreso/salida de producto, así como acceder al inventario en tiempo real del nivel de producto disponible en los tanques y por último el botón de cerrar sesión que guardara todos los cambios hechos en la sesión.



Figura 1: Ventana Principal Programa

Si queremos hacer Ingresar/Despachar un carro tanque tenemos que dirigirnos al botón de Ingreso /Salida producto (flecha verde), el cual al hacerle clic nos desplegara un formulario (Figura2) para autenticarnos en donde encontraremos dos cuadros de texto donde debemos ingresar la información requerida para el ingreso (Usuario y Contraseña). Al momento de ingresar estos hay que tener cuidado ya que el programa es susceptible a mayúsculas y minúsculas. Después de ingresar los datos correctamente, procederemos a dar clic en el botón

“INGRESAR” y si las credenciales están correctas el programa nos mostrara el formulario de Ingreso/Salida de producto (Figura 3).

El otro botón que encontramos “Cerrar Sesión” le damos clic si queremos cerrar el programa y el automáticamente guardara todos los cambios hechos en la sesión.



Figura 2: Autenticación Ingreso/Salida de Producto.

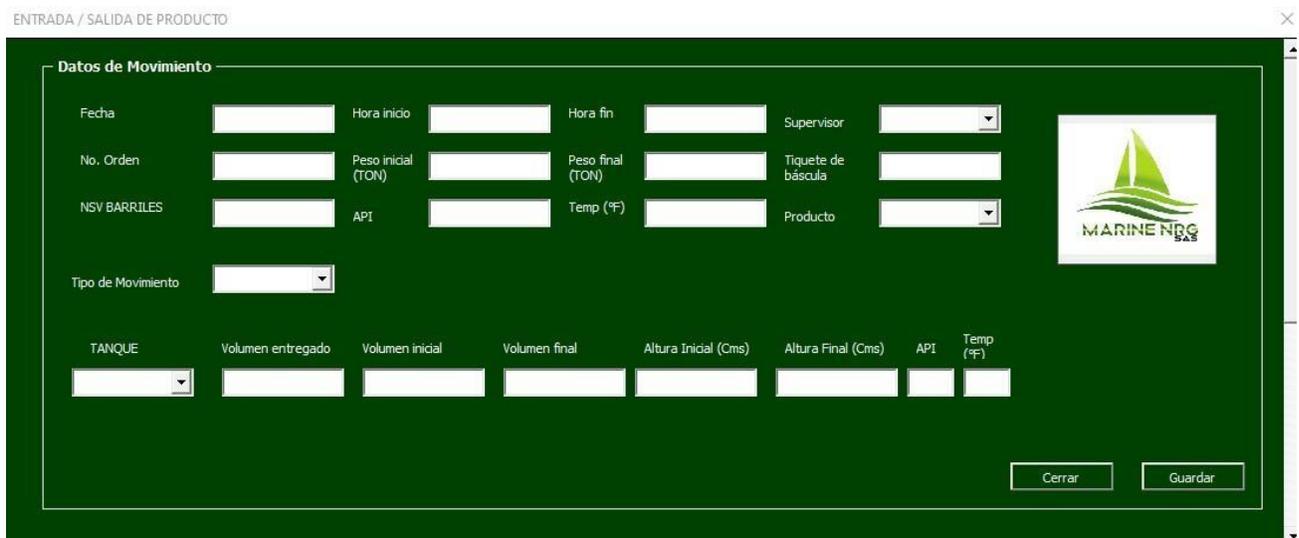


Figura 3: Formulario Ingreso/Salida de Producto.

