

CIATEQ, A. C. Centro de Tecnología Avanzada
Dirección de Posgrado



*Propuesta de un sistema integrado de gestión para el
proceso de medición del volumen de hidrocarburos*

TESIS QUE PRESENTA

Ing. Lorena González Díaz
Asesor: Mtro. Orlando Negrín Carrillo

Para obtener el grado de

Maestro en
Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería

Villahermosa, Tabasco
noviembre, 2021

CARTA DE LIBERACIÓN DEL ASESOR



Villahermosa, Tabasco, 29 de septiembre del 2021.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico de Posgrado
CIATEQ, A.C.

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del Ing. Lorena González Díaz, una vez revisado su Proyecto Terminal de tesis/tesina, titulado "Propuesta de un sistema integrado de gestión para el proceso de medición del volumen de hidrocarburos" autorizamos que el citado trabajo sea presentado por el alumno para su revisión, con el fin de alcanzar el grado de **Maestro en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería**.

Sin otro particular por el momento, agradecemos la atención prestada.

Firma

Mtro. Orlando Negrín Carrillo
Asesor Académico

Firma

Mtro. César Nicolás Quiroz
Asesor en Planta

CARTA DE LIBERACIÓN DEL REVISOR



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Villahermosa, Tabasco, 14 de noviembre del 2021.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico
CIATEQ, A.C.

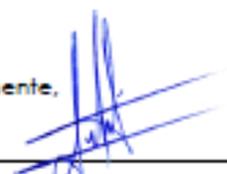
Por medio de la presente me dirijo a usted en calidad de Revisor del proyecto terminal del (la) alumno (a) **Lorena González Díaz**, cuyo título es:

**"PROPUESTA DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE
MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE HIDROCARBUROS"**

Después de haberlo leído, corregido e intercambiado información con el (la) alumno(a), y realizado los cambios que le fueron sugeridos, puede ser autorizada su impresión, a fin de que se inicien los trámites correspondientes para su defensa.

Sin otro particular por el momento, y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta en beneficio del estudiante y la Institución, agradezco la atención prestada.

Atentamente,



Mtro. Misael Alberto Román del Valle

F31 b Revisión: 01-Mar-2021



DEDICATORIA

A mi hijo, por ser mi más grande motivación para concluir con éxito este proyecto de tesis y por seguir siendo fuente de inspiración, de amor, de mi esfuerzo, de mis ganas por buscar lo mejor para él.

A mi familia, por el apoyo brindado a lo largo de todos estos años de estudios.

AGRADECIMIENTOS

Al CIATEQ, A.C, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría, por proporcionarme los conocimientos, habilidades y aptitudes para desarrollarme como Maestra en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería y en especial por su responsabilidad y alto nivel académico.

A Dios, por darme salud y sabiduría para enfrentar todos los retos y lograr la meta programada, por poner en mi camino a quienes han sido soporte en mi periodo de estudio.

A mi pequeño hijo, por su paciencia y comprensión en este proceso, por estar conmigo siempre en cada logro, por ser mi principal impulso.

A mi familia, por su apoyo y ánimo durante este proceso de formación y camino.

A mis asesores Mtro. Orlando Negrín Carrillo y Mtro. César Nicolás Quiroz, por ser ejemplo de constancia en el trabajo, por todas sus enseñanzas, apoyo, paciencia, confianza, disposición, esmero, por el valioso tiempo dedicado y en especial por su calidad docente, orientación y hacer todo lo necesario para garantizar mi preparación académica durante el desarrollo de este trabajo de tesis.

A mis profesores y compañeros de posgrado, quienes a través de este recorrido compartieron conocimientos, y en especial por su valiosa amistad.

A la Licenciada Mercedes del Carmen Salvador Salvador, por el soporte y atenciones brindados en cada fase de la Maestría.

A las empresas Sermeco Oil and Gas, S.A. de C.V. y Petróleos Mexicanos, así como a los colaboradores de la Región Sur, por las aportaciones, la confianza y las facilidades otorgadas para lograr este proyecto de investigación.

* * *

RESUMEN

Las organizaciones emplean diferentes sistemas de gestión para abordar sistemáticamente sus necesidades. En la medida que aumenta el número de sistemas de gestión, surge la necesidad de integrarlos en un sistema holístico que incorpore los requisitos de las distintas partes interesadas, en un Sistema Integrado de Gestión (SIG) que ofrezca mejoras organizacionales. Esta investigación propone un modelo de SIG para una empresa del sector hidrocarburo, elaborado a través de: requisitos de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017; requerimientos de la empresa, obtenidos a partir de un diagnóstico; componentes articuladores, e incorporación de una alternativa valorada por expertos, empleando la metodología AHP. Para el diagnóstico del estado actual de cumplimiento de los requisitos de las normas, se realizaron y cotejaron listas de verificación evaluando el nivel global de cumplimiento por norma, así también para el diagnóstico del cumplimiento del proceso de medición y comprensión de las normas, se aplicó una encuesta que tuvo alta fiabilidad (Alfa de Cronbach de 0.964). Asimismo, las matrices de comparación por pares del AHP presentaron valores de nivel de consistencia aceptable (<0.1), como resultado se seleccionó la alternativa relacionada con la elaboración de documentos y procedimientos para el cumplimiento del SIG, debido a que presentó la mayor ponderación en función de los valores de importancia asignados por expertos de la empresa. La propuesta planteada puede facilitar la gestión interna de la empresa y las partes interesadas, ya que muestra una ruta para implementar requisitos y la representación gráfica que relaciona las partes del modelo. En consecuencia, permitirá resolver las brechas detectadas dentro de la empresa y sumarse al cambio que han logrado diversas organizaciones hacia una cultura fundada en los principios de calidad total, con el fin de impactar competitiva y productivamente su entorno.

Palabras clave: Ciencias fisicomatemáticas, Investigación operativa, Formulación de sistemas.

ABSTRACT

Organizations employ different management systems to systematically address their needs. As the number of management systems increases, the need arises to integrate them into a holistic system that incorporates the requirements of the different stakeholders, into an Integrated Management System (IMS) that offers organizational improvements. This article proposes a IMS model for a company in the hydrocarbon sector, elaborated through: requirements of the ISO 9001: 2015, ISO 10012: 2003 and ISO 17025: 2017 standards; company requirements, obtained from a diagnosis; articulating components, and incorporation of an alternative valued by experts, using the AHP methodology. For the diagnosis, a survey was applied that had high reliability (Cronbach's Alpha of 0.964). Likewise, the AHP pairwise comparison matrices presented values of acceptable consistency level (<0.1), as a result, the alternative related to the preparation of documents and procedures and compliance with the GIS was selected, because it presented the highest weight based on the importance values assigned by company experts. The proposed proposal can facilitate the internal management of the company and the interested parties, since it shows a route to implement the requirements and the graphic representation that relates the parts of the model. Consequently, it was able to resolve the gaps detected within the company and join the change that various organizations have achieved towards a culture founded on the principles of total quality, in order to competitively and productively impact their environment.

Keywords: Physico-mathematical sciences, Operational research, Formulation of systems.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
GLOSARIO	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3. JUSTIFICACIÓN	8
1.4. OBJETIVOS.....	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos	9
1.5. HIPÓTESIS.....	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN.....	11
2.2. ISO 10012 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LAS MEDICIONES – REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	23
2.3. ISO 9001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD – REQUISITOS.....	26
2.4. ISO 17025 SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN.....	29
2.5. PAS 99 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS COMUNES DEL SISTEMA DE GESTIÓN COMO MARCO PARA LA INTEGRACIÓN	30
3. PROCEDIMIENTO	33
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.2. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	34
3.2.1 Tipo de investigación	34
3.2.2 Fuentes y técnicas de información.....	34
3.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.3.1 Recolección de información.....	36

3.3.2 Evaluación del diagnóstico de la empresa	37
3.3.3 Selección de alternativa.....	44
3.3.4 Construcción de la propuesta	51
4. RESULTADOS	52
4.1 Recolección de información.....	52
4.1.1 Correspondencia entre las normas	52
4.1.2 Comparativo de las propiedades de los sistemas	56
4.2 Evaluación del diagnóstico de la empresa	56
4.2.1 Revisión sistema actual de la empresa	56
4.2.2 Diagnóstico del estado actual del cumplimiento de requisitos	61
4.2.3 Diagnóstico del cumplimiento del proceso de medición y comprensión de las normas	78
4.3 Selección de alternativa	92
4.4 Construcción de la propuesta.....	98
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	119
APORTACIÓN DE LA TESIS.....	121
APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS.....	122
REFERENCIAS	123
ANEXOS	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de alto nivel ISO.....	12
Figura 2. Perspectivas de integración.	18
Figura 3. Estructura organizacional 2021.	58
Figura 4. Nivel de cumplimiento del proceso de gestión de la medición del volumen de hidrocarburos.....	91
Figura 5. Nivel de comprensión de las normas ISO 9001, ISO 10012 e ISO 17025.....	92
Figura 6. Esquema del árbol jerárquico de la interrelación de criterios, subcriterios y alternativas usando el AHP.....	95
Figura 7. Ponderaciones totales de importancia de las alternativas del AHP (nivel 3).	97
Figura 8. Representación gráfica de la propuesta de SIG.....	99
Figura 9. Gráfico de Gantt para la implantación del SIG en la organización.	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modelos de integración de los sistemas de gestión.....	13
Tabla 2. Niveles de integración para los sistemas de gestión.	16
Tabla 3. Estudios previos sobre Sistemas Integrados de Gestión.....	18
Tabla 4. Etapas del diseño metodológico de la investigación.....	33
Tabla 5. Fuentes de información empleadas en la investigación.	35
Tabla 6. Criterios de recomendación en la clasificación de los niveles de fiabilidad según el valor del Alfa de Cronbach (α).	43
Tabla 7. Escala de preferencias de Saaty en el proceso de comparación binaria.	48
Tabla 8. Correspondencia entre las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017.....	52
Tabla 9. Resultados del análisis CATWOE de las normas ISO 9001, ISO 17025 e ISO 10012.....	56
Tabla 10. Resultados de la revisión de los requisitos de la norma ISO 10012: 2003..	61
Tabla 11. Resultados de la revisión de los requisitos de la norma ISO 9001:2015.....	67
Tabla 12. Resultados de la revisión de los requisitos de la norma ISO 17025:2017...	72
Tabla 13. Lista de preguntas realizadas en encuesta.....	79
Tabla 14. Valoración de las variables resultantes de la encuesta.....	81
Tabla 15. Representación gráfica de los resultados de la encuesta.	81
Tabla 16. Resumen del procesamiento de los casos.	86
Tabla 17. Valor de Alfa de Cronbach obtenido.....	86
Tabla 18. Estadísticos del total de los elementos.....	87
Tabla 19. Objetivo, criterios y subcriterios a considerar en el AHP.....	93
Tabla 20. Alternativas propuestas en el AHP.....	94
Tabla 21. Matriz de comparación por pares con relación al objetivo general (nivel 1).....	96
Tabla 22. Ponderaciones e inconsistencias de los subcriterios para los criterios (nivel 2).....	96
Tabla 23. Ponderaciones e inconsistencias de las alternativas para los subcriterios (nivel 3).....	97

Tabla 24. Elementos estructurales de la propuesta del SIG.....	98
Tabla 25. Responsabilidades del personal involucrado en el SIG.....	101
Tabla 26. Cronograma de implantación del SIG.	113
Tabla 27. Costo de implementación del SIG por punto de medición.	114
Tabla A1. Lista de verificación para la revisión de los requisitos de la norma ISO 9001:2015.....	1
Tabla B1. Lista de verificación para la revisión de los requisitos de la norma ISO 10012:2003.....	11
Tabla C1. Lista de verificación para la revisión de los requisitos de la norma ISO 17025:2017.....	19

GLOSARIO

AHP (*Analytic Hierarchy Process*): Método de trabajo que facilita la toma de decisiones complejas cuando existen variados criterios o atributos, a través de la desintegración del problema de decisión en diversos subproblemas, relacionados en una estructura jerárquica de niveles.

Alfa de Cronbach: Coeficiente de confiabilidad vinculado a la homogeneidad o consistencia interna, como una medida que cuantifica la correlación existente entre los ítems.

Downstream: Todas las actividades y operaciones en la industria del petróleo para el refinamiento del petróleo crudo, así como el procesamiento y purificación del gas natural. El sector *downstream* incluye la distribución y la comercialización de productos derivados del petróleo crudo y gas natural en los mercados de consumidores.

Función metrológica: Función con responsabilidades administrativas y técnicas para definir e implementar el sistema de gestión de las mediciones.

Holístico: Adjetivo relativo al holismo, indica que un sistema y sus componentes se consideran de forma integrada y global, destacando la importancia de la interdependencia de éstos.

ISO (*International Organization for Standardization*): Organización internacional independiente, no gubernamental; la cual, a través de sus integrantes, congrega a expertos con el objetivo de intercambiar conocimientos y desarrollar estándares internacionales voluntarios, fundados en el consenso y prácticas sobresalientes para el mercado, que apoyan las innovaciones y proporcionan soluciones a los desafíos globales.

Medición: Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.

Medición de hidrocarburos: Cuantificación del volumen o masa y determinación de la calidad de los hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Medición fiscal de hidrocarburos: Resultado de la medición de volumen y calidad de hidrocarburos, obtenida en el punto de medición donde se lleva a cabo la medición al amparo de un Contrato o Asignación y la determinación de los precios de cada tipo de hidrocarburo, que refleje las condiciones del mercado.

Medición de transferencia de hidrocarburos: Cuantificación del volumen o masa y determinación de la calidad de los hidrocarburos que se realiza en el punto donde el Operador Petrolero entrega los hidrocarburos a un tercero, inclusive a otro Operador Petrolero o se integran al sistema de Transporte o de Almacenamiento, según corresponda, así como entre éstos y el punto de medición al amparo de un Contrato o Asignación, en su caso.

Metrología: Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones.

Midstream: Todas las actividades y operaciones en la industria del petróleo que incluyen transporte, almacenamiento y comercialización al por mayor de productos crudos o refinados procedentes del petróleo. Las operaciones *midstream* generalmente consideran elementos de los sectores *upstream* y *downstream*.

Sistema de gestión de la medición: Conjunto de elementos interrelacionados, o que interactúan, necesarios para lograr la confirmación metrológica y el control continuo de los procesos de medición.

Sistema de medición: Conjunto de equipos, instalaciones, sistemas informáticos e instrumentos de medida, destinados a la medición de hidrocarburos.

Sistema Integrado de Gestión (SIG): Sistema único diseñado a partir de dos o más normas, el cual considera la fusión de sistemas formales existentes y la aplicación de mejores prácticas específicas en toda la organización, con la finalidad de gestionar a la vez distintas disciplinas, reducir costos, así como maximizar resultados.

Upstream: Proceso desde la evaluación geológica de las reservas de petróleo (exploración, perforación y producción), a la canalización de las materias primas a la superficie (extracción) y la entrega final en forma refinada/purificada.

1. INTRODUCCIÓN

La industria del petróleo se reconoce por formar una cadena de valor integrada por tres sectores: 1. *Upstream*, que incluye exploración y producción de petróleo crudo y gas natural, 2. *Midstream*, que incluye el almacenamiento y transporte de hidrocarburos desde los campos de producción hasta las refinerías y plantas petroquímicas, y 3. *Downstream*, que se refiere al refinado del petróleo crudo, procesamiento de gas natural y productos derivados del petróleo, así como la comercialización y distribución de hidrocarburos a clientes y consumidores (Sorkhabi, 2017; Hsu & Robinson, 2019).

En México, dentro de esta cadena de valor, las empresas petroleras deben aplicar las mejores prácticas y estándares internacionales en la medición de los volúmenes de hidrocarburos, de acuerdo con los Lineamientos Técnicos en Materia de Medición de Hidrocarburos emitidos por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), así como la gestión del funcionamiento e interrelación de los mecanismos de medición de hidrocarburos (DOF, 2015). Por otra parte, deben contar con una política en materia de medición y calidad, así como atender diversos documentos que demarcan las directrices para proporcionar la confiabilidad de la cuantificación del volumen o masa.

Al respecto, la empresa petrolera mexicana cuenta con un Plan Rector de Medición del volumen de hidrocarburos, el cual establece las directrices y responsabilidades del personal encargado de la gobernabilidad del proceso de gestión metrológica (PEMEX, 2021). Sin embargo, la empresa no logra alcanzar el nivel de implantación y cumplimiento de las premisas del plan rector; adicionalmente, no cuentan con un modelo para evaluar la efectividad y eficiencia de los procesos que lo conforman. Lo anterior, puede deberse a que la organización sigue de manera parcial algunas normas en materia de gestión metrológica. Muchas organizaciones normalmente implantan sistemas de gestión de manera independiente o parcialmente integrada. Sin embargo, en los sistemas de gestión existen determinados elementos comunes que pueden ser gestionados

de una forma integrada (Mesquida et al., 2010; Carvalho et al., 2015; Duque, 2017; Santos et al., 2019).

Un Sistema Integrado de Gestión (SIG) es aquel que combina sistemas de gestión mediante la aplicación de un enfoque en el empleado, una visión de procedimiento y un enfoque sistémico, y que hace posible implementar todas las prácticas de estándares de gestión relevantes en un solo sistema.

Un rasgo característico de un SIG es que, a diferencia de los sistemas no integrados, asegura el cumplimiento de una organización con todas las normas y regulaciones internacionales y locales aplicables (Bugdol & Jedynak, 2015). Al respecto, numerosos estudios exponen los beneficios de los SIG's en busca del mejoramiento de diversos procesos, tal es el caso de la investigación de Santos et al., (2019), quienes presentan los resultados de la revisión de diferentes literaturas sobre los SIG's, confirmando que muchas empresas en todo el mundo siguen las reglas de integración, logrando ventajas en los siguientes términos: mejorar la imagen de la organización con sus partes interesadas; contribuir al enfoque integrado del riesgo en la gestión empresarial; incrementar la capacidad de la organización para lograr sus objetivos; proporcionar una mejor alineación de políticas estratégicas, tácticas y operativas; proporcionar ventaja competitiva mediante la sinergia de diferentes políticas de gestión, entre otros beneficios; así también, el estudio de Duque (2017), expone un modelo teórico para un sistema integrado de gestión (seguridad, calidad y ambiente), el cual mejora las funciones gerenciales (planificación, liderazgo, gestión de recursos) en las organizaciones, al optar por la integración de sus sistemas como mecanismo de optimización de sus recursos; por otro lado, García & Suárez (2016), proponen un modelo para la integración de un sistema de gestión documental basado en los referenciales NTC ISO 9001, NTCGP 1000 e ISO/IEC 17025 para mejorar: el control de las actividades, el logro de los objetivos definidos en cada etapa de la gestión documental, y la adopción de la cultura de la integración para facilitar la gestión en las empresas que lo apliquen; asimismo, la investigación de Hamidi et al., (2012) expone el efecto de los sistemas de gestión integrados en los índices de seguridad y productividad, concluyendo que permite

la mejora continua de la calidad, los aspectos medioambientales, la salud y la seguridad al mismo tiempo que ayuda a garantizar el liderazgo de la empresa, disminuye las formalidades burocráticas y da como resultado la mejora de los índices de gestión de la seguridad y la calidad; por otro lado, el estudio de Rivera (2015) presenta un enfoque para la integración de sistemas de gestión en empresas de servicios del sector hidrocarburo (calidad, seguridad, salud y ambiente), concluyendo que la integración de los sistemas de gestión en las empresas de servicios de este sector, puede generar una mayor optimización de los recursos al gestionar los diferentes sistemas implementados y hacerlas más competitivas; así también, en su investigación, Souza & Alves (2018) presentan un modelo de sistema integrado de gestión para mejora de la sostenibilidad de una empresa, que permite optimizar los aspectos económicos y medioambientales, así también, resaltan que el modelo representa un pilar social para cambiar la visión de la organización, mejorando su sostenibilidad; de la misma forma, Olaru et al., (2014) en su investigación, establecen las bases para el desarrollo de una organización mediante la adopción de los sistemas integrados de gestión, presentan un estudio comparativo de varios modelos y conceptos de integración y concluyen que la adopción de sistemas integrados no sólo mejoran su gestión y su eficiencia interna, sino que también los beneficios se traducen en costo y ahorro, permitiendo obtener una serie de recompensas externas, como ventaja competitiva, mejora de mercado y relaciones con los grupos de interés (Hamidi et al., 2012; García & Cepeda, 2014; Olaru et al., 2014; Carvalho et al., 2015; Rivera, 2015; García & Suárez, 2016; Duque, 2017; Souza & Alves, 2018; Bravi et al., 2019; Santos et al., 2019).

En efecto, la implementación de los SIG's genera una serie de beneficios que tienen dimensiones organizativas, económicas, de eficacia o de eficiencia, como reducción de costos, armonización de documentación, simplificación de estándares y requisitos, competitividad, alineación de recursos y objetivos, mejora del clima laboral, entre otros (Bugdol & Jedynak, 2015; Carvalho et al., 2015; Souza & Alves, 2018; Santos et al., 2019).

Ciertos estándares, que apoyan el desarrollo de sistemas de gestión de la calidad, están dirigidos a organizaciones que representan sectores particulares de la economía u otros campos de actividad (Bugdol & Jedynak, 2015). En este sentido, las normas ISO entre otras regulaciones, constituyen una base para el desarrollo de un modelo integrado de gestión metrológica (DOF, 2015).

Respecto a la gestión integrada, el estándar internacional PAS 99 (*Specification of common management system requirements as a framework for integration*), publicada por el *British Standards Institution (BSI)*, constituye una especificación de requisitos comunes de los SIG's (OMN, 2018). La esencia de este estándar es asumir el supuesto de que los sistemas de gestión tienen elementos comunes, que se pueden gestionar de forma integrada y es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones (Olaru et al., 2014; Bugdol & Jedynak, 2015; Carvalho et al., 2015; Santos et al., 2019).

El objetivo de esta investigación es identificar los requisitos comunes de las normas ISO 9001:2015 (*Quality management systems-Requirements*), ISO 10012:2003 (*Measurement management systems-Requirements for measurement processes and measuring equipment*) e ISO 17025:2017 (*Testing and calibration laboratories*) (IMNC, 2004; IMNC, 2016; IMNC, 2018), y requerimientos de la empresa, integrados mediante el estándar PAS 99, con la finalidad de diseñar una propuesta de un SIG para la evaluación y mejora de la gestión de la medición del volumen de hidrocarburos que permita incrementar el cumplimiento normativo y regulatorio.

1.1. ANTECEDENTES

En el año 2007, Pemex Exploración y Producción (PEP) autoriza su primer Plan Rector para la Medición de Hidrocarburos para un periodo de cuatro años, en el documento se asientan conceptos básicos como la identificación del personal involucrado en el proceso de medición, la evaluación de sus conocimientos y la programación de un mecanismo para su capacitación en el mediano plazo. En 2008 se crea la Comisión Nacional de Hidrocarburos y en septiembre de 2011 se publica en el Diario Oficial de la Federación, la primer resolución de los

Lineamientos Técnicos de Medición de Hidrocarburos, en los cuales se dictan diversas obligaciones para PEP relativas a impulsar las acciones necesarias para mejorar la operación y mantenimiento de los sistemas de medición, estimar el parámetro de incertidumbre del volumen medido apuntando a cumplir la normatividad nacional e internacional para el establecimiento de un sistema de gestión definido como un *mecanismo de medición* conformado por tres principales hitos: equipos, procesos y personas.

En el año 2013, con la recién aprobada Reforma Energética en nuestro país, se fortalecen los organismos reguladores en materia de extracción de hidrocarburos y se publican otras disposiciones y lineamientos para vigilar las mejoras en cuanto a la caracterización de los volúmenes y los parámetros de calidad. PEP se reestructura y se crean áreas específicas para la atención de las nuevas leyes, actualizando su Plan Rector en su versión 2016-2020 alineado a las regulaciones vigentes. Para dar continuidad a la presente obligación, se encuentra en autorización por parte de la Dirección General, el Plan Rector para el periodo 2020-2024. Todos los documentos rectores, sin excepción, refirieren normatividad internacional y nacional, pero principalmente a la creación de un sistema de gestión basado en los modelos descritos en la ISO 10012 "Sistemas de gestión de las mediciones", ISO 17025 "Competencias de los laboratorios de prueba y calibración de los laboratorios" y soportados para sus componentes con estándares de la American Petroleum Institute (API), métodos de ensayo ASTM y algunas nacionales NMX con la finalidad de administrar los sistemas de medición que cuantifican el volumen y calidad de los hidrocarburos extraídos, procesados y transportados para su venta interna y externa.

Por lo cual, a través de la cadena de valor de la Empresa Productiva Subsidiaria del Estado Pemex Exploración y Producción Región Sur (EPSE-PEPRS), en sus procesos *upstream*, y *midstream*, como Operador Petrolero, debe atender diversos documentos rectores que demarcan las directrices para proporcionar la confiabilidad de la cuantificación de los volúmenes y la determinación de los parámetros de calidad de los hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Actualmente, en la EPSE-PEPRS existen visibles áreas de mejora en los procesos de implementación de los planes, modelos estratégicos y de control que le permitan un adecuado dimensionamiento del estado que guarda el cumplimiento de la gestión de la medición y calidad de hidrocarburos ante la normatividad y regulaciones vigentes.

El desarrollo de este trabajo propone un modelo basado en la verificación y análisis de la información existente, para mejorar el cumplimiento normativo nacional e internacional en materia de administración metrológica de los sistemas de medición de hidrocarburos y sus parámetros de calidad. Así también, permitirá identificar brechas en los componentes de sus equipos, procesos y personas, para atender hallazgos y mejorar el desempeño de los resultados.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La EPSE-PEPRS, cuenta con un Plan Rector de Medición del volumen y parámetros de calidad de hidrocarburos 2016-2020, el cual establece las directrices, responsabilidades y roles del personal encargado de la gobernabilidad del proceso de gestión metrológica y de calidad, no obstante, la empresa no ha alcanzado el nivel de implantación y cumplimiento de las premisas del documento rector antes referido, adicionalmente no cuenta con un modelo para evaluar la efectividad y eficiencia de los procesos que lo conforman.

La norma ISO 10012 "Sistemas de gestión de las mediciones", enuncia lo siguiente en su introducción: "El objetivo de un sistema de gestión de las mediciones es gestionar el riesgo de que los equipos y procesos de medición podrían producir resultados incorrectos que afecten a la calidad del producto de una organización. Los métodos utilizados para el sistema de gestión de las mediciones van desde la verificación del equipo básico hasta la aplicación de técnicas estadísticas en el control del proceso de medición" (IMNC, 2004). En el modelo de gestión básico de la norma en comento, se describe lo siguiente para alcanzar el objetivo de mejora: responsabilidad de la dirección, gestión de recursos, confirmación metrológica y proceso de medición, mismos que deberían estar interrelacionados e

interactuando; no obstante, existe parte del proceso de medición representado por los sistemas conformados por los instrumentos de medida instalados en las líneas del proceso de hidrocarburos de manera aislada, situación que genera la problemática aquí descrita.

Por lo antes expuesto, en la EPSE-PEPRS no se genera la confiabilidad suficiente de la cuantificación de los productos de hidrocarburos transferidos a sus clientes internos y externos.

En general, el nivel de implantación y cumplimiento de la EPSE-PEPRS, respecto del programa 2016-2020 de su Plan Rector, se debe entre otros factores específicos a lo siguiente:

- Comprensión parcial de los documentos técnicos y administrativos, normativos, regulatorios, procedimientos, guías e instructivos que rigen el proceso en análisis.
- Cumplimiento parcial o nulo de la aplicación de los procedimientos específicos en materia de metrología y calidad de hidrocarburos.
- Bajo nivel de gestión de las actividades esenciales que generen confiabilidad de los resultados, entre ellas: mantenimiento preventivo, calibración y análisis estadístico.
- Falta de estandarización y aplicación de los métodos de ensayo de laboratorio para determinar los parámetros de calidad.
- Falta de trazabilidad de los resultados obtenidos al desarrollar los métodos de ensayo de laboratorio.
- No se cuenta con verificación de la eficacia y eficiencia de los equipos, procedimientos y personal responsable.
- Baja cobertura de auditorías y diagnósticos.

La presente propuesta plantea un modelo integral para incrementar el cumplimiento a la gestión de la medición del volumen y calidad de hidrocarburos líquidos y gaseosos, así como establecer guías estandarizadas de evaluación y control del desempeño, que orienten al personal involucrado a la comprensión de

los requerimientos necesarios para cubrir los preceptos establecidos en las normas y regulaciones que le apliquen a la empresa, situación que coadyuvará en la detección oportuna de hallazgos que impacten negativamente en sus resultados y en general al mejoramiento del proceso en análisis.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La justificación del presente trabajo de investigación se sustenta en la necesidad que tiene la EPSE-PEPRS, de buscar nuevas oportunidades de mejora, que le permitan dar cumplimiento. En este sentido, el diseño de un sistema integrado para la gestión de la medición del volumen y calidad de hidrocarburos, en primera instancia le permitirá a la empresa en estudio, ubicar el nivel real de cumplimiento y mejorarlo; principalmente en los puntos fiscales y de transferencia de sus productos. El sistema propuesto, cubre los aspectos substanciales para que la entrega de productos al cliente demuestre su cumplimiento en cantidad y calidad de acuerdo con los estándares que los rigen.

La ejecución y cumplimiento del sistema formulado, el cual involucra actividades de coordinación, diagnóstico, evaluación y control, brindará la oportunidad de incrementar la competitividad de la EPSE-PEPRS respecto a otros Operadores Petroleros del sector hidrocarburo. Así mismo, al ser implementado garantizará una mayor eficiencia, considerando que proporcionará las premisas para las diferentes actividades enfocadas a los recursos que contribuyen al mejoramiento funcional: equipos, procesos y personas. Por tanto, se podrán alcanzar las metas establecidas para el aseguramiento de la calidad de los productos y servicios, la satisfacción de los clientes y una imagen más confiable, que le permitirá al mismo tiempo ser un proveedor con mayor reconocimiento.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema integrado de gestión para los procesos de medición y calidad de hidrocarburos bajo las normas ISO 9001:20015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017,

para la EPSE-PEPRS, con un enfoque de gestión por procesos, que permita incrementar su cumplimiento normativo y regulatorio.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar a través de un diagnóstico, la situación actual de la EPSE-PEPRS, con relación al cumplimiento de los requisitos de las normas ISO 9001:20015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017.
- Dar a conocer el impacto y la importancia que tiene la adopción de un sistema integrado de gestión de la medición y calidad de hidrocarburos.
- Diseñar un sistema integrado de gestión que permita a la empresa incrementar el nivel de satisfacción de sus clientes, así como su productividad y rentabilidad.
- Diseñar la alternativa más apropiada que facilite la consolidación de la propuesta del sistema integrado de gestión.
- Establecer un plan de acción a través de actividades que faciliten la posterior implementación del SIG bajo las normas ISO 9001:20015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, considerando los resultados derivados del diagnóstico.

1.5. HIPÓTESIS

El diseño de un sistema integrado de gestión basado en las normas ISO 9001:20015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, que indique y suministre los elementos relacionados con la metrología, calidad y sus interrelaciones permitirá asegurar y mejorar la calidad de los procesos involucrados, implantar de manera más simple una cultura metrológica que mejore el desempeño, así como anticipar posibles riesgos de apercibimientos o sanciones regulatorias para la Empresa Productiva Subsidiaria del Estado Pemex Exploración y Producción en la Región Sur.

2. MARCO TEÓRICO

En la actualidad las organizaciones coexisten en un entorno de estrictos requisitos regulatorios debido a la importancia de mantener bajo control todos los aspectos que pudiesen influenciar contra la calidad de sus servicios/productos. Por otro lado, deben adaptarse a las cambiantes necesidades de las partes interesadas mediante la búsqueda de las mejores opciones para subsistir con éxito en el mercado.

En este sentido, en el marco empresarial actual prevalece una tendencia en constante crecimiento hacia la integración de diversos sistemas de gestión; de esta manera, las organizaciones gestionan sus procesos con la finalidad de ofrecer servicios y productos de mayor calidad. El objetivo de un Sistema de Gestión Integrado (SIG), es la obtención de un mejor resultado empresarial, uniendo los sistemas que la gestionan, las actividades que componen los procesos, así como los procesos que la soportan (Duque, 2017).

Por lo tanto, la integración de los sistemas de gestión en las organizaciones representa una ventaja competitiva aún en los medios más exigentes y cambiantes, ya que establecen columnas para mejorar la competitividad de las organizaciones a través de la certificación y/o acreditación, logrando establecer soluciones eficaces a los problemas más apremiantes (Robert & Bataller, 2016).

En este trabajo se presenta un modelo de SIG, basado en los principios de las normas ISO 17025:2017, ISO 10012:2003 e ISO 9001:2015 para mejorar el cumplimiento de los requisitos de la gestión de las mediciones de volumen y parámetros de calidad de hidrocarburos. El modelo de SIG atenderá los requisitos específicos de estas normas y la conformidad con la PAS 99:2012.

Esta última norma, fue desarrollada para impulsar a las organizaciones a obtener beneficios por la consolidación de los distintos sistemas de gestión operativos en las mismas. En consecuencia, se consideran los siguientes beneficios (Miguel, 2013):

- a) Mejora del enfoque al negocio.
- b) Un enfoque más holístico para gestionar los riesgos del negocio.
- c) Reducir los conflictos entre los sistemas de gestión individuales.
- d) Reducir la duplicidad y la burocracia.
- e) Mejorar la eficacia y eficiencia de auditorías internas y externas.
- f) Facilitar la implantación de los requisitos de nuevos sistemas de gestión que la organización pueda adoptar.

2.1. SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

Un SIG es un sistema de gestión único, que cumple con dos o más normativas de sistemas de gestión, los cuales, normalmente están dirigidos de forma independiente en las organizaciones, con el propósito de conjugar elementos relacionados para formar una estructura y arquitectura común que simplifique la gestión de todos sus sistemas.

Un sistema integrado de gestión comprende "el conjunto de la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política de la empresa" (Vidal & Soto, 2013).

Un SIG es un instrumento administrativo de amplia aplicación en la actualidad, el cual facilita la implantación de un único sistema de gestión eficaz, apropiado a la organización. Asimismo, se fundamenta en la fusión de las actividades correspondientes a cada sistema y considera los elementos en común; esto es, la política y los objetivos (Ortiz, 2018).

Dicho de otra manera, los SIG's procuran agrupar diferentes sistemas, por lo cual, dentro de la gestión realizada por la *International Organization for Standardization* (ISO), se estableció un mecanismo normativo denominado estructura de alto nivel (Figura 1), que proporciona y sigue una estructura equivalente, así como un

vocabulario fundamental semejante a las normas de sistemas de gestión, con la intención de alinear los estándares de estas guías en uno sólo (Forbes, 2014).

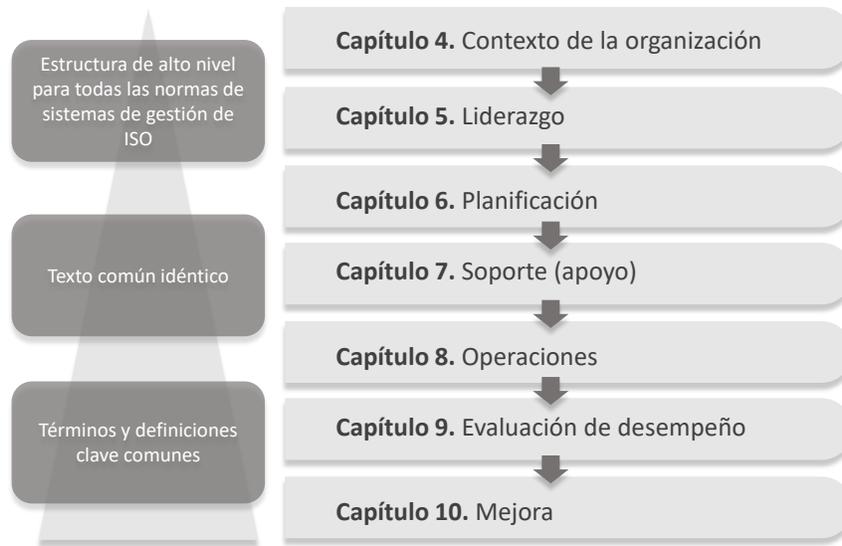


Figura 1. Estructura de alto nivel ISO.
Fuente: Elaboración propia, adaptado de Forbes (2014).

La estructura de alto nivel es fundamental para las organizaciones que buscan implementar sistemas de gestión, ya que provee un modelo genérico y común a seguir en el que se pueden seleccionar los subsistemas a considerar en el SIG; así también, es un instrumento que facilita el cumplimiento de los requisitos de los diversos subsistemas de forma conjunta.

Asimismo, existen diferentes metodologías y estrategias que consideran métodos o modelos para establecer cómo se desarrollará y efectuará la integración de los subsistemas; en resumen, la Tabla 1 presenta diferentes modelos planteados por algunos autores:

Tabla 1. Modelos de integración de los sistemas de gestión.

Autores	Descripción del modelo y sus principales aportaciones
Karapetrovic y Willborn (1998) y Karapetrovic (2003)	Proponen un único sistema, formado por subsistemas con función específica, en el cual, el conjunto de procesos interconectados comparte un conjunto de recursos humanos, información, materiales, infraestructura y recursos financieros, con la finalidad de alcanzar un conjunto de objetivos relacionados con la satisfacción de las partes interesadas.
Winder (2000)	Propone 14 reglas para la integración, donde destaca la relevancia del compromiso de la alta dirección, la decisión del tipo de sistema integrado de gestión y los objetivos comunes. Las bases para el SIG son los siguientes elementos comunes para toda la organización: política, programas, procedimientos y planificación.
Karapetrovic (2002)	Propone dos categorías: sistemas de gestión y auditorías, con la finalidad de incrementar el rendimiento de la organización. Así como tres niveles para la integración: documentación, alineación de procesos clave, objetivos y recursos, a través de un sistema "todo en uno".
Karapetrovic y Jonker (2003)	Resaltan que la integración permite sinergias y ahorros para la organización. Proponen dos niveles: alineación de estándares e integración en un único sistema. Así como tres modelos de integración: basado en procesos, el ciclo PHVA y armonizado, a través de la alineación e integración de los diferentes sistemas de gestión.
Fresner y Engelhardt (2004)	Proponen una combinación de sistemas de gestión fundado en el análisis de los procesos clave, así como en la definición de los siguientes elementos comunes: comprensión de las actividades productivas, planificación sistemática, implementación, control, auditoría y mejora.
Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) (2005)	Propone un conjunto formado por la estructura de la organización, responsabilidades, procedimientos, procesos y los recursos que se instituyen para efectuar la gestión integrada de los sistemas.
Pojasek (2006)	Propone una combinación de sistemas de gestión utilizando un enfoque orientado a los empleados, una visión basada en los procesos y un enfoque de sistemas, que permiten poner todas las

Autores	Descripción del modelo y sus principales aportaciones
	prácticas de gestión normalizadas que correspondan en un único sistema.
Zeng et al. (2006)	Proponen los factores internos y externos que condicionan la implantación. Entre los internos: recursos humanos, estructura y cultura de la organización y externos: <i>stakeholders</i> , organismos certificadores y el entorno institucional. A través de un modelo basado en sinergias conformado por tres niveles: estratégico (objetivos, planes y acciones estratégicos de la calidad, medioambiente y seguridad y salud), estructura organizativa (recursos humanos, financieros, compromiso desde la alta dirección para la integración y su mantenimiento, cultura organizacional para la integración y la mejora continua) y documentación (toda la documentación).
Jørgensen et al. (2006) Jørgensen (2007)	Proponen tres niveles de integración: correspondencia, entre referencias y coordinación interna; comprensión, procesos y tareas genéricas; así como integración, a través de la creación de la cultura de aprendizaje, participación de los <i>stakeholders</i> y la mejora continua.
Castillo y Martínez (2010)	Plantea un enfoque para la combinación e integración de la gestión de sistemas, basado en el enfoque por procesos, así como en la mejora continua a través del ciclo PHVA. Diseñan una guía para la integración, mediante un esquema de combinación de sistemas sin integración y se muestra un enfoque práctico para la combinación integrada examinado el enfoque de diferentes conceptos (innovación, competitividad, cumplimiento legal corporativo, así como la aceptación social y gubernamental)

Fuente: Elaboración propia basado de Heras et al. (2007).

Para la integración de sistemas de gestión, diferentes organizaciones como la ISO, el BSI y la AENOR han desarrollado metodologías y modelos, con el principal objetivo de facilitar su posterior integración para aquellas organizaciones que implementan los sistemas de gestión y para quienes crean los estándares que los normalizan, permitiéndoles identificar los puntos claves de los sistemas de gestión, así como las condiciones dentro de las organizaciones para alcanzarlos (Bonilla & Martínez, 2016).

Con esta idea, la AENOR publicó en el año 2005 la Norma UNE 66177:2005 "*Guía para la integración de los sistemas de gestión*", la cual proporciona directrices para desarrollar, implantar y evaluar el proceso de integración total o parcialmente de tres sistemas (calidad, gestión ambiental, así como de seguridad y salud en el trabajo), en busca de una mayor eficacia en su gestión y de aumentar su rentabilidad. El proceso que sugiere la norma se basa en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) (AENOR, 2005).

Por otro lado, el BSI publicó en el año 2012 la segunda versión de la norma PAS 99 "*Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración*" (Bonilla & Martínez, 2016; OMN, 2018). Este es el primer documento de tipo normativo que orienta la integración de Sistemas de Gestión Normalizados (SGN) con una estructura de alto nivel, presenta un análisis importante de artículos publicados relativos a integración de SGN, incluyendo aspectos filosóficos, beneficios, desafíos, estrategias y otros aspectos relevantes de la integración (Purata & Cruz, 2016). PAS 99 es una especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco de referencia para la integración, ésta se desarrolla como una respuesta a la petición del mercado para ordenar y direccionar los procedimientos y procesos en una estructura holística, que garantiza a las organizaciones trabajar con una mejor eficacia y eficiencia. Su implementación pretende simplificar el establecimiento de múltiples sistemas de gestión, mediante un sólo sistema de gestión global en las organizaciones, a través de la consolidación de los requisitos comunes de los sistemas de gestión (Bonilla & Martínez, 2016).