Después de habernos autenticados, tendremos acceso a la ventana principal de Ingreso/Salida de producto (Figura 3) en donde podremos registrar el recibo o despacho de un

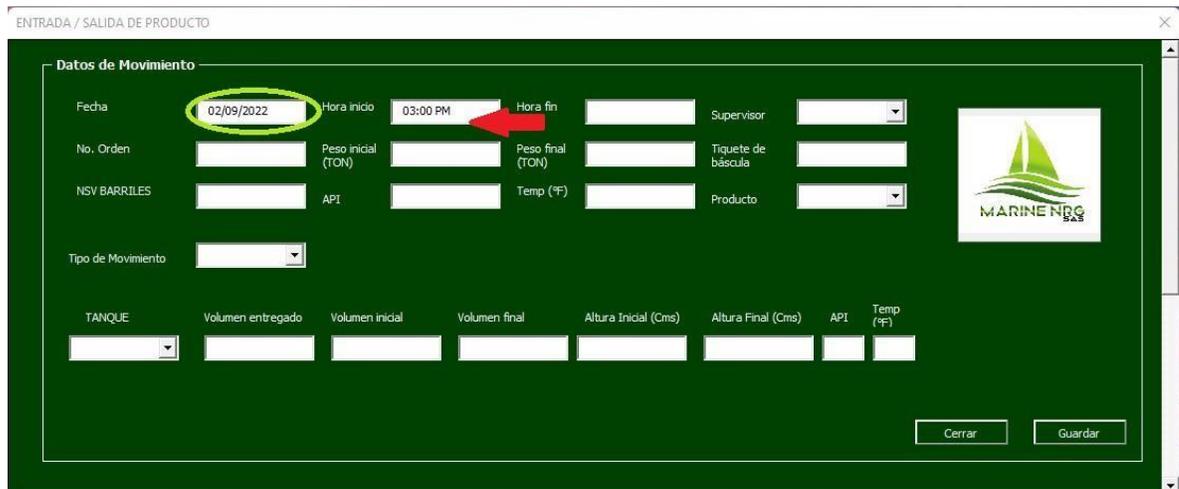
carro tanque. Para comenzar este proceso procederemos a llevar todos los datos requeridos para hacer este registro.

El primer campo para completar es el de la fecha (Figura 4) en donde se debe hacer doble clic en este cuadro (flecha verde) para desplegar el calendario y elegir la fecha (flecha roja).



The screenshot shows a web application window titled "ENTRADA / SALIDA DE PRODUCTO". The main form is titled "Datos de Movimiento" and contains several input fields: "Fecha", "No. Orden", "NSV BARRILES", "Tipo de Movimiento", "TANQUE", "Volumen entregado", "Volumen inicial", "Volumen final", "Altura Inicial (Cms)", "Altura Final (Cms)", "API", and "Temp (°F)". There are also dropdown menus for "Supervisor", "Tiquete de báscula", and "Producto". A "Select Date" calendar is open, showing the month of September 2022. A green arrow points to the "Fecha" field, and a red arrow points to the date "02" in the calendar. The "MARINE NRG S.A.S" logo is visible in the bottom right corner of the form area. "Cerrar" and "Guardar" buttons are at the bottom right.

Figura 4: Selección de fecha.



The screenshot shows the same "ENTRADA / SALIDA DE PRODUCTO" form. The "Fecha" field now contains the date "02/09/2022", which is circled in green. The "Hora inicio" field is set to "03:00 PM", indicated by a red arrow. The "Volumen inicial" and "Volumen final" fields are now visible. The "MARINE NRG S.A.S" logo and "Cerrar" and "Guardar" buttons are also present.

Figura5: Ingreso de Datos Formulario Ingreso/Salida Producto.

Como se observa en la Figura 5 después de haber elegido la fecha esta quedara registrada en el cuadro siguiendo el formato DD/MM/YYYY, y se continua digitando los otros datos

requeridos. En el caso de la hora de inicio/fin el programa maneja este campo en el formato 24H, así que si al ingresar una hora, por ejemplo, las 3 de la tarde se debe ingresar en este recuadro (flecha roja) las 15:00 y el programa automáticamente le dará este formato: “3:00 PM”. Los demás campos se registran normalmente sin alguna indicación especial: número de orden, peso inicial en toneladas, peso final en toneladas, tiquete de báscula, API, temperatura. En este formulario se cuenta con varias listas desplegables en donde se puede elegir entre las opciones disponibles para completar los datos que requiere este formulario: supervisor, producto, tanque y tipo de movimiento. El campo de NSV se completa automáticamente con los ingresos peso inicial menos peso final para determinar la cantidad del producto.

Datos de Movimiento							
Fecha	02/09/2022	Hora inicio	03:00 PM	Hora fin	04:00 PM	Supervisor	Ronald Rios
No. Orden	1564	Peso inicial (TON)	500	Peso final (TON)	10	Tiquete de báscula	8596
NSV BARRILES	3306,8783068783	API	20	Temp (°F)	95	Producto	CRUDO
Tipo de Movimiento	INGRESO						
TANQUE	Volumen entregado	Volumen inicial	Volumen final	Altura Inicial (Cms)	Altura Final (Cms)	API	Temp (°F)

Figura 6: Datos Ingresados Formulario Ingreso/Salida de Producto.

Con todos los datos digitados en el formulario (figura 6) se procede a selección el tipo de movimiento de la lista desplegable (flecha verde). Este paso es muy importante ya que antes de elegir el tanque al que se le va a ingresar o sacar producto se debe seleccionar el tipo de movimiento para así elegir el tanque.

ENTRADA / SALIDA DE PRODUCTO

Datos de Movimiento

Fecha	02/09/2022	Hora inicio	03:00 PM	Hora fin	04:00 PM	Supervisor	Ronald Rios
No. Orden	1564	Peso inicial (TON)	500	Peso final (TON)	10	Tiqueta de báscula	8596
NSV BARRILES	3306,8783068783	API	20	Temp (°F)	95	Producto	CRUDO

Tipo de Movimiento: INGRESO

TANQUE	Volumen entregado	Volumen inicial	Volumen final	Altura Inicial (Cms)	Altura Final (Cms)	API	Temp (°F)
TK 301							
TK 302							
TK 303							
TK 304							
TK 308							
TK 305							
TK 307							
TK 306							

Cerrar Guardar

Figura 7: Selección de tanque

Después de haber seleccionado el tipo de movimiento se procede a seleccionar el tanque (figura 7) en donde se va a ingresar o retirar producto.

5 Cálculo De Las Expansiones Por Variaciones Volumétricas

Para calcular las expansiones por variaciones volumétricas se procede a seleccionar tanque (Figura 8) y allí se observa que se despliegan 2 informaciones referentes a ese tanque: el volumen actual del tanque (circulo amarillo) en Barriles, así como la altura actual en centímetros del tanque (circulo verde). Estos son los valores iniciales con los que el programa hará las operaciones y calculará el volumen final en función de la altura final registrada al hacer la medición de fondo por el operador, así como el cálculo de Barriles netos con el valor del API del producto y el de temperatura (°F).

ENTRADA / SALIDA DE PRODUCTO

Datos de Movimiento

Fecha	02/09/2022	Hora inicio	03:00 PM	Hora fin	04:00 PM	Supervisor	Ronald Rios
No. Orden	1564	Peso inicial (TON)	500	Peso final (TON)	10	Tiqueta de báscula	8596
NSV BARRILES	3306,8783068783	API	20	Temp (°F)	95	Producto	CRUDO
Tipo de Movimiento	INGRESO						

MARINE NRG S.A.S

TANQUE	Volumen entregado	Volumen inicial	Volumen final	Altura Inicial (Cms)	Altura Final (Cms)	API	Temp (°F)
TK 301		46,744665081399		25			

Cerrar Guardar

Figura 8: Información del Tanque Seleccionado.

Como se observa en la figura 9 al introducir la altura final (flecha verde) registrada por el operador al momento de hacer la medición de fondo el programa arrojará el volumen final (circulo verde) el cual en primera instancia dará el valor en barriles brutos respectivo para esta altura. Este valor se toma de las tablas de aforo respectivas para cada tanque, estas fueron suministradas por una firma especializada Saybolt de Colombia la cual aforó cada tanque. El objetivo de este programa es aparte de poder registrar el inventario en tiempo real, es también

medir las variaciones volumétricas de los hidrocarburos por temperatura, por lo que el siguiente paso es introducir el valor del API (flecha amarilla) y el valor de temperatura (flecha roja), en ese momento el volumen final (circulo verde) cambia al valor de barriles netos con la respectiva corrección por temperatura y aquí en este punto se procede a registrar los datos y se dirige al botón guardar (flecha azul) y se le da clic sobre este y los datos quedaran guardados exitosamente y a su vez esto afectara el inventario por lo que si la operación es de ingreso entraran esta cantidad de barriles al tanque elegido o en el caso contrario se restaran los barriles del tanque especificado.