Complementariamente a lo antes mencionado, estos modelos necesitan un proceso gradual para su integración, el cual dependerá del propósito que la organización desee conseguir, por lo cual, en la Tabla 2 se describen diferentes niveles de integración propuestos por diversos autores, los cuales serán de utilidad para ayudar a seleccionar el más adecuado para las organizaciones.

Tabla 2. Niveles de integración para los sistemas de gestión.

Autor	Descripción
Seghezzi (1997)	<p>Nivel 1 (Adición): Los sistemas son parciales, están separados y descritos en diferentes documentos, pero el contenido se hace comparable.</p> <p>Nivel 2 (Fusión): Las instrucciones de trabajo están integradas en su totalidad, pero no procedimientos ni manuales.</p> <p>Nivel 3 (Integración): Las organizaciones pueden elegir o desarrollar un sistema de gestión genérico e incluir los sistemas parciales.</p>
Wilkinson y Dale (1999)	<p>Nivel 1 (Sistemas de gestión separados individuales): En el cual, el sistema es integrado en cada una de las funciones y actividades de la organización.</p> <p>Nivel 2 (Combinación de sistemas con base en los enlaces identificados entre los sistemas de gestión separados): La documentación se combina y, en cada función la integración es aún necesaria.</p> <p>Nivel 3 (Integración parcial): Considera integrar determinadas partes de los sistemas de gestión separados con sistemas certificados, sin emplear los enlaces identificados.</p> <p>Nivel 4 (Integración total): Considera integrar los sistemas certificados y no certificados en un sistema de gestión total, con políticas y objetivos alineados con los establecidos por la organización.</p>
Kirkby (2002)	<p>Nivel 1 (Separado): En el cual, los sistemas de gestión separados envuelven sus áreas características para cada conjunto de requerimientos. Los estándares cubren áreas separadas de gestión y facilitan a la organización decidir si opera de forma separada. Sin embargo, esto, tiene la desventaja de generar duplicidad de esfuerzo.</p> <p>Nivel 2 (Alineado): En donde los sistemas de gestión separados emplean las áreas comunes de los estándares (auditorías internas, revisión del sistema, acciones correctivas, capacitación, organización y su responsabilidad, así como la política), lo anterior permite alinear todos los elementos comunes entre ellos, la revisión del sistema y las auditorías internas, que se distribuyen hacia el mismo sistema, y mantienen por separado los subsistemas que son específicos.</p>
Karapetrovic (2002)	<p>Nivel 1 (Organizaciones que han integrado documentación): Las cuales han elaborado un manual común, así como procedimientos específicos, mismos que pueden mantenerse separados o integrados en su totalidad.</p> <p>Nivel 2 (Organizaciones que han alineado: procesos, recursos y objetivos): Considera la integración de la planeación, diseño, implantación entre otras actividades.</p> <p>Nivel 3 (Organizaciones que han integrado todas las partes del sistema de gestión): Consiste en la integración total en un solo sistema de gestión, mejor conocido como (<i>all-in-one system</i>).</p>

Autor	Descripción
Karapetrovic (2003)	<p>Nivel 1 (Integración parcial): En el cual es posible regular desde la simple colaboración hasta la alineación y conjunción de los procesos, objetivos y recursos de los sistemas de gestión separado.</p> <p>Nivel 2 (Integración total): Los sistemas de gestión separados a integrar, pierden sus identidades únicas, y se transforman en una integración completa mediante un sólo sistema integrado de gestión.</p>
Beckmerhagen et al (2003)	<p>Nivel 1 (Armonización): En donde las organizaciones han integrado de forma parcial la documentación.</p> <p>Nivel 2 (Cooperación): El cual manifiesta la mejora de los sistemas combinados, empleando la integración de los recursos y auditorías.</p> <p>Nivel 3 (Amalgamación): En donde se consigue la integración total de los sistemas de gestión separados en un sistema integrado de gestión nuevo y global.</p>
Pojasek (2006)	<p>Nivel 1 (Combinado): Indica que los sistemas de gestión separados y específicos se emplean al mismo tiempo en la organización.</p> <p>Nivel 2 (Integrable): Se refiere a la identificación de los elementos comunes de los sistemas de gestión separados.</p> <p>Nivel 3 (Integrante): Manifiesta la integración de los elementos comunes de los sistemas de gestión separados.</p> <p>Nivel 4 (Integrado): Se refiere al logro de la generación de un sistema que incorpora todos los elementos comunes en un sistema global.</p>
Jørgensen (2008)	<p>Nivel 1 (Correspondencia): En donde se realiza la referencia cruzada y se verifica la coordinación interna de los sistemas de gestión a integrar.</p> <p>Nivel 2 (Genérico): Consiste en comprender los procesos y las actividades genéricas en el ciclo de gestión.</p> <p>Nivel 3 (Integración): Consiste en la creación de una cultura de aprendizaje, activa participación de las partes interesadas y la mejora continua.</p>

Fuente: Elaboración propia basado de Bernardo et al. (2009) y Bonilla & Martínez (2016).

Así también, algunos autores manifiestan que dicha integración considera fundamentalmente tres perspectivas o fases, mismas que se indican en la Figura 2.

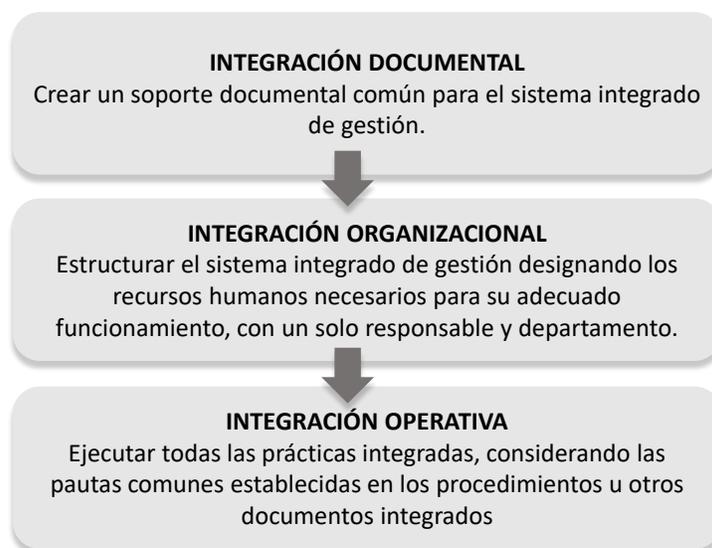


Figura 2. Perspectivas de integración.
Fuente: Elaboración propia basado de Calso & Pardo (2019).

Posteriormente, una vez elegido el método a desarrollar para la integración, así como el nivel de integración a alcanzar, es necesario realizar un plan de integración para la organización.

Por otro lado, el análisis de trabajos previos proporciona un panorama detallado de los puntos críticos en el tema de Sistemas Integrados de Gestión. Para tal objetivo, en el presente trabajo se analizaron artículos de revistas y fuentes de literatura especializada, con marcos de integración que consideran al menos una de las normas ISO 9001, ISO 17025 e ISO 10012, o en su caso marcos de integración en empresas de servicios del sector hidrocarburo (Tabla 3).

Tabla 3. Estudios previos sobre Sistemas Integrados de Gestión.

Trabajo de investigación	Resumen	Conclusiones
Propuesta metodológica para la integración de un sistema de gestión documental	La importancia de esta investigación se enmarca en la generación de nuevo conocimiento sobre modelos de integración de sistemas de gestión, con respecto a los referenciales NTC ISO 9001,	Se evidenció que las entidades que implementan sistemas de gestión requieren estrategias que les permitan adoptar metodologías para los distintos procesos. La construcción de esta propuesta, y

Trabajo de investigación	Resumen	Conclusiones
basado en los referenciales NTC ISO 9001, NTCGP 1000 e ISO/IEC 17025 (García & Suárez, 2016)	NTCGP 1000 e ISO/IEC 17025; a partir de un estudio cualitativo, en el cual resalta que los aspectos críticos encontrados ocasionan falencias en la ejecución de la gestión documental que pertenece a los diferentes procesos estructurales de los sistemas de gestión.	las herramientas que la conforman, se basó en la identificación de las dimensiones que le permitan a la entidad un mejor control de las actividades, el logro de los objetivos definidos para cada etapa de la gestión documental, de una manera efectiva y, ante todo, la adopción de la cultura de la integración para facilitar la gestión del día a día, a través de la propuesta planteada.
Modelo de sistema integrado de gestión para una dirección de investigación medioambiental de Biocubafarma (Robert & Bataller, 2016)	Este trabajo presenta un modelo de Sistema Integrado, que garantiza el cumplimiento de los requisitos específicos de las normas NC-ISO 9001, NC: ISO/IEC 17025, y la conformidad con la NC PAS 99.	El modelo de SIG presentado constituyó una guía para gestionar integradamente la calidad y la competencia de los laboratorios en una dirección de investigación medioambiental. La metodología diseñada puede emplearse como modelo para la integración de los sistemas de gestión de las Industrias Biotecnológica y Farmacéutica de los países de Latinoamérica. Es accesible, además para su adecuación al cambio, respecto a los nuevos enfoques de lo que será la nueva norma ISO 9001.
Diseño de un modelo de gestión integral de las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 17025:2005, OHSAS 18001:2007 y BPM, en el marco de la	En el modelo propuesto, se realizó la correspondencia entre las normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 17025, OSHAS 18001 e Informe 32 de la OMS, en busca del mejoramiento de los procesos y utilización de los recursos, cumplimiento de los objetivos y un comportamiento socialmente responsable.	El modelo diseñado fue un gran aporte a la organización analizada (sector farmacéutico) y el autor señala que en general para cualquier tipo de proyecto, dado que, se muestran las bases, la estructura requerida y los procedimientos claves y de apoyo para articular y alinear el diseño e

Trabajo de investigación	Resumen	Conclusiones
responsabilidad social empresarial en la organización Carval S.A. (Cuarán & Martínez, 2016)		implementación de un sistema de gestión integral.
Uso de ISO 10012 en el Modelo de Integración de ISO/IEC 17025 en un Sistema ISO 9001 (Rodríguez & Rivera, 2008)	Este trabajo propone recuperar el papel de la norma ISO 10012 como integrador de las actividades de calidad en las mediciones; para lo cual se expone un diagrama y su matriz de relación ISO 9001 - ISO 10012 - ISO IEC 17025. El objetivo es ofrecer un marco de referencia que resalte la metrología en la aplicación de la norma ISO IEC 17025.	Se demuestra que existe compatibilidad para la aplicación de la norma ISO 10012 en el contexto de la norma ISO/IEC 17025 sin presentar fallas en su integración.
Relevancia de los sistemas integrados de gestión en las entidades petroleras cubanas (Caridad et al., 2018)	La investigación expone la relevancia del proceso de integración del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) y el Sistema de Gestión Ambiental (SGA), a partir del análisis de normas ISO 900 (SGC), ISO 14001 (SGA), OSHAS 18000 y PAS 99, y sus particularidades en el sistema empresarial cubano.	Para integrar los sistemas de gestión de la calidad y ambiental, es necesaria su alineación sobre un modelo común con igual estructura de gestión y diseño documental, que se debe basar en la gestión por procesos a partir del Ciclo de Deming o PHVA. Para la integración de sistemas de gestión existen varios modelos, herramientas y técnicas que poseen elementos comunes y, aunque realizan importantes aportes, tienen limitaciones.
Modelo teórico para un sistema integrado de gestión (seguridad, calidad y	Presenta un modelo fundamentado en las nuevas versiones de estándares internacionales como las normas ISO 9001 e ISO 14001, y OHSAS 18001, bajo un proceso investigativo que inició partiendo de variables clave de los sistemas	El modelo propuesto fortalece debilidades detectadas y consolida elementos clave detectados en modelos anteriores, y el planteado por la norma ISO 9004. Asimismo, incorpora aspectos de las nuevas

Trabajo de investigación	Resumen	Conclusiones
ambiente) (Duque, 2017)	<p>integrados de gestión ya identificadas, conectando las necesidades de las partes interesadas e incorporando elementos considerados por modelos previos, para de esta forma estructurar una aproximación teórica a la integración de sistemas de gestión con una visión sostenible, con base en el enfoque en procesos y ciclo de mejora PHVA.</p>	<p>versiones de las normas ISO 9001 y 14001.</p> <p>El modelo propuesto mantiene los siguientes principios: enfoque a procesos, mejora (PHVA) y gestión de las relaciones (partes interesadas).</p>
Enfoque para la integración de sistemas de gestión en empresas de servicios del sector hidrocarburos (Rivera, 2015)	<p>Este estudio se dirige a generar un enfoque para la integración de los sistemas de gestión (calidad, seguridad, salud y ambiente) que pueda ser aplicado en organizaciones de servicios del sector de hidrocarburos; se revisan los requisitos en cuanto a calidad, seguridad, salud y ambiente de las dos principales empresas contratantes del sector hidrocarburos y se revisan modelos de integración de sistemas de gestión.</p>	<p>Se sugiere fortalecer el análisis y la divulgación de los beneficios de la integración de los sistemas de gestión para que cada área de las organizaciones pueda manejar los cambios funcionales que se requieren y se definan los tiempos y recursos que se necesitarán para gestionar la integración de los sistemas de gestión.</p>
Propuesta de un sistema de gestión integrada para laboratorios de investigación universitarios (García & Cepeda, 2014)	<p>Esta investigación define una propuesta de modelo para un sistema de gestión integrada ajustado a las necesidades de los laboratorios de investigación universitarios que permita asegurar resultados confiables, con base en las normas ISO 9001 e ISO-IEC 17025. Se utilizan varias estrategias para la recolección y procesamiento de información de datos, tales como diagnóstico, observación, encuestas</p>	<p>Los componentes de articulación en el modelo permiten no solo evidenciar la relación entre los principios y las demás partes que describen el modelo de gestión; también evidencian las relaciones entre las partes del sistema y los requisitos, sin que se deba pasar por los principios del sistema.</p>

Trabajo de investigación	Resumen	Conclusiones
	y se hace una posterior triangulación.	
Implantación de los sistemas integrados de gestión (Vidal & Soto, 2013)	Esta investigación presenta el análisis de la implementación de estrategias competitivas a través de la integración de sistemas de gestión medioambiental y de seguridad laboral para mejorar sus resultados empresariales.	La integración de los sistemas de gestión proporciona a las empresas ventajas significativas como la reducción de costos y tiempo, la motivación del personal, el incremento de la eficacia en la medición, evaluación y seguimiento de los objetivos y logros obtenidos en los sistemas de gestión.
Integración de Sistemas de Gestión Normalizados: el Caso de una Empresa Cementera en México (Purata & Cruz, 2016)	La investigación presenta algunos aspectos clave para tener en cuenta durante la aplicación práctica de la integración de sistemas de gestión normalizados. La principal contribución del trabajo es la discusión de diversas alternativas para la integración, así como la ilustración de una de ellas con un caso práctico donde se relata la experiencia y la aplicación práctica de la integración de sistemas de gestión normalizados.	Aun cuando la integración de sistemas de gestión normalizados se ha estado estudiando por más de 15 años, son pocas las organizaciones mexicanas que cuentan con esta estrategia implementada. La empresa cementera estudiada, buscó la integración de los sistemas de gestión normalizados para lograr un mayor impacto en la realidad de la organización. Además, se identificaron las fases comunes de las distintas normas, para implantar un solo sistema documental, aligerando los procesos administrativos. Dada la certificación del SIG de la empresa de estudio, los resultados tienen una aplicación práctica preponderante.
Sistemas integrados de gestión: de la teoría a la práctica empresarial en Cuba (Antúnez , 2016)	En esta investigación se establece la base teórica conceptual mediante el análisis de la experiencia internacional y nacional referida a los sistemas de gestión normalizados. Además, se realiza una valoración	La integración de los sistemas de gestión, según demuestra la práctica internacional, constituye una alternativa viable para las organizaciones, ya que se logra una mejor planificación, dirección y

Trabajo de investigación	Resumen	Conclusiones
	<p>crítica de las definiciones fundamentales referidas al sistema de gestión de la calidad y a los sistemas integrados de gestión. Se aborda su situación actual a través del análisis de las estadísticas de certificaciones del sistema empresarial cubano, así como a nivel internacional.</p>	<p>control de todas las actividades y una posición más competitiva en el mercado, al ofrecer productos con requisitos colectados en varias normas internacionales, y de esta manera se garantiza mayor confiabilidad por parte de los clientes y partes interesadas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

De forma análoga, el objetivo de la presente investigación plantea el diseño de la propuesta de un modelo SIG, con el alcance de dar cumplimiento a los requisitos que rigen los procesos involucrados en las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017 y efectuar la gestión de forma integrada; dirigido de manera particular a la gestión de las mediciones y calidad de hidrocarburos.

2.2. ISO 10012 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LAS MEDICIONES – REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

La norma ISO 10012: 2003 especifica los requisitos genéricos y provee orientación para la gestión de los procesos de medición, así como para la confirmación metrológica del equipo de medición, el cual se emplea para apoyar y demostrar el cumplimiento de los requisitos metrológicos.

Esta norma es aplicable a cualquier tipo de organización y promueve la adopción del enfoque basado en procesos, particularmente cuando se desarrolla, se implementa, se realiza y se mejora la eficiencia de un sistema de gestión de las mediciones.

El aseguramiento de la confiabilidad de un sistema de gestión de las mediciones inicia con la especificación de los requisitos genéricos, situación que proporciona

orientación para la gestión de los procesos en la materia y para la confirmación metrológica del equipo de medición utilizado para apoyar y demostrar el cumplimiento de requisitos metrológicos, así también puede ser utilizado por una organización que lleva a cabo mediciones como parte de su sistema de gestión global (IMNC, 2004).

Un sistema de gestión de las mediciones en una organización debe asegurar que el equipo y los procesos son adecuados para su uso previsto, y es importante para lograr la calidad del producto y gestionar el riesgo de las mediciones incorrectas.

Las metodologías empleadas para el sistema de gestión de las mediciones pueden ser desde una verificación de los equipos elementales hasta la aplicación de técnicas estadísticas para el control del proceso (diseño, prueba, producción e inspección). Así también, uno de los principios de la gestión establecidos en la ISO 9000 considera el enfoque basado en procesos. En este sentido, los procesos de medición deberían considerarse como procesos definidos para apoyar la calidad de los resultados o productos.

La norma ISO10012 facilita el cumplimiento con los requisitos para las mediciones y el control de los procesos especificados en algunos apartados de la ISO 9000. Incluye de igual forma orientación para facilitar la implementación de sistemas de gestión de las mediciones y puede ser empleado para mejorar las actividades de medición de la calidad de los productos.

Un sistema de gestión de las mediciones tiene la finalidad de lograr la confirmación metrológica y el control continuo de los procesos de medición, y como la mayoría de los sistemas de gestión, existen responsabilidades administrativas y técnicas para definir e implementarlos por lo que la alta dirección de la organización debe asegurar la disponibilidad de los recursos para establecer y mantener la función metrológica. Cabe aclarar que, la función metrológica puede ser un sólo departamento o distribuida por toda la organización, ya que esta gestión debe instituir, documentar y mantener el sistema de gestión de las mediciones y mejorar

perennemente su eficacia, demostrando que se cumple la atención a los requisitos establecidos por el cliente.

La política de los objetivos de calidad establecidos en esta norma son los siguientes:

- No se aceptará ningún producto no conforme ni se rechazará ningún producto conforme debido a mediciones.
- Ningún proceso de medición debe estar fuera de control durante más de un día sin detección.
- Todas las confirmaciones metrológicas deben completarse en los tiempos establecidos.
- No debe haber registros de confirmación metrológica ilegibles.
- Todos los programas de capacitación técnica deben completarse según el cronograma establecido.
- Los periodos de tiempo que el equipo de medición se encuentre fuera de servicio, se reducirá en un porcentaje establecido.
- La alta dirección de la organización debe asegurar la revisión sistemática de la gestión de la medición.

Por otro lado, la aplicación de esta norma puede ser solicitada por un cliente mediante la especificación de los productos requeridos, por un proveedor a través de la especificación de los productos ofertados, como por organismos legislativos o reguladores, así como al auditar y evaluar sistemas de gestión de las mediciones.

Algunos autores, plantean que el contar con un sistema de gestión de las mediciones dentro de una organización, con fundamento en la norma ISO 10012: 2003, no sólo permite garantizar que cumple con los requisitos metrológicos especificados, sino también facilita el cumplimiento de los requisitos y especificaciones para las mediciones y el control de los procesos de medición establecidos en otras normas (Vázquez, 2006). Así también, el fundamento de este sistema reside en que la organización tiene que conocer y comprender completamente todos los procesos de medición, así como identificar cuáles de estos procesos son considerados como críticos.

2.3. ISO 9001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD – REQUISITOS

El sistema de gestión de la calidad que plantea la ISO 9001: 2015, tiene como principal objetivo dirigir y controlar una organización con relación a la calidad. Como tal, el sistema de calidad es el conjunto de elementos interconectados que se desarrollan de forma coordinada en una organización para establecer y conseguir el cumplimiento de la política y los objetivos de calidad, creando productos y servicios que satisfagan las necesidades y expectativas de sus clientes, lo anterior de forma consistente.