Despues de haber guardado los datos, el sistema nos conduce nuevamente al item de Datos de Movimiento para diligenciar nuevos valores si requiere y si no, se procede a darle clic al boton cerrar y se remite a la ventana principal (figura 9).

ENTRADA / SALIDA DE PRODUCTO

Datos de Movimiento

Fecha: 02/09/2022 Hora inicio: 03:00 PM Hora fin: 04:00 PM Supervisor: Ronald Rios

No. Orden: 1564 Peso inicial (TON): 500 Peso final (TON): 10 Tiquete de báscula: 8596

NSV BARRILES: 3306,8783068783 API: 20 Temp (°F): 95 Producto: CRUDO

Tipo de Movimiento: INGRESO

TANQUE: TK 301

TANQUE	Volumen entregado	Volumen inicial	Volumen final	Altura Inicial (Cms)	Altura Final (Cms)	API	Temp (°F)
TK 301	16,276183995891	46,74665081399	63,02084907729	25	35	20	95

Cerrar Guardar

Figura 9: Cálculos de Producto Ingresado/Despachado.

6. Validación Del Programa De Visual Basic For Applications Para La Medición De Tanques En Marine NRG SAS



Figura 10: Ventana Principal para Ingreso a inventarios.

Para acceder al inventario se debe dar clic al botón llamado “Inventario” (flecha roja) y se desplegará el formulario de inventario de los tanques (figura 11).



Figura 11: Inventario de Tanques.

En la figura 11 estará disponible la información del volumen de producto en barriles, así como la altura de producto en el tanque en centímetros. En esta imagen están delimitados los productos en 3 zonas: 1 de crudo, 1 de fondos residuales y la otra de productos blancos (Nafta, Keroseno, Diesel). Asimismo, hay unos colores presentes en el volumen del producto y es que esto es una ayuda visual que permite ver a simple vista como está el nivel del tanque es cuestión. La representación de colores es: color verde cuando el nivel del tanque que está entre 0-25%, azul cuando está de 25-70% y rojo cuando el nivel se encuentra entre el 70-100%, para que los operadores estén al pendiente cuando se hayan llenado los tanques ya que la operación de la refinería es 24/7 por lo que hay que ir despachando producto a medida que se llenan los tanques porque si no tocaría parar la operación y esto generaría grandes pérdidas a la empresa.

En este formulario también se pueden registrar los reportes diarios, esto se hace dirigiéndonos al botón reportes (flecha verde) y dándole clic para que se despliegue el formulario de reportes (figura 12). En este formulario dispondrá de los 8 tanques con su respectiva numeración y producto, así como la cantidad de volumen en barriles y galones de estos. En el caso de que se vaya a realizar el reporte se continúa con el botón “GUARDAR REPORTE” (flecha verde) y se da clic a este y así estos datos se guardarán automáticamente.

Tanque	Barriles (Bls)	Galones (Gls)
TK 301 - Crudo	46,616882763165	1957,90907605293
TK 302 - Crudo	581,128789327451	24407,4091517529
TK 303 - Crudo	170,66990383198	7168,13596094316
TK 304 - Fondos	1156,6868573251	48580,8480076542
TK 308 - Diesel	51,2517519984699	2152,57358393574
TK 305 - Fondos	1439,77821130459	60470,6848747928
TK 307 - Keroseno	1434,6200343723	60254,0414436366
TK 306 - Nafta	660,444624689601	27738,6742369632

Figura 12: Formulario Reporte Diario.

Si se necesita volver al formulario de inventarios nos dirigiremos al botón “Cerrar” (circulo amarillo) o en el caso de que se quiera consultar un reporte en específico se procede a darle clic al botón “Consultar” (flecha roja) y se desplegara el formulario de consulta de reportes (figura 13).

	Bls	Gls
TK 301-CRUDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 302-CRUDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 303-CRUDO	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 304-FONDOS	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 308-DIESEL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 305-FONDOS	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 307-KEROSENO	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TK 302-NAFTA	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 13: Formulario Consultar Reportes.

Aquí se observa la interfaz principal (figura 13) para consultar el inventario de producto en una fecha específica, el cual va a arrojar un resultado de la cantidad de volumen en el respectivo tanque tanto en barriles como en galones y la hora en la cual fue guardado este reporte. Para poder obtener un resultado nos dirigimos al cuadro de fecha (flecha roja) y damos doble clic sobre este para que se nos despliegue el calendario (figura 14).



Figura 14: Selección de fecha Formulario Consulta Reportes

En el calendario (flecha verde) se elige la fecha a consultar y clic a esta para que quede registrada de la siguiente manera en el formulario (figura 15) para así poder realizar la búsqueda.



Figura 15: Búsqueda por fecha de Reporte de Producto.

Ya con la fecha a consultar nos dirigiremos al botón de la lupa (flecha roja) y al hacer clic sobre este se obtendrán los datos registrados en el programa del reporte hecho en esa fecha en específico (figura 16).

	Bls	Gls
TK 301-CRUDO	46,616882763165	1957,90907605293
TK 302-CRUDO	581,128789327451	24407,4091517529
TK 303-CRUDO	170,66990383198	7168,13596094316
TK 304-FONDOS	7168,13596094316	48580,8480076542
TK 308-DIESEL	51,2517519984699	2152,57358393574
TK 305-FONDOS	1439,77821130459	60470,6848747928
TK 307-KEROSENO	1434,6200343723	60254,0414436366
TK 302-NAFTA	660,444624689601	27738,6742369632

Figura 16: Resultado de Búsqueda de Reporte por Fecha.

Si se requiere realizar otra búsqueda en una fecha diferente vamos al icono de basura (flecha verde) y al hacer clic sobre este se borrarán todos los datos del formulario y se podrá realizar una nueva búsqueda. Si por el contrario ya no se requiere realizar una consulta de reportes se procede a darle clic al botón cerrar (flecha roja) y este llevará al formulario de reportes diarios (figura 17) en donde se podrá ir nuevamente al formulario de inventario dando clic al botón cerrar (circulo amarillo).

REPORTES DIARIOS - INVENTARIO TANQUES

Tanque	Barriles (Bls)	Galones (Gls)
TK 301 - Crudo	46,616882763165	1957,90907605293
TK 302 - Crudo	581,128789327451	24407,4091517529
TK 303 - Crudo	170,66990383198	7168,13596094316
TK 304 - Fondos	1156,6868573251	48580,8480076542
TK 308 - Diesel	51,2517519984699	2152,57358393574
TK 305 - Fondos	1439,77821130459	60470,6848747928
TK 307 - Keroseno	1434,6200343723	60254,0414436366
TK 306 - Nafta	660,444624689601	27738,6742369632

Figura 17: Cerrar Formulario de Reportes Diarios.

Ya en el formulario Inventario (figura 18) nos dirigimos al botón cerrar (flecha roja) y pasaremos a la ventana principal de nuestro programa (figura 19).

NIVEL DE PRODUCTO TANQUES

Volumen de Tanque (Bls)

CRUDO

TK 301	46.616882763	25	TK 302	581.12878932	350	TK 303	170.66990383	100
	Altura (Cm)			Altura (Cm)			Altura (Cm)	

FONDOS

TK 304	1156.6868573	700	TK 305	1439.7782113	900
	Altura (Cm)			Altura (Cm)	

PRODUCTOS BLANCOS

TK 306 NAFTA	660.44462468	400	TK 307 KEROSENO	1434.6200343	870	TK 308 DIESEL	51.251751998	30
	Altura (Cm)			Altura (Cm)			Altura (Cm)	

Nivel de TK (%)

Figura 18: Cerrar Formulario de Inventarios.

En la ventana principal (figura 19) se puede registrar el Ingreso/salida de productos (flecha verde), volver nuevamente al inventario (flecha roja) o cerrar sesión del programa y guardar los movimientos registrados (flecha amarilla)



Figura 19: Ventana Principal.