En este sentido, el objetivo y campo de aplicación de la norma ISO 9001 son adecuados para una organización que tiene la necesidad u obligación de manifestar su capacidad para proporcionar productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente, legales y reglamentos aplicables, o bien aspirar a incrementar la satisfacción del cliente, mediante la aplicación eficaz del sistema incluyendo los procesos para la mejora del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos (IMNC, 2016).

En suma, para una organización es una medida estratégica adoptar un sistema de gestión de la calidad, considerando que coadyuva a la mejora de su desempeño y establece un soporte robusto para el desarrollo sostenible. Por consiguiente, para una organización los beneficios potenciales al implementar un sistema de gestión de la calidad son los siguientes:

- Capacidad y cobertura para proveer sistemáticamente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente, así como los reglamentarios y legales que le apliquen.
- Proporciona oportunidades para incrementar la satisfacción del cliente.
- Atender eficientemente los riesgos y oportunidades relacionados con su contexto y objetivos.
- Capacidad de evidenciar la conformidad con los requisitos especificados del sistema de gestión de la calidad.

Por otro lado, el propósito de esta norma no es presuponer la necesidad de:

- Uniformidad en la estructura de los distintos sistemas de gestión de la calidad.
- Alineación de la documentación a la estructura de los capítulos de esta norma.
- Utilización de la terminología específica de esta norma dentro de la organización.

En particular, los requisitos del sistema de gestión de la calidad detallados en la norma son complementarios a los requisitos para los productos y servicios. La norma utiliza el enfoque a procesos, que incorpora el pensamiento basado en riesgos y el ciclo PHVA, el cual de manera breve puede describirse como sigue:

- Planificar, establecer los objetivos del sistema y sus procesos, así como los recursos necesarios para generar y proveer resultados conforme con los requisitos especificados por el cliente y las políticas de la organización, así como identificar y tratar los riesgos y oportunidades.
- Hacer, realizar lo planificado.
- Verificar, efectuar el seguimiento y (cuando aplique) la medición de los procesos, productos y servicios resultantes respecto a las políticas, objetivos, requisitos y las actividades planificadas e informar sobre los resultados.
- Actuar, realizar acciones que garanticen mejorar el desempeño, cuando se requiera (IMNC, 2016).

En efecto, el enfoque a procesos ayuda a las organizaciones a planear los mismos y sus interacciones, así como garantizar que estos dispongan de los recursos y se gestionen de forma adecuada, y que las oportunidades de mejora se establezcan y se proceda en consecuencia. Por otra parte, se deberán determinar los factores que en una organización puedan ocasionar que sus procesos y su sistema de gestión de la calidad se alejen de los resultados proyectados, a través del establecimiento y puesta en marcha de controles preventivos que minimicen los impactos negativos, así como incrementar el uso de las oportunidades cuando se presenten. Los principios de la gestión de la calidad planteados en esta norma son:

enfoque al cliente, liderazgo, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia, así como gestión de las relaciones (IMNC, 2016).

En un sistema de gestión de la calidad, la utilización del enfoque basado en procesos permite:

- a) Comprensión y coherencia para el cumplimiento de los requisitos
- b) Valor agregado en los procesos
- c) Cumplimiento eficaz del desempeño de los procesos
- d) Progreso y mejora de los procesos, soportado en la valoración de la información y de los datos

En consecuencia, derivado de las exigencias y requerimientos planteados por la norma ISO 9001: 2015 y a su implementación en las organizaciones, este sistema de gestión es el mejor documentado, por lo que resulta beneficioso considerarlo como base para fijar sobre él distintos sistemas de gestión, como el sistema de gestión de las mediciones (Arias J. L., 2007).

Se considera que, es posible efectuar la integración del sistema de gestión de la calidad como el sistema de gestión de las mediciones en un único sistema, pues los principios de la gestión de la calidad también son aplicables a la gestión de las mediciones, y coexiste una alta correspondencia entre los requisitos de las normas ISO 10012: 2003 e ISO 9001: 2015 (Reyes, 2008).

Así pues, para que una organización opere de forma eficaz, de manera interrelacionada debe identificar y gestionar todos los procesos. En las organizaciones, el resultado de un proceso se transforma en el elemento de entrada del siguiente proceso. Por lo anterior, resulta preponderante la identificación, gestión sistemática e interacción de los procesos empleados en una organización, lo que se conoce como "enfoque basado en procesos". En este sentido, los procesos de medición deben considerarse como procesos específicos,

los cuales tendrán como objetivo el apoyar la calidad de los productos elaborados o los servicios efectuados por la organización (Treto & Torres, 2004).

2.4. ISO 17025 SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y/O CALIBRACIÓN

El objetivo de esta norma es “establecer los pasos y etapas que un laboratorio de calibración y/o ensayo debe seguir durante el proceso de evaluación y acreditación, para demostrar que cumple con la normativa nacional e internacional en la materia, con el fin de obtener la acreditación o bien ampliar, actualizar o mantener una acreditación ya otorgada” (IMNC, 2018).

La más reciente versión de la norma considera un capítulo referido al pensamiento basado en riesgo y menciona los asuntos similares con la nueva versión de la norma ISO 9001: 2015. Actualmente, la norma cuenta con una estructura para alinearla con las distintas normas existentes de evaluación de la conformidad ISO/IEC, como la serie ISO/IEC 17000; que tiene el alcance de todas las actividades de laboratorio, ensayos, calibración y muestreo.

La norma ISO 17025, es resultado de la experiencia en la evaluación y acreditación de laboratorios de calibración y/o ensayo, incluye la descripción del proceso que se debe seguir, y los requisitos que los laboratorios de calibración y/o ensayo deben cumplir con el propósito de manifestar que operan un sistema de gestión de la calidad, que son técnicamente competentes y que son capaces de generar resultados técnicamente válidos. Por tanto, el desarrollo del mercado y de las organizaciones ha generado la necesidad de garantizar que los laboratorios de calibración y/o ensayo, operan en apego a un Sistema de Gestión de la Calidad acorde a los requisitos especificados en la norma vigente, para asegurar la validez técnica y la calidad de los servicios ofrecidos (IMNC, 2018).

Esta norma es aplicable para la evaluación y acreditación de todos los laboratorios que ejecutan calibraciones y/o ensayos, así como el muestreo. Así también,

abarca métodos normalizados, no normalizados y los desarrollados por el cliente (diseñados o desarrollados por el mismo laboratorio). Los tipos de laboratorios contemplados incluyen los siguientes y sus combinaciones:

- Laboratorios de primera parte. En el cual, el servicio es para un cliente interno, en otras palabras, los resultados que emite son utilizados por la misma empresa o razón social.
- Laboratorios de segunda parte. Aquel que presta el servicio y el resultado es utilizado para toma de decisiones en una relación cliente-proveedor, siendo el laboratorio, una de las partes.
- Laboratorios de tercera parte. Es plenamente autónomo, por lo cual no se involucra en relaciones cliente proveedor.
- Laboratorios constituidos como personas físicas o morales.
- Laboratorios donde la calibración y/o ensayo son parte de la verificación y/o la certificación de producto.
- Laboratorios de calibración de alta exactitud.
- Laboratorios con instalaciones permanentes, temporales y móviles.
- Laboratorios de ensayos en ciencia forense, antidopaje e investigación.
- Laboratorios sucursales.

Por otro lado, el cumplimiento con los requisitos legales y de seguridad, en la operación de los laboratorios de calibración y/o ensayo, no se contemplan en la presente norma.

2.5. PAS 99 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS COMUNES DEL SISTEMA DE GESTIÓN COMO MARCO PARA LA INTEGRACIÓN

Diversas organizaciones han adoptado o están adoptando normas y/o especificaciones de sistemas de gestión, mismos que se emplean como sistemas independientes con mayor frecuencia. Sin embargo, todos los sistemas de gestión tienen determinados elementos en común que se pueden atender de forma integrada; en ese caso, se puede reconocer y utilizar de la forma más provechosa

posible la unidad esencial de todos estos sistemas en el marco del sistema global de gestión de una organización (OMN, 2018).

La norma PAS 99 define los requisitos comunes del sistema de gestión para un enfoque integrado, está destinada sobre todo a ser utilizada en organizaciones que están aplicando los requisitos más de una norma de sistemas de gestión. La adopción de la PAS está destinada a simplificar la utilización de normas de sistemas múltiples y la evaluación de la conformidad asociada a los mismos.

Sin embargo, cabe aclarar que la conformidad con esta PAS no asegura en sí la conformidad con otras normas o especificaciones de sistemas de gestión. Por lo anterior, si se desea buscar o alcanzar la certificación, prevalece la necesidad de atender satisfactoriamente los requisitos específicos de cada sistema de gestión.

La norma en cuestión fue elaborada para ayudar a las organizaciones a lograr beneficios, mediante la consolidación de los requisitos comunes en todas las normas y especificaciones de sistemas de gestión y su control eficaz. Cada norma de sistemas de gestión posee sus propios requisitos específicos; sin embargo, los tópicos presentes en ellas son fundamentalmente: política, planificación, aplicación y operación, evaluación del desempeño, así como la mejora y revisión por la dirección; por tanto, se pueden adoptar como base para la integración. En este sentido, PAS 99 utiliza esta misma clasificación como un marco para los requisitos comunes del sistema de gestión. Los siete requisitos comunes anteriormente descritos, se deben considerar de manera conjunta con el sistema PHVA, que siguen todos los sistemas de gestión.

Así pues, es posible integrar los sistemas de forma apropiada para la organización tal que minimice al máximo o elimine la duplicidad; lo anterior, si los diversos requisitos del sistema de gestión se logran disponer de modo tal que los requisitos básicos se aborden de forma común, ayudando a minimizar significativamente la magnitud global del sistema de gestión y mejorar la eficiencia, así como la eficacia del sistema.

El contexto empleado en la PAS 99 se fundamenta en la Guía 72-1 de la ISO, considerando ciertas innovaciones, y se ha demostrado en la práctica; esta se emplea para:

- todos los sistemas de gestión sean estos de normas formales de sistemas de gestión o menos formales que constituyan parte del sistema global de gestión de la organización.
- toda organización (independientemente de su tipo o tamaño); en la cual, es posible emplearla con diversas normas o especificaciones nacionales e internacionales sobre sistemas de gestión, a pesar de estar orientada a utilizarse, principalmente, en combinación con normas o especificaciones como ISO 9001, ISO 14001, ISO/IEC 27001, ISO 22000, ISO/IEC 20000 y/o OHSAS 18001.

Es importante considerar que, la PAS 99 no está orientada a organizaciones que tienen un sistema de gestión fundamentado en una única norma o especificación, sino como una preparación para la adopción de sistemas o normas adicionales.

3. PROCEDIMIENTO

En este capítulo, se muestra el diseño metodológico aplicado en el desarrollo del presente trabajo de tesis y la metodología de estudio.

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico desarrollado en la investigación considera cuatro etapas, descritas en la Tabla 4:

Tabla 4. Etapas del diseño metodológico de la investigación.

Etapa	Descripción	Actividades
1	Recolección de información	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los requisitos de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017. - Elaboración de tabla de correspondencia y semejanza de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017. - Comparativo de las propiedades de los sistemas a través de una herramienta de sistemas blandos.
2	Evaluación del diagnóstico de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del sistema actual de la empresa. - Diagnóstico del estado actual del cumplimiento de los requisitos de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017. - Diagnóstico del cumplimiento del proceso de medición y comprensión de las normas.
3	Selección de alternativa	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de las propuestas de alternativas de atención a las necesidades detectadas. - Desarrollo de metodología <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) como técnica multicriterio para la toma de decisiones de la mejor alternativa.
4	Construcción de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de la estructura del modelo propuesto para la gestión de las mediciones. - Definición de las actividades para la articulación del sistema integrado de gestión de las mediciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló para una empresa del sector hidrocarburo de la Región Sur de México, conformada por cuatro Centros de Trabajo.

3.2.1 Tipo de investigación

El diseño metodológico de esta investigación tiene un enfoque con base documental enmarcado en un estudio de nivel explicativo tipo no experimental (Duque, 2017). Se seleccionaron los métodos de estudio descriptivo y exploratorio, para medir y coleccionar información sobre el fenómeno de estudio, empleando métodos de recolección de datos no estandarizados, a través de revisión de documentos, evaluaciones diagnósticas del estado actual de cumplimiento y evaluación de experiencia del personal (Hadi & Mohamadghasemi, 2011; Carvalho et al., 2015; García & Suárez, 2016). Por lo antes descrito, el enfoque de cada tipo de investigación tiene el siguiente objetivo:

- **Investigación explicativa.** Estudiar la problemática con mayor profundidad, a qué se debe que suceda, cómo se genera y sus efectos; explicando todos los hechos y situaciones observadas.
- **Investigación exploratoria.** Indagar sobre el estado de situaciones específicas para su comprensión, misma que será de utilidad para la toma de decisiones.
- **Investigación descriptiva.** Para la información no existente, se empleará este tipo de investigación, siendo de gran valor, puesto que se estará en la posibilidad de describir y puntualizar en características y situaciones de lo que realmente es.

3.2.2 Fuentes y técnicas de información

Para el proceso de investigación se emplearon fuentes primarias y secundarias, las cuales proporcionaron información relevante para los objetivos planteados.

Las fuentes primarias son las que presentan menor cantidad posible de intermediaciones, es decir, las más cercanas posibles a las situaciones y eventos que se investigan. Por otro lado, las fuentes secundarias, se asientan sobre las fuentes primarias y, con el propósito de buscar nuevas formas de información, les aplican cierto tratamiento, el cual puede ser: analítico, evaluativo, resumido o interpretativo.

En la Tabla 5, se describen las técnicas de investigación empleadas en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Tabla 5. Fuentes de información empleadas en la investigación.

Fuente	Técnicas	Objetivo
Primaria	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa • Revisión documental oficial de la empresa • Elaboración y cotejo de listas de verificación (evaluación diagnóstica de requisitos normativos) • Elaboración y aplicación de cuestionarios al personal • Consulta de sistemas institucionales de información 	<p>Obtener un diagnóstico actual del cumplimiento de la empresa caso de estudio, respecto al tema de investigación.</p> <p>Adquirir información de primera mano y tabularla, con la finalidad de obtener datos relevantes para el diseño y aplicación de la investigación.</p>
Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación documental (normas, guías, lineamientos, tesis, artículos) 	<p>Consultar información relacionada con el tema de investigación.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Para recopilar la información, se utilizaron dos instrumentos: listas de verificación, con el objetivo de diagnosticar el estado actual del cumplimiento de los requisitos de cada una de las normas en análisis, y encuesta para diagnosticar el nivel de comprensión y conocimiento de los requisitos establecidos en las normas por parte del personal.

Como aspecto ético, cabe indicar que, para el manejo de la información se respetó la identidad de los colaboradores que contribuyeron a proporcionar

información a través de los instrumentos. Por otro lado, no se dio otro uso a la información obtenida, fuera del alcance del presente trabajo.

3.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Recolección de información

Esta etapa estuvo orientada a revisar y analizar los requisitos de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, aplicables al proceso metrológico de la empresa. Se realizó la correspondencia y semejanza en común de los tres sistemas de gestión y se utilizó la herramienta de análisis de sistemas blandos CATWOE (*customers, actors, transformation, world view, owners, environment*) para identificar los elementos involucrados dentro del SIG (Checkland & Poulter, 2020).

3.3.1.1 Correspondencia entre las normas

Se realizó la verificación de correspondencia y semejanza que tienen en común los sistemas de gestión ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, lo anterior con el apoyo de la norma PAS 99 "Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración", con la finalidad de facilitar su posterior implementación en la empresa caso de estudio. Cabe resaltar que, la correspondencia se realizó con las versiones actuales de las normas en análisis.

La PAS 99, es un marco normativo en el proceso de integración, el cual se aplica a todos los sistemas de gestión, tanto en materia de una norma formal de sistemas de gestión o menos formales incluidas en el sistema global de gestión de la organización (OMN, 2018). Donde, mediante los requisitos comunes entre las normas: contexto de la organización, liderazgo, planificación, soporte, operación, evaluación del desempeño y mejora; deben ser considerados integralmente con el sistema PHVA, los cuales son fundamentales de todos los sistemas de gestión.

3.3.1.2 Comparativo de las propiedades de los sistemas

Se realizó el estudio comparativo de las propiedades de los sistemas de gestión de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017. Para lo anterior, se utilizó

la técnica de análisis CATWOE, la cual fue establecida por Checkland (1988), siendo esta una herramienta de análisis de sistemas blandos para identificar los sistemas de actividad humana, esto es, aquellas que ayudan al desarrollo del modelo de sistemas de actividades (Checkland & Poulter, 2020). Esta matriz expresa el propósito de un sistema, denotando de ésta, procesos y relaciones con distintos aspectos, encaminados a obtener un objetivo específico (González et al., 2014). CATWOE es una sigla de la palabra en inglés que representa la definición de los siguientes elementos (González et al., 2014):

- **Clientes o consumidores (C).** Son las personas o entidades, que, por el funcionamiento de un sistema, resultan beneficiadas o perjudicadas.
- **Actores (A).** Aquellos que realizan el proceso de transformación desarrollado por el sistema.
- **Proceso de transformación (T).** Es el proceso realizado por el sistema, el cual se basa en sintetizar un conjunto de salidas a través de un conjunto de entradas.
- **Visión del usuario (W).** Es la perspectiva del usuario, que origina la definición raíz y se espera que proceda de los clientes, actores o del dueño del sistema.
- **Propiedad (O).** Es el individuo, entidad o macrosistema que en determinado momento puede indicar la salida de funcionamiento de un sistema.
- **Restricciones ambientales (E).** Considera las prohibiciones al funcionamiento del sistema y son asignadas por agentes externos a él los cuales constituyen su ambiente.

3.3.2 Evaluación del diagnóstico de la empresa

El desarrollo de esta etapa de investigación consideró la revisión de la estructura organizacional de la función metrológica, la revisión del estado actual de cumplimiento de la empresa referente a los sistemas de gestión, así como el conocimiento y comprensión con la que cuenta el personal involucrado en el proceso.

3.3.2.1 Revisión del sistema actual de la empresa

Con la finalidad de identificar y entender el proceso de administración metrológica, áreas involucradas y la relación de estas, se realizó la revisión del estado actual en cuanto a la estructura organizacional de la función metrológica en la empresa del caso de estudio. Así también, se revisaron las funciones de las diferentes áreas establecidas en el manual de organización vigente y los documentos internos que establecen las responsabilidades del proceso de medición.

3.3.2.2 Diagnóstico del estado actual del cumplimiento de requisitos

Como punto de partida para la realización del modelo del sistema integrado de gestión para el proceso de medición, se analizó el cumplimiento de los requisitos de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017 de la empresa en análisis, lo cual dio pauta para su análisis y posterior desarrollo de la propuesta del modelo que permita el cumplimiento de dichos requisitos.

Para conocer el grado de conformidad de los requisitos establecidos y verificar si están implementados o no, se integraron y aplicaron listas de verificación para cada una de las normas, para ello se realizó la revisión de la información que da soporte y avala la investigación, que consistió en: documentación, procedimientos, formatos y registros, de forma física y electrónica a través de sus sistemas institucionales. Cabe mencionar que las verificaciones y actividades de chequeo, se realizaron con el apoyo del líder del área de cumplimiento regulatorio de la empresa a nivel regional. Por otro lado, el diseño de las listas de verificación se basó estrictamente en las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017. En los Anexos A, B y C, se presentan las estructuras de las listas de verificación empleadas, las cuales además de considerar el detalle de los numerales establecidos por las normas, también presentan una interpretación ligera de cada uno de ellos, considerando lo que se espera del sistema integrado, hallazgos y observaciones encontrados en la verificación, los cuales fueron consideradas para la mejora del sistema.

3.3.2.3 Diagnóstico del cumplimiento del proceso de medición y comprensión de las normas

Para evaluar el nivel de cumplimiento del proceso de gestión de medición del volumen de hidrocarburos, así como la comprensión y conocimiento de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, se planificó y aplicó una encuesta para obtener información de primera mano de la muestra objetivo del estudio, posteriormente los datos recopilados fueron tabulados.

La encuesta permite responder a conflictos en términos de carácter descriptivo, entre ellos la relación de variables; esto, luego de la recolección de los datos en función del diseño elaborado previamente para el instrumento, mismo que permite garantizar el rigor de toda información esencial conseguida de los colaboradores encuestados (Dávila, 2018).

La encuesta realizada, se estructuró con 23 preguntas politómicas, tipo cerrado con escala Likert de 5 alternativas de respuestas: 1. Excelente, 2. Bueno, 3. Regular, 4. Deficiente y 5. Nulo (Tuapanta et al., 2017).

3.3.2.3.1 Población y muestra

La población constituye un conjunto determinado, definido y accesible que forma parte del universo (total de unidades de análisis) y que determina el referente para la selección de la muestra. Por su parte, la muestra constituye el subconjunto de individuos pertenecientes a una población y que la representan, en otras palabras, se puede definir a la muestra como la suma de unidades elegidas de la población, con el objetivo de estimar los valores que identifican y describen a dicha población (Dávila, 2018; Arrazola & Zavala, 2014).