6 Conclusiones

El desarrollo de este informe logró evidenciar la falencia que se está presentando en el proceso de medición actual de la empresa Marine NRG SAS en referencia a la medición de los tanques de hidrocarburos, debido a que el proceso de compra se realiza en barriles o galones netos y al realizar el control de inventarios se estaba realizando en valores brutos, porque solo se estaba teniendo en cuenta el volumen y API del producto, sin registrar la temperatura exacta al momento de recibir la materia prima y en el despacho de producto terminado, lo que ocasiona pequeñas variaciones en los valores registrados porque se basan siempre es una temperatura constante de 90°F, lo cual no va acorde a la realidad y es que estas variaciones volumétricas son necesarias para el control de inventarios.

Con la implementación de la macro VBA de Excel se aportó la obligatoriedad de registrar la temperatura, facilitando especificar las variaciones que se presentan y la corrección de los datos arrojados, para así tener certeza de las posibles ganancias que no se estaban cuantificando el producto de estas variaciones.

El correcto control de los inventarios garantiza mayor precisión y exactitud en la materia prima, que, por su condición económica, genera para la empresa mayor cantidad de ganancias y disminución de las pérdidas. Esto ofrece la posibilidad de recibir el producto en neto y contabilizarlo en neto, reduciendo las imprecisiones al contabilizar la materia prima y los ingresos y egresos percibidos por esta.

La implementación de la macro de VBA permitió cambiar el actual registro de Excel utilizado por Marine NRG SAS, debido a que no ofrecía las garantías pertinentes para la consolidación de la información, ya que carecía de variables como: temperatura y cantidades

exactas. Además, era un archivo que no estaba cifrado y de fácil acceso a cualquier manipulación, dando oportunidad a errores porque implicaba otro formato vacío y tener que ingresar los datos, mientras que con la macro en VBA la aplicación ya tiene un consolidado de los datos ingresados.

Con el uso del programa se logró minimizar los riesgos de manipulación de los datos de inventarios, ya que los operadores no tienen que intervenir en este proceso como se hace actualmente en donde el operador tiene que tomar los datos del inventario final de un día y copiar este dato como inventario inicial del día siguiente lo que va a permitir tener mayor seguridad en el manejo de estos y facilitó este proceso de medición y control de estos mismos. Así mismo se pudo regular que solo las personas autorizadas puedan hacer uso del programa, a través de un registro de usuario y contraseña, que permite autenticar los datos.

7 Recomendaciones

Como resultado de la presente propuesta se puede recomendar lo siguiente:

- Adicionar módulos a la macro y al sistema que permitan manejar otros aspectos, como en el tema de la recepción de productos. Esto surge de que en la actualidad muchos de los procesos de la empresa se están manejando en Excel, pero sin margen de confiabilidad debido a que cualquier empleado puede acceder al archivo y modificarlo, adulterando u omitiendo información.
- Utilizar un mismo programa para el control de los procesos de la empresa. Esta recomendación es vital, debido a que Marine NRG SAS es una empresa relativamente nueva y por lo tanto es necesario implementar medidas y programas que garanticen mayor eficiencia y resultados.
- Respalda la información de la empresa y sus procesos desde sistemas operativos que permitan optimizar las fuentes y puestos de trabajo. Esto permitiría concretar fuentes de información confiables que respalden los procesos y que le permitan a otros usuarios, validados por el sistema, el acceso a estos para su seguimiento, supervisión y opciones de mejora.

Referencias

- Acosta Vargas, N. & Acosta Hurtado, T. (2015). *Introducción a la programación en Excel con Visual Basic for Applications*. ISBN: 978-9942-21-779-0
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11934/1/Introducci%C3%B3n%20en%20Excel%20con%20VBA.pdf>
- Alarcón Linares, A. (2020). *Actualización del software de módulos de informes contables bajo NIF para microempresarios no declarantes de IVA, apoyado en Visual Basic aplicaciones (VBA), Excel*. Revista de Ciencia e Ingeniería, [S.l.], v. 7, n. 2, p. e090, July 2020. ISSN 2389-9484. Disponible en:
<http://revistas.uniguajira.edu.co/rev/index.php/cei/article/view/209>.
- Amelot, M. (2016). *VBA Excel. Programación en Excel: Macros y Lenguaje VBA*. Eni Ediciones. Recursos Informáticos.
https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/603310/mod_resource/content/1/Manual%20VBA%20Excel%202016.pdf
- Camacho Triana, J. (2020). *Evaluación del manejo del agua en la extracción y producción de hidrocarburos con miras a la definición de alternativas de tratamiento y reúso*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78636>
- Castillo Bertel, M., Severiche Sierra, C., Herrera Franco, J. & Acevedo Barrios, R. (2013). *Evaluación analítica para la determinación de hidrocarburos totales en aguas por espectroscopia infrarroja*. Revista Boliviana de Química, 30(2), 146-152
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339680007>