3.3.2.3.1.1 Características de la población

Para efectos de la investigación, la población a estudiar consiste en especialistas técnicos del área operativa y de mantenimiento; con relación directa en los

procesos de medición y con responsabilidad en la función metrológica de la empresa.

3.3.2.3.1.2 Delimitación de la población y muestra

En la práctica, es muy complejo elaborar el diseño de una muestra y, particularmente definir su tamaño adecuado, para ello se requiere contar con conocimiento suficiente de la población en estudio (Arrazola & Zavala, 2014). En este sentido, la población objeto de la investigación estuvo conformada por 17 trabajadores, los cuales se encuentran activos en sus funciones, distribuidos en cuatro centros de trabajo de la región sur de la empresa caso de estudio.

La característica fundamental del marco muestral es alcanzar la representatividad de la población en la muestra tomada, lo cual denota que existe fidelidad y exactitud (Baez, 2012). Por consiguiente, y con la finalidad de garantizar la representatividad del estudio mediante la muestra, para la aplicación de la encuesta, se garantizó que como mínimo se mantuviera el 80% de confiabilidad, empleando el tipo de muestreo probabilístico aleatorio simple para delimitar dicho requerimiento, considerado principalmente por el relativamente pequeño tamaño de la población total. Este tipo de muestreo es el que más rigor científico logra y se caracteriza porque cumple el principio de equiprobabilidad, en el cual, la totalidad de los elementos que conforman la población tiene igual probabilidad de ser seleccionados en una muestra (Dávila, 2018).

En cada muestra existe un grado de incertidumbre, por lo tanto, al realizar un muestreo se debe reconocer y aceptar determinado grado de error, debido a que no se estudia toda la población. Para la presente investigación, se estima que la población tiene una distribución normal de proporción finita y de tamaño global pequeño; en este sentido, para el cálculo del tamaño mínimo de la muestra a seleccionar se emplea la siguiente ecuación (Parra, 2015; Jiménez et al., 2018):

$$n = \frac{K^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + K^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

K: factor según el nivel de confianza esperado en el estudio

p: variabilidad positiva

q: variabilidad negativa

e: error máximo aceptado

Así también, es importante aclarar que, en caso de pretender escalar el presente estudio a una rama más completa de la empresa, en este caso a otras regiones/subdirecciones o bien a nivel nacional, se sugiere la utilización de un muestreo estratificado, enfatizando que en algunos casos es necesario estratificar la población o muestra con el objetivo, para garantizar que los resultados obtenidos sean representativos de las diferentes regiones/subdirecciones, de forma tal que la muestra elegida cumpla con iguales condiciones que el total de la población (Baez, 2012).

3.3.2.3.2 Método de procesamiento estadístico y análisis de datos

Algunos paquetes estadísticos permiten hacer análisis de consistencia interna de los ítems/preguntas de un instrumento. Estos análisis pretenden determinar el grado en el que están relacionados recíprocamente los ítems/preguntas, y pueden generarse mediante una sola aplicación de una forma única para el instrumento (Quero, 2010).

Para el procesamiento de datos, se utilizó el software informático especializado en procesos estadísticos IBM SPSS Statistics en su versión 20, en donde se procesó la información obtenida de la encuesta aplicada a los colaboradores, y permitió efectuar un análisis estadístico descriptivo de importancia para la toma de decisiones (IBM, 2011).

3.3.2.3.2.1 Validez y confiabilidad del instrumento

La validez constituye una condición propia del resultado de una medición, más no del instrumento empleado para la recolección de los resultados. El instrumento no es válido por sí mismo, sino que lo es en función de los objetivos que persigue con un determinado conjunto personas o eventos (Dávila, 2018). Por consiguiente, el instrumento empleado se sometió a consideración (juicio de expertos) del área de cumplimiento regulatorio de la empresa, para su aplicación.

La confiabilidad de una medición se entiende como la capacidad de ser coherente. Un instrumento es confiable cuando las aplicaciones repetidas que se hacen de este, sobre determinados objetos, sujetos u objetivos estructuralmente iguales, proporcionan resultados idénticos coherentes y consistentes (Dávila, 2018). No obstante, esta consideración se dice con mayor o menor grado de certeza, porque toda medida está sujeta a error; por consiguiente, la confiabilidad que se puede observar en los datos es una estimación, y no como tal un dato (Muñoz, 2019).

Para determinar la consistencia interna de la encuesta, se utilizó el coeficiente de correlación Alfa de Cronbach (α), al ingresar los datos recogidos al IBM SPSS Statistics, mismo que calcula dicho coeficiente con la ecuación 2.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right] \quad (2)$$

Donde:

α : Alfa de Cronbach

K: Número de ítems

V_i : Varianza de cada ítem

V_t : Varianza total

En el caso específico del coeficiente de confiabilidad vinculado a la homogeneidad o consistencia interna, se cuenta con el coeficiente α , propuesto

por Lee J. Cronbach en el año 1951 (Quero, 2010). El coeficiente α , estima cuán uniformemente los ítems/preguntas contribuyen a la suma no ponderada del instrumento (encuesta), el cual varía en una escala de valores que oscilan entre cero y uno (0 – 1). Esta propiedad se conoce por la consistencia interna de la escala, y de esta forma, el coeficiente α puede ser interpretado como coeficiente medio de todas las estimaciones de consistencia interna que se obtendría si todas las divisiones posibles de la escala fueran realizadas (Pasquali, 2003; Muñoz, 2019). La Tabla 6, muestra de forma resumida los niveles de confiabilidad sugeridos por diversos autores, la cual sirve como punto de partida y no como criterio definitivo de clasificación (Cortina, 1993; García & Cepeda, 2014; González & Pazmiño, 2015; Arévalo & Padilla, 2016; Tuapanta et al., 2017).

Tabla 6. Criterios de recomendación en la clasificación de los niveles de fiabilidad según el valor del Alfa de Cronbach (α).

Autor	Condición o Descripción del nivel de fiabilidad	Valor de α
Avecillas y Lozano (Arévalo & Padilla, 2016)	Deficiente	0.00 a 0.30
	Regular	0.31 a 0.50
	Bueno	0.51 a 0.70
	Muy bueno	0.71 a 0.90
	Excelente	0.91 a 1.00
(Kaplan & Saccuzzo, 2017)	Investigación básica	0.70 a 0.80
	Investigación aplicada	0.95
(Davis, 1964)	Predicción individual	> 0.75
	Predicción para grupos de 25-50 individuos	0.50
	Predicción para grupos sobre 50 individuos	< 0.50
(Nunnally, 1967)	Investigación preliminar	0.70
	Investigación fundamental	0.80
	Investigación aplicada	0.90 a 0.95
(Murphy & Davidshofer, 1988)	Inaceptable	< 0.60
	Bajo	0.70
	Moderado a alto	0.80 a 0.90
	Elevado	> 0.90
(George & Mallery, 2003)	Inválido	< 0.50
	Pobre	> 0.50
	Cuestionable	> 0.60

Autor	Condición o Descripción del nivel de fiabilidad	Valor de α
	Válida	> 0.70
	Bien	> 0.80
	Excelente	> 0.90

Fuente: Elaboración propia adaptado de Paterson (1994).

Para validar el nivel de fiabilidad de la encuesta, en esta investigación se consideró como base la escala de clasificación de los coeficientes (α) de AVECILLAS y LOZANO (ARÉVALO & PADILLA, 2016). Así también, para poder determinar la confiabilidad de una prueba, este debe cumplir dos requisitos previos:

1. Estar formado por un conjunto de ítems/preguntas que se encuentran combinadas aditivamente para encontrar una puntuación global, es decir, interpretar el total de la suma de las puntuaciones.
2. La totalidad de los ítems/preguntas miden la característica esperada en la misma dirección. Es decir, los ítems/preguntas de cada una de las escalas deben poseer el mismo sentido de respuesta.

3.3.3 Selección de alternativa

En función del resultado del diagnóstico de la etapa anterior, se necesita establecer una alternativa que permita articular el sistema integrado de gestión de las mediciones de manera estructurada y práctica, que dinamice las actividades y, que sea transversal a los procesos estratégicos, operacionales y de soporte a la empresa del caso de estudio.

Por consiguiente, en esta etapa se plantearon diferentes alternativas encaminadas a dar cumplimiento de los requisitos normativos, generar beneficios económicos, operativos, agregar valor e instaurar ventajas competitivas en la empresa. Cabe resaltar que, las alternativas propuestas tienen un enfoque de viabilidad, facilidad de integración, contextualización e implementación.

Los resultados obtenidos en la etapa anterior fueron considerados para proponer las alternativas que dan respuesta a las necesidades, las cuales fueron retroalimentadas y validadas por expertos de la empresa.

3.3.3.1 Utilización de la metodología multicriterio para selección de alternativa

La selección de la mejor alternativa planteada, es decir, la que permita articular y dar mayor cobertura a los requerimientos encontrados, así como a los planteados por la empresa, es en esencia un problema de toma de decisiones que implica múltiples criterios de evaluación, tales como los recursos, gestión, criterios organizacionales y operativos, ejecución, mejora, entre otros. Por lo tanto, los enfoques multicriterio, pueden ser utilizados para la clasificación y posterior toma de decisiones (Hadi & Mohamadghasemi, 2011).

Para esta investigación, se empleó el método multicriterio *Analytic Hierarchy Process* (AHP), el cual es particularmente adecuado para modelar criterios cualitativos y ha encontrado extensas aplicaciones en una amplia variedad de áreas, tales como: selección, evaluación, planificación y desarrollo, previsión de la toma de decisiones, entre otros (Hadi & Mohamadghasemi, 2011; Gómez et al., 2015). El método AHP se ha aplicado a numerosos problemas de decisión dentro del campo de los proyectos industriales, como: políticas energéticas, selección de proyectos o evaluación de las tecnologías de fabricación avanzadas (García & Lamata, 2006).

El AHP, fue desarrollado por el doctor Thomas L. Saaty en la década de los setenta. Este método, establece un marco de referencia para estructurar un problema de decisión, permite representar y cuantificar sus elementos, relacionar dichos elementos al objetivo general y evaluar las alternativas de solución (Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017). El AHP, permite comparar criterios y escalas diferentes, así como la dependencia entre alternativas mediante un carácter dinámico de soluciones. En efecto, el método estriba en descomponer un

problema y, posteriormente, ensamblar todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión.

De acuerdo con Thomas L. Saaty, para generar prioridades de selección entre diversas opciones, es necesario seguir la siguiente metodología (Araníbar & Callamanda, 2008; Carrión, 2013; Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017):

1. Identificar la meta general del problema (objetivo).
2. Establecer los criterios y subcriterios a considerar para la toma de decisión.
3. Identificar las alternativas.
4. Desarrollar la estructura jerárquica.
5. Establecer la importancia relativa de los criterios, subcriterios y alternativas caracterizados.
6. Construir las matrices de comparación por pares.
7. Construir las matrices normalizadas.
8. Efectuar prueba de consistencia.
9. Determinar el puntaje total de cada una de las alternativas (ordenar las alternativas consideradas de acuerdo con el puntaje obtenido en el paso anterior).
10. Analizar los resultados (la alternativa que presente el puntaje más alto representará la mejor del conjunto de estas).

La finalidad de este análisis es emplear una gama de criterios para evaluar objetiva y transparentemente el valor global de un conjunto de opciones. En general, la meta global es crear un orden de preferencia entre opciones disponibles. Este análisis, conlleva el desarrollo de una matriz de opciones y de criterios que se jerarquizan y suman para otorgar una calificación global para cada opción (IMNC, 2018).

La utilización del método AHP se basa en la estructuración visual de la jerarquía del problema, en el cual se construye una jerarquía de atributos que considera el objetivo del problema, los criterios y subcriterios de decisión y las alternativas. Una vez establecida la estructura/árbol jerárquico, se realizan las comparaciones por

pares entre criterios, subcriterios y alternativas planteadas. A continuación, se asignan valores numéricos a las preferencias consideradas por el equipo de trabajo que interviene en el proceso de decisión; lo anterior, para seleccionar la alternativa de diseño o mejora apropiada (Gómez et al., 2015).

De esta forma, se pueden efectuar comparaciones entre los criterios, subcriterios y alternativas, partiendo de la construcción del modelo jerárquico, para lo cual los participantes en el proceso les asignan valores numéricos que representan las preferencias desde el punto de vista de los evaluadores que intervienen en el proceso de decisión; lo anterior, para seleccionar la alternativa de diseño o mejora apropiada (Araníbar & Callamanda, 2008; Gómez et al., 2015). Los valores establecidos son empleados para medir el grado de influencia para todos los elementos, en el nivel superior del cual procede; para ello, se emplean escalas de razón, preferencia, importancia y probabilidad.

Existen ciertos estudios que pueden ser utilizados, relativos al desarrollo de escalas de valores (Carrión, 2013). En esta investigación, la escala que se empleará será la escala numérica desarrollada por Thomas L. Saaty que abarca del 1 al 9 como se muestra en la Tabla 7 (Araníbar & Callamanda, 2008; Hadi & Mohamadghasemi, 2011; Carrión, 2013; Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017; Benítez & Izquierdo, 2019). La escala presenta valores discretos, y relaciona un conjunto de opiniones verbales con la descripción de importancia que las cuantifica.

Tabla 7. Escala de preferencias de Saaty en el proceso de comparación binaria.

Escala	Descripción
1: Igualmente importante	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo.
3: Moderadamente importante	Preferencia leve de un elemento sobre otro.
5: Fuertemente importante	Preferencia fuerte de un elemento sobre otro.
7: Importancia muy fuerte o demostrada	Mucha más preferencia de un elemento sobre otro.
9: Importancia extremadamente fuerte	Preferencia clara y absoluta de un elemento sobre el otro.
2,4,6,8	Intermedio de los valores anteriores.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 indica que cuando dos elementos tienen la misma importancia se les asigna el valor 1; si un elemento es moderadamente preferido, se le asigna el valor de 3; si es fuertemente preferido se le atribuye el valor de 5; si el elemento presenta importancia relevante con mucha más preferencia se le asigna 7 y si es extremadamente preferido el de 9; pudiendo asignar también los valores intermedios (2, 4, 6 y 8), esto en caso de ser necesario expresar incertidumbres o determinada falta de claridad, debido a que un juicio emitido se encuentre entre dos posibles valores entre los antes mencionados (Araníbar & Callamanda, 2008; Hadi & Mohamadghasemi, 2011; Carrión, 2013; Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017; Benítez & Izquierdo, 2019).

Una matriz cuadrada, recíproca y positiva, designada matriz de comparación por pares, es el resultado de las comparaciones. Para realizar esta matriz, se debe realizar una comparación de pares mediante juicios que se refieren a la importancia relativa de un elemento respecto de otro de un mismo nivel, esta comparación mide la aportación de un elemento de un nivel al logro de un nivel inmediato anterior, así cuando se comparan criterios, se les analiza en función de lo que aportan al logro del objetivo planteado; estas consideraciones, también se toman en cuenta cuando se comparan los subcriterios. Si bien el experto o quien tome la decisión puede emitir juicios verbales, para trabajar con ellos, es necesario

hacer su valoración; en este sentido, el método posee su propia escala de 1 a 9 antes descrita.

Cabe mencionar que, las matrices de comparación deben considerar ciertas características; en este sentido, deben presentar (Carrión, 2013; Benítez & Izquierdo, 2019):

- 1. Positividad:** Derivado de la escala numérica, los valores de importancia deben ser positivos.
- 2. Homogeneidad:** Si los elementos a comparar de forma binaria son valorados con importancia similar, se cumple que: elemento 1 = elemento 2 = 1. La homogeneidad es una propiedad referida a la igualdad o similitud en la naturaleza o el género de diversos elementos. En este sentido, cuando un elemento 1 y un elemento 2 tienen importancia similar o son idénticos, el valor que deberá asignarse es 1.
- 3. Reciprocidad:** Es la correspondencia mutua que existe entre dos elementos. El valor que se asigna a la comparación entre el elemento 1 y el elemento 2, corresponde al valor inverso dado a la comparación del elemento 2 con el elemento 1.
- 4. Consistencia:** Dentro de un conjunto de elementos, se refiere a la coherencia que existe entre estos.

Cabe mencionar que la positividad, homogeneidad y reciprocidad son propiedades "lógicas" procedentes de la escala de Saaty, pero no así la consistencia. Para cada una de las matrices de comparación que se realice, es necesario calcular y verificar su nivel de consistencia, como indicador de un juicio racional, considerando una medida de consistencia cuantificable; esto se hace por medio del cálculo del Índice de Consistencia de (IC) (Ecuación 3), el Índice de Consistencia Aleatoria (ICA) (Ecuación 4) y la Relación de Consistencia (RC) (Ecuación 5). Al respecto, si el resultado de RC es menor o igual a 0.1, el nivel de consistencia es aceptable, para un resultado superior a este valor, se sugiere que el personal experto reevalúe la matriz de comparación por pares (García &

Lamata, 2006; Berumen & Llamazares, 2007; Aranibar & Callamanda, 2008; Carrión, 2013; Márquez & Baltierra, 2017; Benítez & Izquierdo, 2019).

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (3)$$

$$ICA = \frac{1.98 (n - 2)}{n} \quad (4)$$

Donde:

n : dimensión de la matriz de comparación por pares

$\lambda_{m\acute{a}x}$: máximo autovalor

$$RC = \frac{IC}{ICA} \quad (5)$$

Posteriormente, se calculó el puntaje total de cada una de las alternativas, mediante la evaluación definitiva de estas (Ecuación 6), se realizó este cálculo para cada criterio de la estructura jerárquica, hasta llegar al nivel del objetivo (Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017).

$$V_j(A_k) = \sum_{i=1}^q p_i * a_{ki} \quad (6)$$

Donde:

V_j : evaluación de la alternativa A_k

A_k : Alternativa k , $k= 1, \dots, n$

p_i : ponderaciones de prioridad de los criterios o subcriterios, $i=1, \dots, q$

a_{ki} : valor de la alternativa A_k evaluada con respecto a los criterios

El cálculo anterior, permite ponderar cada una de las alternativas con relación al objetivo global. Para tal propósito, en el AHP se combinan todos los juicios o las opiniones, y de acuerdo con los pesos de importancia dados, las alternativas se

pueden ordenar de la mejor a la peor, entre la lista de las alternativas establecidas (Araníbar & Callamanda, 2008). Sin embargo, seleccionar esa alternativa u otra alternativa es decisión de la empresa.

3.3.4 Construcción de la propuesta

Para estructurar la propuesta del SIG, se consideraron los resultados del diagnóstico de la situación actual de la empresa respecto de su nivel de cumplimiento en materia del proceso metrológico y la alternativa seleccionada. En la construcción de la propuesta, se identificaron tres componentes articuladores (estratégico, humano y operativo), que se emplearon para integrar los requisitos claves en materia de medición de hidrocarburos de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, aplicando la metodología de integración del estándar PAS 99. El componente estratégico, consideró los requisitos de las normas, los requerimientos de la empresa y las relaciones con las partes interesadas; el componente humano, consideró la cultura organizacional, las habilidades y conocimientos del personal; y, el componente operativo, consideró las actividades que se ejecutan en el proceso de medición (García & Cepeda, 2014).

4. RESULTADOS

4.1 Recolección de información

4.1.1 Correspondencia entre las normas

El análisis de la correspondencia de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017 indicó que son transversales y convergentes en las fases para el modelo del SIG del proceso de medición del volumen de los hidrocarburos. Por lo anterior, es posible hacer la planeación y desarrollo de manera integrada sobre el: control documental, control de registros, competencia del personal, auditorías internas, acciones correctivas y preventivas, recursos, así como la mejora continua de los sistemas de gestión en análisis. Así también, es posible que la alta dirección efectúe la revisión, análisis, seguimiento y evaluación de forma integrada.

Por consiguiente, se requiere disponer de una política dirigida a alcanzar los objetivos de cada uno de los sistemas de gestión.

En la Tabla 8, se presenta la correspondencia entre las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017 (IMNC, 2004; IMNC, 2016, IMNC, 2018).

Tabla 8. Correspondencia entre las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017.