De la Luz Martínez, M., & Ávalos Pelayo, R. (2022). *Capital Intelectual, relación con Liderazgo y Personalidad Gerencial en petroleras Upstream mexicanas*. Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro, 16(16), 41–54.

<https://doi.org/10.22463/24221783.3452>

Díaz, S. A. (2013). *Realización del portafolio de servicios para el Instituto Colombiano del Petróleo - ICP*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/664>.

EITI Colombia. (2018). *Informe 2018. Sector Hidrocarburos. Caracterización de la industria*. Recuperado de <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2018/marco-institucional/sector-hidrocarburos/>

EITI Colombia. (2018). *Sector Hidrocarburos*. Recuperado 18 de abril de 2022, de <https://www.eiticolombia.gov.co/es/datos-del-sector/>

EITI Colombia. (2018). *Sector Hidrocarburos. Descripción de la industria*. Informe. <https://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2018/marco-institucional/sector-hidrocarburos/#:~:text=El%20sector%20hidrocarburos%20se%20compone,de%20transporte%2C%20refinaci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n>.

Función Pública (2006). *Ley 1028 de 2006*. Recuperado 19 de abril de 2022, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=20464>

Hirsh Martínez, L. (2012). *Resolución de problemas usando Visual Basic for Applications en Excel*. Fondo Editorial. Primera Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. ISBN: 978-612-4146-21-3. Lima. Perú.

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/174300/Resoluci%c3>

[%b3n%20de%20problemas%20usando%20Visual%20Basic%20for%20Applications%20en%20Excel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Hurtado Yugcha, J., Ortiz Morales, A., Barragán Ramírez, A. & Gamboa Salinas, J. (2017).

Propuesta de control interno a los inventarios basados en las normas internacionales de Contabilidad. Artículo. Revista Publicando. Vol. 4. N°12.

<https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/728>

Kaplinsky, R. y Morris, M. (2002). *A Handbook for Value Chain Research*. Brighton: Institute of Development Studies.

Martínez, L., Santos, H. & Otero, E. (2005). Impacto de algunas tecnologías en el desarrollo de los sistemas SCADA. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 9(36), 217-221. Recuperado en 03 de octubre de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212005000400008&lng=es&tlng=es.

Meana Caolla, P. (2017). *Gestión de inventarios UF0476*. Ediciones Nobel SA. ISBN: 978-84-283-3924-7. España.

https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=M15IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+son+los+inventarios+articulos+academicos&ots=6wx8nzxqEY&sig=7BvGnN7y86d_0J9M2DtxTRnM3Eg#v=onepage&q&f=false

Mena de Quevedo, M. (2002). *Una política petrolera de futuro*. Revista Fuentes, El reventón energético, 2(1). Recuperado a partir de

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/view/1329>

Mendoza, E. J. (2018). *Afectaciones potenciales por las aguas de producción de la industria de hidrocarburos sobre la ictiofauna: cuenca de los Llanos Orientales, región de la Orinoquía, Colombia*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/34361>.

Ministerio de Minas y Energía (2015). *Midstream*. Artículo. Bogotá. Colombia.