ISO 9001:2015		ISO 17025:2017		ISO 10012:2003	
4	Contexto de la organización				
4.1	Comprensión de la organización y de su contexto	5.4.	Requisitos de estructura	4	Requisitos generales
4.2	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	4.1 4.2 7.9.2	<ul style="list-style-type: none"> • Imparcialidad • Confidencialidad • Manejo de quejas partes interesadas 	5.2 6.1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque al cliente • Competencia y formación– Responder a las necesidades identificadas
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de calidad	5.3. 5.6.	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos Estructura– Sistema de gestión • Requisitos Estructura– Personal 	4 6.3.1 7.2	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos generales • Equipo de medición • Proceso de medición
4.4	Sistema de gestión de calidad y sus procesos	5.6. 8.1.1 8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos Estructura – Personal • Sistema de gestión • Vinculación del sistema de gestión 	5.1 6.1 6.2 6.3	<ul style="list-style-type: none"> • Función metrológica • Recursos humanos – Documentación de las responsabilidades del personal • Recursos de información – Documentación y control de procedimientos, software y registros. • Recursos materiales – Documentación de procedimientos
5	Liderazgo				
5.1	Liderazgo y compromiso	8.2.3	Compromiso de la dirección con el sistema de gestión	5 5.1	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad de la dirección • Función metrológica
5.1.1	Liderazgo y compromiso para el sistema de gestión de calidad	8.2.3	Compromiso de la dirección con el sistema de gestión	5 5.1	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad de la dirección • Función metrológica
5.1.2	Enfoque al cliente	8.2.3	Compromiso de la dirección con el sistema de gestión	5.2	Enfoque al cliente

ISO 9001:2015		ISO 17025:2017		ISO 10012:2003	
5.2	Política	8.2.1 8.9.1	<ul style="list-style-type: none"> Documentación S.G – Políticas del sistema de gestión Revisión por la dirección– Política 	5.3 5.4	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos de calidad Revisión por la dirección
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	5.2 5.5 5.6 6.2.4 6.2.6	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de personal responsable Requisitos estructura– Organización Requisitos estructura– Personal Requisitos Recursos– Tareas y responsabilidades Requisitos Recursos– Actividades 	5 5.1	<ul style="list-style-type: none"> Responsabilidad de la dirección Función metroológica
6	Planificación				
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	4.1.4 4.1.5 8.5 8.7.1.e 8.9.2.m	<ul style="list-style-type: none"> Imparcialidad– Riesgos Imparcialidad– Capacidad para tratamiento de riesgos Acciones para abordar riesgos y oportunidades Acciones correctivas– Riesgos Revisión por la dirección–Identificación de riesgos 	8.2.4 8.4.2 8.4.3	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento del sistema de gestión de las mediciones Acción correctiva Acción preventiva
6.2	Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos	8.2.1 8.2.2 8.5.1b 8.9.1	<ul style="list-style-type: none"> Documentación S.G – Objetivos Documentación S.G – Objetivos Acciones para abordar Riesgos y oportunidades – Objetivos Revisión por la dirección – Objetivos 	5.3	Objetivos de la calidad
6.3	Planificación de los cambios	5.7. b 7.1.8 8.3.2. c 8.7.1. f 8.9.2. h	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos Estructura– Cambios S.G. Requisitos proceso – Cambios ofertas Control documentos S.G.– Identificación de cambios Acciones Correctivas– Cambios S.G. Revisión por la dirección– Cambios en tipo de trabajo y volumen 	5.4 6.4 7.1.3 8.3 8.4.2	<ul style="list-style-type: none"> Revisión por la dirección Proveedores externos– Productos suministrados externamente Control de ajustes del equipo Control de las no conformidades Acción correctiva
7	Apoyo (soporte)				
7.1	Recursos	5.6 6 7.1.1. b 7.2.1.6 8.9.2.1 8.9.3	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos estructura– Personal Requisitos relativos a los recursos Requisitos proceso– Recursos para requisitos Requisitos proceso– Recursos para desarrollo de métodos Revisión por la dirección– Adecuación de recursos Revisión por la dirección – Provisión de recursos 	6 6.1 6.2 6.3	<ul style="list-style-type: none"> Gestión de los recursos Recursos humanos Recursos de información Recursos materiales
7.1.2	Personas	5.5.b 6.2 7.2.1.6	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos Estructura– Autoridad, personal Requisitos Recursos– Personal Requisitos proceso– Asignación de personal 	6.1 6.1.1 6.1.2	<ul style="list-style-type: none"> Recursos humanos Responsabilidades del personal Competencia y formación
7.1.3	Infraestructura	6.3 6.4	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos Recursos– Instalaciones y condiciones ambientales Equipamiento 	6.3 6.3.1 6.3.2	<ul style="list-style-type: none"> Recursos materiales Equipo de medición Medio ambiente
7.1.4	Ambiente para la operación de los procesos	6.3	Requisitos Recursos– Instalaciones y condiciones ambientales	6.3.2 7.2.3	<ul style="list-style-type: none"> Medio ambiente Realización del proceso de medición
7.1.5	Seguimiento y medición de recursos	6.2.5. f 6.6.2. b 6.4 7.1.1. b 8.9.2. 8.9.3	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos Recursos– Seguimiento de competencia de personal Requisitos Recursos– Seguimiento de productos externos Requisitos recursos– Equipamiento Requisitos proceso– Recursos para requisitos Revisión dirección– Actividades de seguimiento. Revisión por la dirección– Provisión de recursos 	5.4 6 6.1 6.2 6.3	<ul style="list-style-type: none"> Revisión por la dirección Gestión de los recursos Recursos humanos Recursos de información Recursos materiales
7.1.5.2	Trazabilidad de las mediciones	6.5 Anexo A	<ul style="list-style-type: none"> Trazabilidad metroológica Trazabilidad metroológica 	7.3.2	Trazabilidad
7.2	Competencia	6.2.1 6.2.2 6.2.3 6.2.5	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos Recursos– Competencia de personal para S.G. Requisitos Recursos– Competencia de personal para funciones Requisitos Recursos– Aseguramiento de competencia de personal Requisitos Recursos– Procedimiento para determinar competencia 	6.1 6.1.2	<ul style="list-style-type: none"> Recursos humanos Competencia y formación
7.3	Toma de conciencia	4.1 4.2 5	<ul style="list-style-type: none"> Imparcialidad Confidencialidad. Requisitos de estructura 	5.4 6.1.2	<ul style="list-style-type: none"> Revisión por la dirección Competencia y formación
7.4	Comunicación	5.7. a 6.2.4 6.6.3 7.1.2 7.1.3 7.9.6	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos estructura– Comunicación eficacia S.G. Requisitos recursos– Comunicación Requisitos recursos– Comunicación proveedores externos Requisitos proceso– Comunicación con el cliente Requisitos proceso– Comunicación solicitudes Requisitos proceso– Comunicación quejas 	5	Responsabilidad de la dirección
7.5	Información documentada	5.5.c 6.2.2 6.2.5	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos estructura– Documentación 	6.2.1 6.2.3 7.1.3	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos Registros Control de ajustes del equipo

ISO 9001:2015		ISO 17025:2017		ISO 10012:2003	
		7.5 8.2 6.3.2 7.1.1 7.2.1	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos Recursos– Documentación del personal Requisitos recursos– Procedimientos Requisitos proceso– Registros técnicos Documentación del S.G. Instalaciones y condiciones ambientales– Documentar requisitos Requisitos del proceso– Documentación de requisitos Selección, verificación y validación de métodos– Métodos, procedimientos y documentación 	7.1.4 7.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Registros del proceso de confirmación metrológica Registros de los procesos de medición
7.5.1	Generalidades				
7.5.2	Creación y actualización	5.5.c 6.2.2	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos estructura– Documentación Requisitos Recursos– Documentación del personal 	5.1 6.1 6.2	<ul style="list-style-type: none"> Función metrológica Recursos humanos– Documentación de las responsabilidades del personal Recursos de información– Documentación y control de procedimientos, software y registros
7.5.3	Control de la información documentada	8.3 8.4	Control de documentos del S.G. Control de registros	7.1.3 7.1.4 7.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Control de ajustes del equipo Registros del proceso de confirmación metrológica Registros de los procesos de medición
8	Operación				
8.1	Planificación y control operacional	7.2.1.6 7.3.1 7.7.1 8.5.2	<ul style="list-style-type: none"> Selección y validación de métodos– Actividad planificada Muestreo– Planeación del método, control de factores Aseguramiento validez de los resultados– Planificación de seguimiento Requisitos S.G.– Planificación 	5.1 7.2	<ul style="list-style-type: none"> Función metrológica– Asegurar la conformidad del sistema de gestión de las mediciones Proceso de medición
8.2	Requisitos para los productos y servicios.	7.1 7.2 7.4 8	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso – Revisión solicitudes ofertas y contratos Requisitos proceso – Selección, verificación y validación de métodos. Requisitos proceso – Manipulación ítems de ensayo o calibración Requisitos del S.G. 	7.2.2 7.2.3 7.3	<ul style="list-style-type: none"> Diseño del proceso de medición Realización del proceso de medición Incertidumbre de la medición y trazabilidad
8.2.1	Comunicación con el cliente	7.1 7.1.2 7.1.3	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso– Revisión solicitudes ofertas y contratos Requisitos proceso– Comunicación con el cliente Requisitos proceso– Comunicación con el cliente 	5.2	Enfoque al cliente– Requisitos de medición del cliente
8.2.2	Determinación de los requisitos para los productos y servicios	7.1. 7.2.2.4 7.8.	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso– Revisión solicitudes ofertas y contratos Selección, verificación y validación de métodos– Especificación de requisitos Requisitos proceso– Resultados 	4.0 5.2 6.3.1 6.4	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos generales Enfoque al cliente– Requisitos de medición del cliente Equipo de medición– Requisitos metrológicos Proveedores externos– Requisitos para productos y servicios provistos por externos
8.2.3	Revisión de los requisitos para los productos y servicios	7.1 7.7	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso– Revisión solicitudes ofertas y contratos Requisitos proceso – Aseguramiento validez de los resultados 	4.0 5.2 7.1	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos generales Enfoque al cliente– Requisitos de medición del cliente Confirmación metrológica
8.3	Diseño y desarrollo de productos y servicios	7.2 7.6 7.7	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso– Selección, verificación y validación de métodos. Requisitos proceso– Evaluación incertidumbre de la medición Requisitos proceso– Aseguramiento validez de los resultados 	7.0 7.2.2	<ul style="list-style-type: none"> Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición Diseño del proceso de medición
8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente.	6.6	Productos y servicios suministrados externamente	6.1 6.4	<ul style="list-style-type: none"> Recursos humanos– Personal externo Proveedores externos– Productos y servicios externos
8.4.1	Generalidades				
8.4.2	Tipo y alcance del control	6.6	Productos y servicios suministrados externamente	6.1 6.4	<ul style="list-style-type: none"> Recursos humanos– Personal externo. Proveedores externos– Productos y servicios externos.
8.4.3	Información de los proveedores externos	6.6.3	Productos y servicios suministrados externamente– Competencia y actividades	6.1 6.4	<ul style="list-style-type: none"> Recursos humanos– Personal externo. Proveedores externos– Productos y servicios externos.
8.5	Producción y provisión del servicio	7.1 7.8	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso– Revisión solicitudes ofertas y contratos Requisitos proceso– Resultados 	7	Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición

ISO 9001:2015		ISO 17025:2017		ISO 10012:2003	
8.5.1	Control de la producción y de la provisión del servicio	5.3 6.5 6.6 6.2. 7.1.1 7.7	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos estructura– Alcance de las actividades Trazabilidad metrológica Requisitos recursos– Productos y servicios suministrados externamente. Requisitos recursos– Personal. Requisitos proceso– Cumplimiento requisitos del cliente Aseguramiento de la validez de los resultados 	6.4 7.2.2	<ul style="list-style-type: none"> Proveedores externos Diseño del proceso de medición
8.5.2	Identificación y trazabilidad	6.5 Anexo A	<ul style="list-style-type: none"> Trazabilidad metrológica Trazabilidad metrológica 	7.3.2	Trazabilidad
8.5.3	Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos	6.6	Productos y servicios suministrados externamente	6.3.2 6.3.1 6.4 7.2.2 7.2.3	<ul style="list-style-type: none"> Medio ambiente– Condiciones ambientales Equipo de medición– Requisitos metrológicos Proveedores externos– Requisitos para productos y servicios suministrados externamente Diseño del proceso de medición– Requisitos del cliente, legales, reglamentarios, metrológicos Realización del proceso de medición– Requisitos metrológicos
8.5.4	Preservación	6.3. 6.4.13 7.4.1	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones y condiciones ambientales Equipamiento– Conservación Manipulación de los ítems de ensayo y calibración– Conservación 	6.3.1 6.3.2	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de medición– Ambiente controlado Medio ambiente
8.5.5	Actividades posteriores a la entrega	7.1. 7.1.7	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos proceso– Revisión Requisitos del proceso– Seguimiento trabajo realizado 	5.4 8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Revisión por la dirección Seguimiento del sistema de gestión de las mediciones
8.5.6	Control de los cambios	5.7. b 7.2.2.2 7.8.8.1	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos de estructura– Planificación de cambios Selección y verificación de métodos– Determinar influencia de los cambios Informe de resultados– Identificación de cambios 	4 6.3.1 7.1.3	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos generales Equipo de medición– Control de cambios de características metrológicas Control de ajustes del equipo
8.6	Liberación de los productos y servicios	7.8	Informe de resultados	7	Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición
8.7	Control de salidas no conformes	7.10	Trabajo no conforme	8.3	Control de las no conformidades
9	Evaluación del desempeño				
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	7.6 7.7	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de la incertidumbre de medición Aseguramiento validez de los resultados 	8 8.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Análisis y mejora de gestión de las mediciones Seguimiento del sistema de las mediciones
9.1.1	Generalidades	7.2 7.6 7.7	<ul style="list-style-type: none"> Selección, verificación y validación de métodos Evaluación de la incertidumbre de la medición Aseguramiento de la validez de los resultados 	7.3 8.2	<ul style="list-style-type: none"> Incertidumbre de la medición y trazabilidad Auditoría y seguimiento
9.1.2	Satisfacción del cliente	8.6.2 7.1.7	<ul style="list-style-type: none"> Mejora– Clientes Requisitos del proceso– Atención de clientes 	8.2.2	Satisfacción del cliente
9.1.3	Análisis y evaluación	7.7.1 7.7.2 7.7.3 8.8.	<ul style="list-style-type: none"> Aseguramiento de la validez de los resultados– Seguimiento de los resultados Aseguramiento de la validez de los resultados– Seguimiento del desempeño Aseguramiento de la validez de los resultados– Análisis, control y mejora de actividades Auditoría interna– Análisis de cumplimiento de requisitos 	8.2.3 7.1	<ul style="list-style-type: none"> Auditoría del sistema de gestión de las mediciones Confirmación metrológica– Aseguramiento de las características metrológicas
9.2	Auditoría interna	8.8	Auditoría interna	8.2	Auditoría y seguimiento
9.3	Revisión por la dirección	8.9	Revisión por la dirección	5.4	Revisión por la dirección
10	Mejora				
10.1	Generalidades				
10.2	No conformidad y acción correctiva	7.9 7.10 8.7.	<ul style="list-style-type: none"> Quejas Trabajo No Conforme Acciones Correctivas 	8.3 8.4.2 8.4.3	<ul style="list-style-type: none"> Control de las no conformidades Acción correctiva Acción preventiva
10.3	Mejora continua	8.6. 8.9.1	<ul style="list-style-type: none"> Mejora Revisión por la dirección– Aseguramiento de eficacia S.G. 	8.4 5.1 5.4	<ul style="list-style-type: none"> Mejora Función metrológica Revisión por la dirección

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Comparativo de las propiedades de los sistemas

Los resultados del sistema CATWOE mostraron que los actores principales son: la organización, el proceso de medición y el laboratorio (ensayo o calibración), que fueron elementos básicos y esenciales para la construcción del SIG (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados del análisis CATWOE de las normas ISO 9001, ISO 17025 e ISO 10012.

Norma	Proceso	Cliente	Actor	Proceso de Transformación	Visión	Dueño	Limitaciones ambientales
ISO 9001	Gestión de la calidad en una organización	Cliente externo	La organización	Ejecución ordenada de los procesos de la organización, en apego a requisitos verificables de calidad	Calidad del producto o servicio	Alta dirección de la organización	Entorno-Nación-Industria
ISO 10012	Gestión de las mediciones	Proceso de realización de un producto	El proceso de medición	Ejecución ordenada de los procesos de medición (procedimientos, equipos, personas), en apego a requisitos verificables de calidad	Gestión adecuada del proceso de medición (procedimientos, equipos, personas)	Actores de la función responsable de la medición	La organización
ISO 17025	Competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración	Cliente dueño	El laboratorio (ensayo o calibración)	Ejecución ordenada de los procesos del laboratorio (ensayo o calibración), en apego a requisitos verificables de calidad	Competencia técnica demostrable del laboratorio (ensayo o calibración)	Alta dirección del laboratorio (ensayo o calibración)	El alcance del laboratorio (ensayo o calibración)

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Evaluación del diagnóstico de la empresa

4.2.1 Revisión sistema actual de la empresa

En la empresa estudiada predomina el tipo de organización funcional, ya que la estructura a nivel básico se encuentra dividida en áreas, asignando a cada una de ellas un conjunto de obligaciones y responsabilidades de la misma especialidad funcional, lo que ha permitido, generar una estrecha interdependencia entre las áreas que conforman la entidad, así como concentrar las habilidades en forma práctica y efectiva al orientar a las personas hacia una actividad específica. Debido a la importancia, ámbito o cobertura geográfica y el tamaño de la empresa, existen otros tipos de organización como son (DGPEP, 2020):

- *Organización por productos:* La agrupación de las áreas se da con base en los productos, proyectos, programas o procesos. En este sentido, se establecen roles y responsabilidades de cada unidad en función de los tipos de producto o de sus líneas y normalmente se desarrolla en áreas de producción y comercialización. Este tipo de organización está orientada al logro de los resultados subordinándolos a las metas básicas de costos, de productos, programas y utilidades.
- *Organización territorial:* La división de las unidades se da en términos de territorio o zonas, y su adopción deriva generalmente de la necesidad de ajustarse a las condiciones geográficas o locales para cumplir eficazmente con las funciones asignadas. Se fija la responsabilidad de cada unidad, para cada jurisdicción geográfica y se alienta a los responsables de las áreas a pensar en términos de éxito general de la unidad territorial.
- *Organización por cliente:* Se fija la responsabilidad de cada unidad para cada uno de los clientes en función de las necesidades específicas.
- *Organización por procesos:* Se basa en la agrupación de las unidades administrativas conforme al flujo de trabajo que transforman los insumos en productos finales que requieren los clientes.
- *Organización por grupos multidisciplinarios:* Donde un grupo de especialistas que se concentran en las estructuras organizacionales de las Gerencias de cada una de las Regiones, con diferentes competencias y distintos tipos de formación profesional, convergen juntos en tareas comunes para asegurar el cumplimiento de los objetivos institucionales.

Los representantes nacionales para la coordinación de las actividades en materia de medición y calidad de hidrocarburos son un subdirector operativo y comercial y, en el siguiente nivel un gerente de medición y balances. Con relación al caso de estudio, correspondiente a la Región Sur, se cuenta con un gerente regional de coordinación operativa, cuatro gerentes para la administración de Activos de Producción (centros de trabajo), así como un gerente de programación y evaluación. Así también, por cada centro de trabajo, se cuenta con un coordinador de operación y uno de mantenimiento, quienes cuentan con

ingenieros encargados de la administración metrológica, operación y mantenimiento, los cuales brindan apoyo a la ejecución del proceso metrológico (Figura 3).

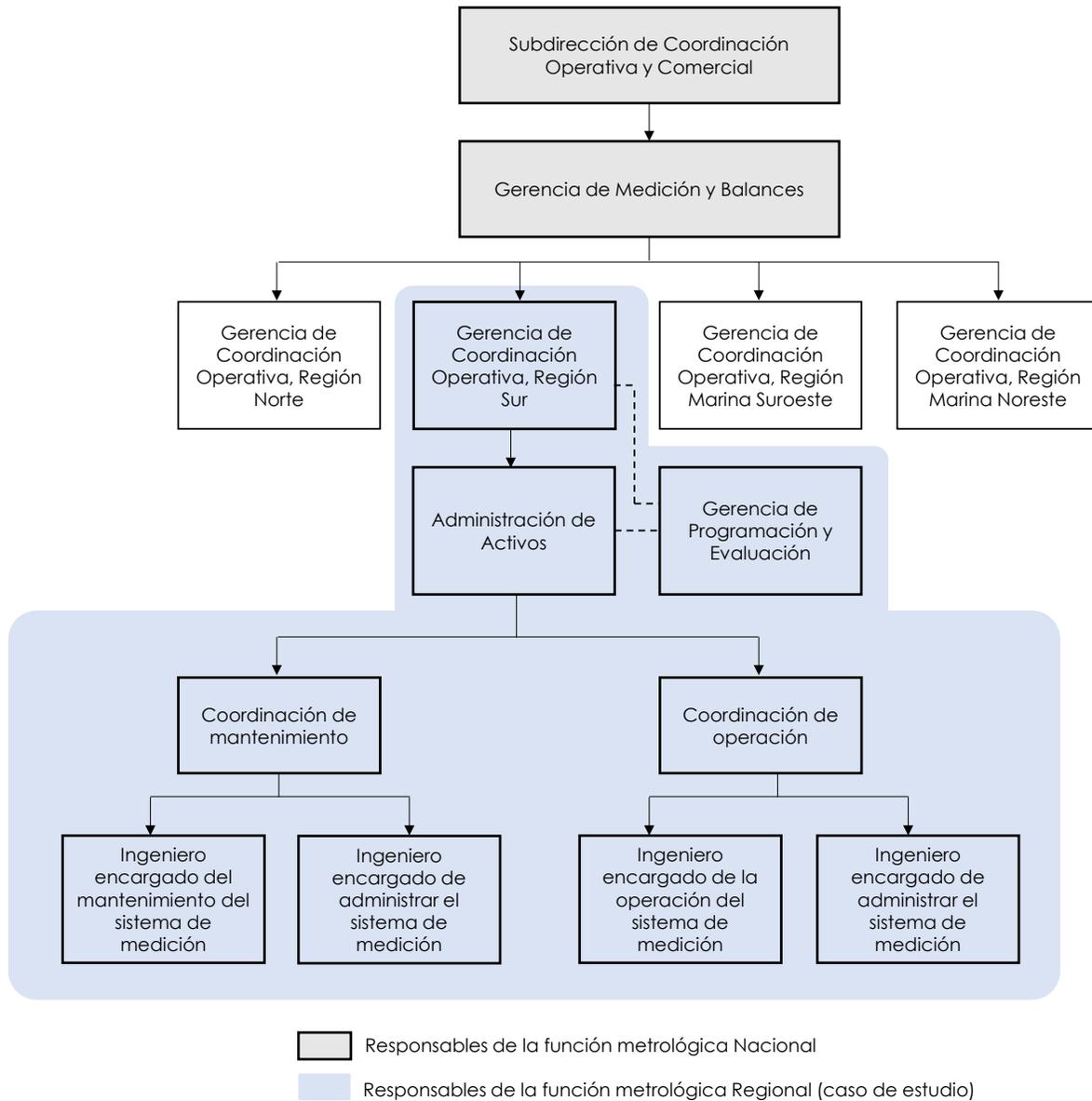


Figura 3. Estructura organizacional 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la revisión documental del Manual de Organización de la empresa, se identificaron las actividades de medición y calidad de hidrocarburos asignadas a las diferentes áreas, a continuación, se describen (DGPEP, 2020):

Por parte de la Gerencia de Coordinación Operativa:

- Implementar las estrategias de optimización de instalaciones (equipos), automatización y medición de hidrocarburos, así como evaluación de los resultados.
- Promover y evaluar la medición, aprovechamiento de gas y control de calidad de los hidrocarburos.
- Coordinar la implantación de la estrategia de medición de hidrocarburos Regional con base al Plan Rector de Medición de la empresa, en apego a las disposiciones establecidas por los entes rectores internos y externos.
- Coordinar las acciones necesarias para cumplir con los parámetros de calidad establecidos.
- Coordinar las certificaciones de los sistemas de medición de conformidad con los lineamientos técnicos establecidos, por los entes rectores internos y externos.
- Evaluar el cumplimiento de la aplicación de la normatividad de organismos reguladores en materia de medición y coordinar la atención de auditorías en esta materia.
- Coordinar en forma conjunta con los entes rectores, la evaluación del desempeño operativo de sistemas de almacenamiento, medición y calidad de hidrocarburos en los puntos de entrega y transferencia.

Por parte de la Gerencia de Programación y Evaluación:

- Desarrollar la planeación, dar seguimiento y evaluar la ejecución de proyectos, programas operativos e iniciativas estratégicas, así como plantear alternativas de mejora.
- Integrar, revisar, adecuar y proponer el portafolio y la cartera de proyectos.
- Participar en la programación, seguimiento, evaluación y control en materia de costos.

Por parte de la Administración de Activos:

- Implantar sistemas de medición, monitoreo, automatización y control para la explotación de hidrocarburos.
- Documentar y atender el cumplimiento regulatorio.

Por parte de las Coordinaciones de operación y mantenimiento:

- Elaborar los programas de actividades para definir y fortalecer la administración de los sistemas de medición de flujo de hidrocarburos en las diversas instalaciones del Activo, en apego a las disposiciones establecidas por los entes rectores internos y externos.
- Mantener actualizada la estrategia de medición de flujo y composición química de los hidrocarburos de acuerdo con las necesidades del cliente con las disposiciones establecidas por los entes rectores internos y externos.
- Implantar nuevas tecnologías, mejores prácticas y estándares de medición de hidrocarburos para su aplicación en los sistemas de medición del Activo, en coordinación con los entes rectores internos y externos.
- Mantener actualizado el censo de los sistemas de medición de hidrocarburos de acuerdo con las disposiciones establecidas por los entes rectores internos y externos.
- Administrar el funcionamiento de los laboratorios de fluidos del Activo.
- Actualizar y capacitar al personal en la operación y mantenimiento de los sistemas de medición.
- Atender las inconformidades técnicas de medición.
- Coordinar el programa de medición de pozos y corrientes de flujo de acuerdo con la normatividad establecida, por los entes rectores internos y externos.
- Realizar las pruebas de laboratorio y análisis de las propiedades de los fluidos producidos.
- Entregar los hidrocarburos medidos de acuerdo con la normatividad y especificaciones de calidad establecidas.
- Identificar con oportunidad las impurezas de los hidrocarburos para tomar las acciones operativas que reduzcan o mitiguen su impacto en la calidad de los fluidos entregados.
- Supervisar la correcta aplicación de las normas, políticas, lineamientos, acuerdos, métodos y procedimientos para la instalación, operación, mantenimiento y calibración de los sistemas de medición de flujo y

composición química de los hidrocarburos, en apego a las disposiciones establecidas por los entes rectores internos y externos.

- Validar los sistemas de medición en nuevos proyectos en la transferencia de hidrocarburos.
- Atender los requerimientos de los órganos reguladores en materia de medición de hidrocarburos.
- Realizar las reuniones de atención regulatoria y dar seguimiento a los acuerdos y compromisos establecidos.
- Coordinar las evaluaciones metrológicas a los sistemas de medición dando seguimiento a las observaciones y recomendaciones resultantes.
- Elaborar e implantar la estrategia de medición en los distintos puntos de interés que establece la normatividad en atención a los órganos reguladores.

4.2.2 Diagnóstico del estado actual del cumplimiento de requisitos

4.2.2.1. Revisión de los requisitos de la ISO 10012:2003

Se realizó una revisión del aseguramiento metrológico para los procesos de medición y calidad de hidrocarburos, donde se analizaron los requisitos de la norma ISO 10012: 2003, que debe cumplir la empresa para la implantación del sistema de gestión de las mediciones.

La metodología utilizada, para esta revisión se basó en una lista de verificación elaborada por Arias (2007) (Anexo A). Aquí se realizó un análisis e interpretación detallada del contenido de los requisitos de la norma ISO 10012: 2003. Esta metodología representa una herramienta para la continua revisión de la gestión metrológica en la empresa. Se realizaron reuniones de trabajo con el representante regional del área de cumplimiento regulatorio a nivel regional, para verificación de la información existente, con lo cual se dio respuesta a la lista de verificación. De las 75 preguntas realizadas se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de la revisión de los requisitos de la norma ISO 10012: 2003.

No.	Requisitos	No. de preguntas	Cumple	No cumple	Cumplimiento (%)
4	Requisitos generales	2	0	2	0.000
5	Responsabilidad de la dirección	10	3	7	30.000
5.1	Función metrológica	2	1	1	50.000
5.2	Enfoque al cliente	3	0	3	0.000
5.3	Objetivos de la calidad	1	1	0	100.000
5.4	Revisión por la dirección	4	1	3	25.000
6	Gestión de los recursos	23	2	21	8.696
6.1	Recursos humanos	5	1	4	20.000
6.2	Recursos de información	7	0	7	0.000
6.3	Recursos materiales	8	1	7	12.500
6.4	Proveedores externos	3	0	3	0.000
7	Confirmación Metrológica y realización de los procesos de medición	19	2	17	10.526
7.1	Confirmación Metrológica	9	0	9	0.000
7.2	Proceso de medición	5	1	4	20.000
7.3	Incertidumbre de la medición y trazabilidad	5	1	4	20.000
8	Análisis y Mejora del sistema de gestión de las mediciones	21	0	21	0.000
8.2	Auditoría y seguimiento	7	0	7	0.000
8.3	Control de las no conformidades	8	0	8	0.000
8.4	Mejora	6	0	6	0.000
	Total	75	7	68	9.333

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.1.1. Valoración cualitativa de los resultados de la herramienta para diagnóstico de la Norma ISO 10012:2003

El resultado de la revisión de los requisitos de la norma ISO 10012: 2003, indicó que solamente se cumple el 9.333 % de los requisitos, y los problemas que más se destacan son: los requisitos generales, responsabilidad de la dirección principalmente el enfoque a clientes, la gestión de los recursos particularmente los de información y los asociados a proveedores externos, así también el proceso de confirmación metrológica y los aspectos relacionados con el análisis y mejora del proceso de medición. Por lo anterior, se hace necesario dar atención y trabajar en la toma de acciones con el propósito de solucionar los aspectos más vulnerables, que no se cumplen. Las posibles causas de los problemas detectados durante el

diagnóstico realizado con la lista de verificación del cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 10012, presentada en el Anexo A, radica principalmente en los siguientes aspectos:

- La mayoría de la documentación se encuentra incompleta.
- Falta de capacitación teórico-práctica del personal involucrado en el proceso.
- No se cumple satisfactoriamente el plan de mantenimiento ni de calibración para los equipos de medición, y en algunos casos no se documenta.
- Los procedimientos para efectuar el sistema de aseguramiento metrológico no están establecidos ni documentados.
- Los departamentos dedicados al desarrollo de actividades del proceso de medición están incompletos.
- En varios casos, existe el desconocimiento de las funciones que debe realizar el responsable de la función metrológica.
- Existe la necesidad de instrumentos para el seguimiento y medición.
- Prevalece el desconocimiento acerca de la base normativa y regulatoria aplicable a la metrología y calidad.
- No existe el diseño de un sistema de gestión de las mediciones en ninguno de los centros de trabajo de la organización.

En este sentido, se puede resumir que la causa raíz de dichos problemas es la falta del diseño de un sistema de gestión de las mediciones, y a pesar de que se presentó información relevante durante el diagnóstico, se requiere mantener toda la documentación completa y actualizada como factor clave para atender los requisitos de la norma, y centrar los esfuerzos con el propósito de garantizar la calidad en el proceso de las mediciones, así como de los productos y servicios.

Considerando un plan de acción que permita dar solución y atender las no conformidades detectadas en el diagnóstico, a continuación, se describen algunas propuestas a considerar:

1. Mantener la verificación, control y seguimiento de funcionalidad de los equipos e instrumentos de medición de cada área de proceso (operacional, referencial, transferencia y fiscal).

2. Fortalecer el área de mantenimiento y reparación a equipos de medición para el desarrollo oportuno de las actividades por administración, o en su caso, contratar los servicios mínimos necesarios.
3. Desarrollar e implementar un programa de autoinspección para evaluar el Requisito 9.1 de la ISO 9001: 2015 "seguimiento, medición, análisis y evaluación".
4. Elaborar procedimientos normalizados de los equipos de medición y sus instrumentos, considerando las características metrológicas de los mismos.
5. Estructurar y ejecutar un plan para la reparación y mantenimiento preventivo de los equipos de medición en mal estado técnico en todas las áreas del proceso.
6. Documentar las tolerancias de las mediciones para la totalidad de los puntos de medición, así como los intervalos de calibración.
7. Difundir, poner a disposición y dar a conocer a todo el personal de la función metrológica, los documentos regulatorios y normativos en materia de metrología.
8. Elaborar procedimiento normalizado para el control de los equipos de medición y sus instrumentos, en cuanto a los siguientes aspectos:
 - Identificar eficazmente los elementos de medición (primarios, secundarios y terciarios).
 - Establecer las especificaciones y regulaciones para el traslado de un equipo o instrumento de un punto a otro.
 - Establecer cómo se realiza el proceso de compra y selección de los equipos, así como su seguimiento y medición y las responsabilidades dentro de este proceso.
 - Identificar correctamente los equipos de medición.
9. Efectuar la evaluación sistemática de proveedores que brinden servicios de verificación, diagnóstico y calibración, así como registrar los resultados y análisis de dicha evaluación.
10. Elaborar un procedimiento normalizado de operación para el cálculo de la incertidumbre asociada a las mediciones en todas las áreas en donde proceda, así como efectuar los registros de los cálculos.

11. Planificar y efectuar sistemáticamente auditorías al sistema de gestión de las mediciones.
12. Mantener actualizado el control de los equipos e instrumentos de todos los puntos de medición. En este sentido, no considerar los equipos que están dados de baja e incorporar las recientes adquisiciones o sustituciones de equipos e instrumentos.
13. Documentar las responsabilidades y autoridad de todo el personal involucrado con el sistema de gestión de las mediciones.
14. Establecer, documentar y mantener las condiciones ambientales requeridas para el funcionamiento eficiente de los procesos de medición en todos los puntos.
15. Elaborar y establecer procedimientos relacionados con auditorías, verificaciones y diagnósticos internos, para la atención del proceso y equipos de medición no conforme, así como para acciones correctivas y preventivas.
16. Garantizar y documentar que los registros relacionados con el sistema de gestión de las mediciones estén asegurados y correctamente almacenados.
17. Mantener registros de la formación profesional del personal de la función metrológica, incluyendo sus habilidades y experiencia en materia de metrología.
18. Valorar las necesidades y requerimientos de recursos humanos y financieros para el mantenimiento del sistema de gestión de las mediciones de acuerdo con lo establecido en la ISO 10012: 2003.
19. Elaborar y desarrollar programa de implantación del Sistema Internacional (SI) de unidades en todos los puntos de medición.
20. Elaborar procedimiento normalizado para la verificación de la validez de los resultados de las mediciones, incluyendo cuando se detecta una no conformidad del equipo de medición empleado o en el proceso.
21. Elaborar procedimiento para la validación de los programas informáticos institucionales, con la finalidad de corroborar su capacidad y actualización para las actividades de seguimiento y medición.

22. Definir, difundir, implementar y verificar el seguimiento de los objetivos de calidad referidos al sistema de gestión de las mediciones.
23. Precisar los equipos y procesos de medición que pertenecerán al sistema de gestión de las mediciones.
24. Desarrollar ciclo de conferencias, foros, así como seminarios de capacitación para el personal de la función metrológica, incluyendo la alta dirección, con el objetivo a incrementar el nivel de conocimientos en materia de metrología.
25. Diseñar un plan de capacitación global dirigido a todo el personal con función directa en la operación de los instrumentos de medición, en los que se aborden aspectos relacionados con los conceptos de instrumentos de medición, calibración, verificación, diagnóstico, manejo de sistemas y programas informáticos.
26. Elaborar procedimiento de análisis de datos, considerando la inclusión de la evaluación de la eficacia de las mediciones.
27. Delimitar el alcance y la extensión del sistema de gestión de las mediciones de la organización.

4.2.2.2 Revisión de los requisitos de las ISO 9001:2015

Para conocer el grado de cumplimiento de los requisitos señalados en la norma ISO 9001:2015, por la empresa en estudio, para la implantación del sistema de gestión de calidad, se integró una lista de verificación de la norma propuesta por Exova BM TRADA, la cual está basada totalmente en la norma ISO 9001:2015, misma que facilitó la comprensión y análisis de la información.

Se realizaron reuniones de trabajo con el representante regional del área de cumplimiento regulatorio, en donde se empleó la observación directa y revisión cuidadosa de la documentación, con lo que se dio respuesta a la lista de verificación.

En el Anexo B se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la herramienta de diagnóstico de forma desarrollada; no obstante, en la Tabla 11 se presentan los resultados de las 130 preguntas consultadas:

Tabla 11. Resultados de la revisión de los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

No.	Requisitos	No. de preguntas	Cumple	No cumple	Cumplimiento (%)
4	Contexto de la organización	9	0	9	0.000
4.1	Comprensión de la organización y de su contexto	2	0	2	0.000
4.2	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.	2	0	2	0.000
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de calidad.	3	0	3	0.000
4.4	Sistema de gestión de calidad y sus procesos	2	0	2	0.000
5	Liderazgo	14	1	13	7.143
5.1	Liderazgo y compromiso.	7	0	7	0.000
5.2	Política	4	0	4	0.000
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	3	1	2	33.333
6	Planificación	12	1	11	8.333
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	3	0	3	0.000
6.2	Objetivos de calidad y planificación para lograrlos	8	1	7	12.500
6.3	Planificación de los cambios	1	0	1	0.000
7	Apoyo	26	0	26	0.000
7.1	Recursos	11	0	11	0.000
7.2	Competencia	3	0	3	0.000
7.3	Toma de conciencia	1	0	1	0.000
7.4	Comunicación	2	0	2	0.000
7.5	Información documentada	9	0	9	0.000
8	Operación	52	8	44	15.385
8.1	Planificación y control operacional	4	0	4	0.000
8.2	Requisitos para los productos y servicios	7	1	6	14.286
8.3	Diseño y desarrollo de los productos y servicios	14	0	14	0.000
8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	9	4	5	44.444
8.5	Producción y provisión del servicio	12	2	10	16.667

No.	Requisitos	No. de preguntas	Cumple	No cumple	Cumplimiento (%)
8.6	Liberación de los productos y servicios	3	1	2	33.333
8.7	Control de salidas no conformes	3	0	3	0.000
9	Evaluación del desempeño	12	0	12	0.000
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	5	0	5	0.000
9.2	Auditoría interna	3	0	3	0.000
9.3	Revisión por la dirección	4	0	4	0.000
10	Mejora	5	0	5	0.000
10.1	Generalidades	1	0	1	0.000
10.2	No conformidad y acción correctivas	3	0	3	0.000
10.3	Mejora continua	1	0	1	0.000
Total		130	10	120	7.692

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2.1 Valoración cualitativa de los resultados de la herramienta para diagnóstico de la Norma ISO 9001:2015

El resultado de la revisión de los requisitos de la norma ISO 9001: 2015, indicó que solamente se cumple el 7.692 %, y entre los problemas más destacados se encontró que la organización no cuenta con un sistema de gestión de calidad.

Asimismo, manifestó la falta de herramientas para la identificación y el tratamiento de factores internos y externos, mismos que pueden afectar de manera negativa o positiva el logro de los objetivos institucionales. Así también, no se efectúa el reconocimiento de las partes interesadas mediante la documentación ni la satisfacción de los clientes, únicamente se enfoca en la identificación de los clientes.

Por otro lado, se evidenció que no se realizan las gestiones para comprender el contexto, ni las expectativas y necesidades de los grupos de interés, no se hace el uso de herramientas que permitan analizar su contexto. Se cuenta con objetivos de calidad, más no de una política de calidad, únicamente una política integral asociada a la dirección estratégica de la empresa. Sin embargo, la disponibilidad

de los objetivos de calidad y de su política no es conocida por todos los colaboradores. Por otro lado, el seguimiento de los objetivos no se realiza y los colaboradores se limitan únicamente a saber de la existencia de estos.

Adicionalmente, se evidenciaron acciones limitadas para la adopción de una efectiva gestión por procesos; por ejemplo, la empresa no ha provisionado los recursos para su total y eficaz implementación; así como, control e inspección elemental continua de los procesos que permitan conseguir los resultados establecidos en la política integral de la empresa. De forma similar, la alta dirección no presenta una postura de pensamiento basado en riesgos, como resultado de no disponer de un análisis de su contexto, lo cual no facilita formular los planes de toma de acciones para prevenir, reducir o eliminar efectos no deseados.

Es importante que las organizaciones cuenten con los recursos necesarios para ejecutar sus proyectos y brindar servicios conforme a los requisitos y especificaciones solicitadas por los clientes. En este sentido, la organización no realiza la determinación ni asignación de recursos para un sistema de gestión de la calidad, y haciendo referencia al recurso humano, no se cuenta con la definición de los colaboradores responsables para garantizar una efectiva operación y control del sistema. Con relación a la toma de conciencia, se determinó que la mayoría de los colaboradores se enfoca más a la ejecución de las actividades, dejando en segundo plano las acciones encaminadas a cumplir las intenciones primordiales de la empresa (política y objetivos), esto a causa del manejo de la comunicación interna.

Para los proyectos realizados, se tiene en cuenta el asignar a los colaboradores con la mayor experiencia; sin embargo, no para todos los procesos se garantiza dicha asignación. Y a pesar de que la empresa realiza sus proyectos de forma especializada con sus clientes, el proceso empleado en el diseño y desarrollo de los servicios no es formal, ya que no se dispone de tareas concretas que permitan establecer una secuencia sistemática, no existen: controles, verificaciones y

responsables para este proceso, que permitan valorar pertinentemente la satisfacción de los clientes.

Para la prestación de servicios o suministros a través de contratos, antes de comprometerse, se realiza la revisión de los requisitos y especificaciones y la documentación técnica pertinente, en un ejercicio de comunicación con el cliente, efectuándolo de forma eficaz y formal, buscando el cumplimiento de los objetivos establecidos en el contrato y durante la vigencia de este. De ser requerido, se realizan modificaciones oportunas, manifestadas por los clientes, así también, toda propiedad asociada con el cliente se maneja en función de principios de confidencialidad de la información. A pesar de que la empresa cuenta con servicios externos importantes, que permiten en gran medida el mejoramiento de su desempeño, y quienes tienen relevante influencia en la entrega de resultados, no se realiza el control y seguimiento de forma consistente y sistemática, sólo se limita a la verificación de los requisitos establecidos en el contrato, principalmente los de entrega oportuna y revisión de informes.