<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/midstream/>

Ministerio de Minas y Energía (2022). *Formato de memoria justificativa*. Resolución 40265 de 2022.

https://www.minenergia.gov.co/documents/9296/MJ_plazo_CREG_inventarios_combustibles_para_comentarios_1.pdf

Mora, W & Espinoza, J. (2005). *Programación visual Basic (VBA) para Excel y Análisis Numérico*. Libro. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

<http://ingenieriasimple.com/url/introprogra/VBA/VBAExcel-MNumericos.pdf>

Morales, J., Quitiaquez, W., & Simbaña, I. (2020). *Modelos de optimización matemática aplicables al sector downstream y midstream del petróleo. Revisión de la literatura y dirección de investigaciones futuras*. Revista Técnica "Energía", 17(1), PP. 103-111. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v17.n1.2020.398>

Orduz, L. H., & Goyeneche, L. (2003). *Inventario en compañías de exploración y producción de petróleo y gas*. Artículo. Ingeniería Y Región, 2, 52-59.

<https://doi.org/10.25054/22161325.873>

Ortega Marqués, A., Padilla Domínguez, S., Torres Durán, J. & Ruz Gómez, A. (2015). *Nivel de importancia del control interno de los inventarios dentro del marco conceptual de una empresa*. Artículo. Liderazgo Estratégico Vol. 7 No. 1- enero-diciembre 2017.

Universidad Simón Bolívar Colombia, ISSN: 2463-0217.

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/3261-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5773-1-10-20181016.pdf>

-
- Pérez Robles, S., Silva Melo, I., Peñuela Meza, G. & Cardona Gallo, S. (2015). *Evaluación de biocombustibles e hidrocarburos del petróleo (Gasolina y Diesel) en un suelo: proceso de transporte y biorremediación*. Artículo. Revista EIA.
<https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/704>
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega, G. & Arango Serna, M. (2010). *Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica*. Artículo. Revista Universidad EAFIT. Vol. 46. N°160. Universidad EAFIT. Medellín. Colombia.
<https://www.redalyc.org/pdf/215/21520989002.pdf>
- Quiceno Pérez, E., & Ríos Osorio, L. A. (2016). Potenciadores en el proceso de remoción biológica de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PHAS). *Hechos Microbiológicos*, 5(1), 36–50. Recuperado a partir de
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/323248>
- Quintero Reyes, M. (2021). *Identificación de beneficios a partir de la implementación de nuevas tendencias tecnológicas digitales en el sector del petróleo y gas colombiano*. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/55604>
- Romano Jiménez, J. & Calle de Frutos, C. (2001). *Access 2000. Herramientas avanzadas, macros y Programación con VBA*. Libro. Madrid. España.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=SzW-WQW-ZAC&oi=fnd&pg=PA9&dq=articulos+sobre+vba+en+espa%C3%B1ol&ots=HyiP73o8fh&sig=LXdq-yIjvndl_PHRf7KZuf2VMdg#v=onepage&q&f=false
- Saavedra, N. & Jiménez Inocencio, F. (2014). *Necesidades de innovación y tecnología para la industria de petróleo y gas en Colombia*. Revista de Ingeniería, (40),50-56.[fecha de

Consulta 29 de Agosto de 2022]. ISSN: 0121-4993. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121031489007>

- Serna Gómez, W., Peñuela Mesa, G. & López Córdoba, C. (2012). *Estimación de la incertidumbre en la medición de hidrocarburos aromáticos en el análisis de muestras de agua por microextracción en fase sólida automático y cromatografía de gases con detección selectiva de masas*. Revista Politécnica Vol. 08, No. 15, Jul-Dic. 2012 p. 37-44 <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/319/295>
- Suárez, M., et al. (2015). *Modelo logístico para el apoyo a la perforación offshore como un aporte a la internacionalización del sector hidrocarburos de Colombia*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7273>.
- Terrazas Benito, M. I. O., & Terrazas Cosio, I. D. O. (2021). La minería y la responsabilidad social corporativa en Perú y Latinoamérica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 9814-9834. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.1028
- Trujillo Mejía, R. (2010). *Hidrocarburos: manejo seguro 4^{ta} Ed.* Libro. Ecoe Ediciones. Bogotá. Colombia.
- Undebarrena Canal, A. (2010). *Desarrollo de aplicaciones accesibles con Microsoft Visual Basic*. En: No Solo Usabilidad, n° 9, 2010. <nosolousabilidad.com>. ISSN 1886-8592 https://www.nosolousabilidad.com/articulos/visual_basic.htm

Anexos

Anexo 1: Manual de Uso en Video: <https://youtu.be/AFNN9PJDyVs>