Para el aprovisionamiento de los servicios, la empresa precisa las actividades a desempeñar, así como, de los objetivos a cumplir; no obstante, no se efectúa el seguimiento y revisión durante y después de la prestación de estos, a objeto de garantizar su conformidad, no se realiza de forma consistente la pertinencia de los recursos que se invirtieron para la ejecución de los servicios, las actividades para verificación la conformidad de los servicios no son formales y la empresa no tiene evidencias de las acciones realizadas, y no se cuenta con procedimiento documentado para las salidas no conformes, que involucre correcciones oportunas o suspensión de los servicios, así como el tratamiento de cambios presentados.

Relativo a la evaluación del desempeño, la empresa no evalúa la satisfacción de sus clientes cuando los servicios prestados concluyen; únicamente se da seguimiento, pero este no es sistemático, y no existe evidencia documentada de la aplicación de herramientas para su medición. En este sentido, los métodos que

la empresa emplea para efectuar el seguimiento a la satisfacción de los clientes, es a través de reuniones, visitas, así como informes de resultados.

Asimismo, y de acuerdo con los resultados de las fuentes de información primaria de este diagnóstico, se evidenció la falta de programas y planes de auditoría en la organización; en este sentido, la línea base para ejecutar acciones correctivas es nula, manifestando un proceso de mejora continua restringido y comprometido.

Por su parte, el proceso de revisión por la alta dirección es ocasional e informal, y está dirigido prácticamente al análisis de participación en licitaciones, dimitiendo el estudio de su estrategia en una segunda plana, de modo que la revisión de sus objetivos y política tampoco se efectúa, que en suma deja escasas oportunidades de mejora y acciones tomadas enfocadas únicamente en lograr nuevos proyectos.

Con relación a la mejora, la empresa no cuenta con un procedimiento formal establecido, y esta identifica diferentes oportunidades de mejora, entre ellas, la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad que le permita adelantar acciones para la prestación de sus servicios de manera eficiente, conforme con los requerimientos y necesidades de la empresa y las partes interesadas. Para lo anterior, se requiere instaurar una estructura organizada y controlada a través de la estandarización de procesos como la columna que le permita conseguir mejora y progreso continuo, que reduzca la generación y reproducción de efectos no deseados, entre ellos, la baja planeación y la gestión deficiente que presenta mediante la limitada documentación de sus procesos. Por otra parte, la atención de las no conformidades se realiza de manera correctiva, prácticamente su gestión está orientada en dar pronta solución y no en identificar la causa raíz de la no conformidad, lo cual limita, compromete y dificulta un análisis posterior. Adicionalmente, las acciones que se desarrollan son informales y no se documentan.

4.2.2.3 Revisión de los requisitos de las ISO 17025:2017

Se analizaron los requisitos de la norma ISO 17025: 2017, para la valoración de la competencia, imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios de la empresa del caso de estudio.

La metodología empleada en esta revisión se basó en una lista de verificación elaborada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) (Anexo C), la cual está basada totalmente en la norma ISO 17025: 2017, para lo cual, se realizó entrevista mediante una reunión de trabajo con el representante regional del área de cumplimiento regulatorio y el personal técnico de los diferentes laboratorios de la organización, en donde se revisaron los documentos que justifican y validan el sistema de gestión de calidad.

Las preguntas establecidas en el cuestionario de evaluación de cumplimiento están agrupadas por secciones, en orden equivalente a la estructura de la norma, y permite verificar cómo se encuentra el sistema y su diligenciamiento y observaciones, los cuales se consideraron adecuados a efectos de evaluación. De las 79 preguntas efectuadas se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la revisión de los requisitos de la norma ISO 17025:2017.

No.	Requisitos	No. de preguntas	Cumple	No cumple	Cumplimiento (%)
4	Requisitos generales	3	1	2	33.333
4.1	Imparcialidad	1	0	1	0.000
4.2	Confidencialidad	2	1	1	50.000
5	Requisitos estructurales	12	3	9	25.000
6	Requisitos relativos a los recursos	23	7	16	30.435
6.1	Generalidades	1	1	0	100.000
6.2	Personal	4	0	4	0.000
6.3	Instalaciones y condiciones ambientales	5	0	5	0.000
6.4	Equipamiento	4	1	3	25.000
6.5	Trazabilidad metrológica	1	0	1	0.000
6.6	Productos y servicios suministrados externamente	8	5	3	62.500
7	Requisitos del proceso	29	7	22	24.138

No.	Requisitos	No. de preguntas	Cumple	No cumple	Cumplimiento (%)
7.1	Revisión de solicitudes, ofertas y contratos	3	1	2	33.333
7.2	Selección, verificación y validación de métodos	4	0	4	0.000
7.3	Muestreo	4	0	4	0.000
7.4	Manipulación de los ítems de ensayo o calibración	2	1	1	50.000
7.5	Registros técnicos	2	1	1	50.000
7.6	Evaluación de la incertidumbre de medición	2	0	2	0.000
7.7	Aseguramiento de la validez de los resultados	3	0	3	0.000
7.8	Informe de resultados	2	2	0	100.000
7.9	Quejas	2	0	2	0.000
7.10	Trabajo no conforme	3	0	3	0.000
7.11	Control de los datos y gestión de la información	2	2	0	100.000
8	Requisitos del sistema de gestión	12	3	9	25.000
8.1	Opciones	1	0	1	0.000
8.2	Documentación del sistema de gestión	1	0	1	0.000
8.3	Control de documentos del sistema de gestión	2	2	0	100.000
8.4	Control de registros	1	1	0	100.000
8.5	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	1	0	1	0.000
8.6	Mejora	1	0	1	0.000
8.7	Acciones correctivas	1	0	1	0.000
8.8	Auditorías internas	3	0	3	0.000
8.9	Revisiones por la dirección	1	0	1	0.000
Total		79	21	58	26.582

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3.1 Valoración cualitativa de los resultados de la herramienta para diagnóstico de la Norma 17025:2017

El resultado del diagnóstico del cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025:2017, mostró que solamente se cumple el 26.582 % de los requisitos. Por otro lado, con la finalidad de presentar de forma cualitativa la situación actual generalizada para los laboratorios de la empresa, con base a los requisitos de la norma en comento, a continuación, se mencionan los ámbitos y problemas más sobresalientes para facilitar la comprensión e interpretación de la situación real, así también se mencionan las oportunidades que pueden desarrollar estrategias para un sistema de gestión de calidad:

En cuanto a la organización, los laboratorios presentan identidad legal establecida, en la cual se exponen las funciones y facultades para su operación, y su correspondiente estructura organizativa, establecidas en un manual de puestos y funciones institucional. Sin embargo, ningún laboratorio cuenta con manual de calidad en el que se declare la estructura de éste, así como las responsabilidades del personal directivo y para la mejora. Asimismo, los laboratorios no disponen de un proceso documentado para la gestión de riesgos; es decir, para identificar y atender riesgos, por lo cual se debe robustecer su capacidad para demostrar cómo evitar, eliminar o minimizar estos, lo cual es preponderante para establecer una mayor dirección de la planificación de acciones para tratar riesgos y que esté orientada al desempeño.

No se cuenta con un sistema de gestión de calidad, ni un manual o estructura documental como inicio de su funcionamiento, orientado al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 17025:2017, en el cual se definan políticas y una adecuada estructura documental que considere: procedimientos, manuales, guías, así como las herramientas para el cumplimiento de este sistema. Por lo anterior, las actividades de control documental no son dirigidas, coordinadas, ni son sistemáticas en los laboratorios, conforme a lo establecido en la norma ISO 9001.

Por otro lado, existen procedimientos documentados para la selección y contratación de servicios, suministros, y para la selección de proveedores. Con relación a las quejas y trabajo no conforme, no se cuenta con procedimiento ni las herramientas requeridas para el tratamiento y documentación de los resultados no conformes. En consecuencia, si se recibe una queja o reclamo, no se dispone del procedimiento formal para canalizar, e informar a las áreas y departamentos involucrados para realizar investigación y toma de acciones inmediatas, y no se cuenta con histórico de quejas de sus clientes. Asimismo, no se ha implementado la mejora continua, en este sentido, para las investigaciones fuera de especificación y el registro de las actividades para su análisis. Al respecto, los laboratorios cuentan con un procedimiento para manejo de acciones correctivas ni preventivas, y no se determinan ni se identifican sistemáticamente acciones correctivas como resultados de actividades o trabajos no conformes. Por lo anterior, se manifestó la falta de sensibilización sobre la importancia de establecer acciones correctivas y preventivas cuando se presenten productos o servicios no conformes.

Así también, y derivado a que no se cuenta con un sistema de gestión de calidad no se han determinado los mecanismos para conseguir la información de retroalimentación de los clientes, para recopilación de información.

Con relación a los registros técnicos, los laboratorios conservan los registros originales, para asegurar la trazabilidad de las muestras y las actividades de análisis realizados; y realizan el resguardo de estos, en cuanto a protección de integridad de los datos y su confidencialidad.

Por otro lado, no se cuenta con un procedimiento de auditorías internas, y no se cuenta con la revisión periódica de la alta dirección, en la cual puedan establecerse programas de acciones que permitan el fortalecimiento y mejora de los laboratorios, y su sistemático seguimiento.

Así también, se demostró que el personal tiene contrato permanente pero no se cuenta con expediente actualizado; para algunos casos el perfil de los colaboradores, no es el adecuado para el desempeño de cada una de las actividades; no se realiza un proceso de inducción y no existe un procedimiento para este, ni para la evaluación, así como para el monitoreo del desempeño del personal, que den pauta a detectar las necesidades de formación y adiestramiento conforme a las valoraciones de su desempeño para establecimiento de un plan de capacitación.

Los laboratorios cuentan con instalaciones e infraestructura para el desarrollo de actividades de análisis; sin embargo, no se realiza el monitoreo sistemático de las variaciones de determinadas condiciones, entre ellas: temperatura y humedad relativa, iluminación, entre otras condiciones ambientales.

Los laboratorios no realizan procedimientos de calibración interna, estas son contratadas con un proveedor experto quien realiza dichas actividades, y no disponen de un procedimiento para estimación de la incertidumbre de la medición para calibraciones, por lo que no se ha considerado la relevancia de la contribución de la incertidumbre de calibración de los equipos.

Con relación a los equipos y materiales de referencia, requeridos para el desarrollo de los análisis, de acuerdo con los procedimientos implementados, no se encuentran bien identificados ni calibrados. A pesar de disponer de los programas de calibración, para los equipos de medición, esta no se realiza con la frecuencia pertinente y no se asegura la trazabilidad de los patrones empleados por el proveedor, adicionalmente no se ejecutan verificaciones sistemáticas de funcionamientos para los equipos empleando materiales de referencia, y no se documenta un registro de las condiciones del funcionamiento de los equipos e instrumentos. Por otro lado, para los equipos que necesitan de calibración, se tienen identificados dichos requerimientos, y la fecha de su última calibración. En referencia a la manipulación de los ítems, se asegura de que estos no se confundan físicamente en sus registros y documentos; sin embargo, no se cuenta con un

procedimiento de recepción hasta su disposición final, y no se dispone de un procedimiento para el manejo de los residuos.

Con referencia a la información antes descrita, y a manera de establecer un plan de acción que permita atender las necesidades observadas en el diagnóstico, a continuación, se describen las siguientes recomendaciones a considerar:

1. Implementar la norma ISO 17025 en los laboratorios.
2. Elaborar y formalizar procedimientos y políticas que garanticen la independencia e imparcialidad de los resultados.
3. Elaborar un manual de calidad en los laboratorios.
4. Generar y documentar la evidencia de las actividades realizadas, en función de un mecanismo establecido.
5. Establecer los canales de comunicación.
6. Elaborar, formalizar e implementar un procedimiento para el control de documentos y de registros.
7. Registrar sistemáticamente los acuerdos con los clientes.
8. Fortalecer la inspección de los suministros comprados y servicios prestados.
9. Elaborar y formalizar un procedimiento de quejas y reclamos.
10. Elaborar un procedimiento para ensayos no conformes.
11. Elaborar y formalizar un procedimiento de auditorías internas, en el cual se consideren criterios para auditorías adicionales.
12. Establecer un programa para revisiones por la dirección, gerencia y líneas de mando.
13. Dar tratamiento a los diferentes factores para conocer la influencia en los análisis realizados.
14. Elaborar y ejecutar un plan de capacitación a los colaboradores del laboratorio.
15. Analizar y actualizar los perfiles de puestos.
16. Establecer un procedimiento para el seguimiento de las condiciones ambientales.
17. Definir un mecanismo para el control de acceso al laboratorio.

18. Elaborar y formalizar un procedimiento para estimar la incertidumbre de los resultados de ensayos.
19. Contar con guías de uso rápido de acuerdo con el fabricante, o instrucciones de los equipos.
20. Establecer mecanismos para identificar los equipos que requieran calibración o verificación, así como para controlar los que se encuentren fuera de control.
21. Comprobar si el programa de calibraciones y de mantenimiento es el adecuado para la totalidad de los equipos, instrumentos y materiales.
22. Establecer un mecanismo para determinar cuándo el nivel de incertidumbre de los diferentes equipos es adecuado o no para su operación.

4.2.3 Diagnóstico del cumplimiento del proceso de medición y comprensión de las normas

Para evaluar el nivel de cumplimiento del proceso de gestión de medición del volumen de hidrocarburos, así como la comprensión y conocimiento de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017 por parte de los colaboradores, como primer paso se elaboró la encuesta, posteriormente se aplicó dicho instrumento a una muestra de 15 especialistas técnicos del área operativa y de mantenimiento, de los cuatro Centros de Trabajo de la empresa. En tercer lugar, se realizó el análisis de los datos obtenidos a través del instrumento. Finalmente, se realizó la evaluación e interpretación de los resultados obtenidos.

La selección del número de colaboradores a quienes se aplicó la encuesta en el proceso investigativo se determinó usando los métodos estadísticos antes mencionados; utilizando la ecuación 1 para el cálculo del tamaño de la muestra ($p=0.5$, $q=0.5$, $e=0.05$, $K=1.28$, $N=17$), cumpliendo el objetivo del 80% de confiabilidad de la muestra a evaluar (Jiménez et al., 2018). Por lo que, a través de estos colaboradores se generó la información para ejecutar el análisis y resultados de la investigación.

4.2.3.1 Encuesta

Fue necesario realizar una investigación exploratoria, la cual persigue la aproximación a un entorno o un problema, así como la identificación de posibles recorridos de acción (Grande & Abascal, 2014). De esta forma, y por el carácter exploratorio de esta investigación, se colectaron de la encuesta los resultados obtenidos; por lo que, para medir los aspectos cuantitativos se empleó una encuesta conformada por 23 preguntas (Tabla 13). Lo anterior, con la finalidad de medir el grado de conocimiento y comprensión del personal de la función metrológica de la empresa, usualmente conocida como escala de medición de actitudes.

Tabla 13. Lista de preguntas realizadas en encuesta.

ID del ítem	Descripción
P1	¿Cómo valora la frecuencia en que se destinan inversiones mínimas necesarias para las necesidades de metrología en su Centro de Trabajo?
P2	Como responsable de la gestión de la medición en su Centro de Trabajo, ¿Cómo valora la frecuencia de su asistencia a los eventos de calibración?
P3	¿Qué nivel de dominio tiene usted para operar la Bitácora Electrónica para la Gestión de la Medición?
P4	¿Cómo valora la frecuencia en la cual su línea de mando revisa con usted el proceso de Gestión de la medición?
P5	¿Cómo valora sus conocimientos en metrología de flujo y calidad de hidrocarburos?
P6	¿Cómo valora sus conocimientos del vocabulario metrológico?
P7	Su comprensión de la norma NOM-008-SCFI-2002 (Sistema General de Unidades de Medida) es:
P8	Su comprensión de la norma NMX-CC-IMNC-10012-2004 (Sistemas de gestión de las mediciones - Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición) es:
P9	Su comprensión de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración) es:
P10	Su comprensión de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2015 (Sistemas de Gestión de calidad-Requisitos) es:
P11	¿Cómo considera la frecuencia con que usted realiza estimaciones de incertidumbre?
P12	¿Cómo considera la frecuencia con que usted realiza la estadística aplicada a los sistemas de medición? Cartas de control, periodos de calibración, índices de capacidad, certificados de calibración, etcétera.
P13	¿Cómo valora su nivel de comprensión de las políticas y lineamientos en materia de medición y balances de su empresa?
P14	¿Cómo valora su nivel de comprensión de los lineamientos técnicos en materia de medición de hidrocarburos, emitidos por la Comisión Nacional de Hidrocarburos?
P15	¿Cómo valora su nivel de comprensión de las disposiciones de carácter general en materia de medición, emitidos por la comisión reguladora de energía?

ID del ítem	Descripción
P16	¿Cómo valora su manejo y aplicación de los estándares ISO, API y AGA? relacionadas con la medición estática y dinámica, sistemas de prueba, sistemas de calidad y cálculo de cantidades.
P17	¿Cómo considera la suficiencia de personal dedicado para la actividad de la gestión de la medición en su Centro de trabajo?
P18	En su Centro de Trabajo, ¿de qué forma se determinan los riesgos y las oportunidades necesarios para garantizar la seguridad de que la gestión de la medición pueda lograr el (los) resultado(s) planeado(s)?
P19	¿De qué forma se asegura de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente (subcontratados) en materia de medición y calidad cumplan con los requisitos especificados?
P20	¿Cómo considera la ejecución del(los) programa(s) de auditorías de gestión de la medición en su Centro de Trabajo?
P21	En su Centro de Trabajo, se mantienen actualizados los registros necesarios de los equipos de medida y ensayo, software, equipos auxiliares, patrones, materiales de referencia y material fungible, de forma:
P22	¿Cómo considera la difusión de los resultados de las auditorías en materia de medición y calidad a las partes interesadas?
P23	¿Cómo valora su capacitación en la gestión de medición de hidrocarburos?

Fuente: Elaboración propia.

A los colaboradores encuestados, se les solicitó información sobre: conocimiento en metrología, regulatorio y normativo, comprensión de sistemas de gestión, desempeño de la función, capacitación, dominio de plataformas para la administración metrológica, involucramiento de la línea de mando, manejo de estándares relacionados con la medición, partes interesadas, programas de trabajo, riesgo, equipo de trabajo, presupuesto y servicios externos (Tabla 13); lo anterior, para definir a partir del análisis de los resultados el estado actual del equipo de trabajo y con ello definir el plan de acción, el cual deberá centrarse en la optimización del uso de los recursos a través de un mejoramiento continuo.

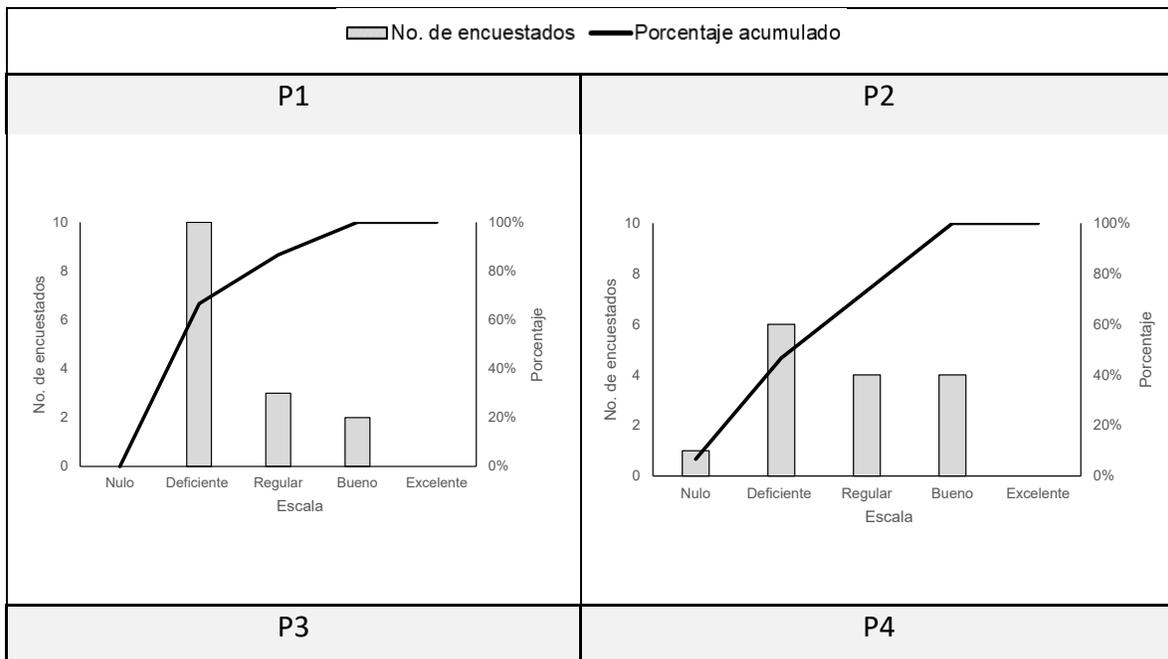
La encuesta se estructuró con 23 preguntas politómicas, tipo cerrado con escala Likert de cinco alternativas de respuestas: 1. Excelente, 2. Bueno, 3. Regular, 4. Deficiente y 5. Nulo (Tuapanta et al., 2017). Los resultados de la encuesta aplicada a los 15 colaboradores se presentan en la Tabla 14 y su representación gráfica en la Tabla 15.

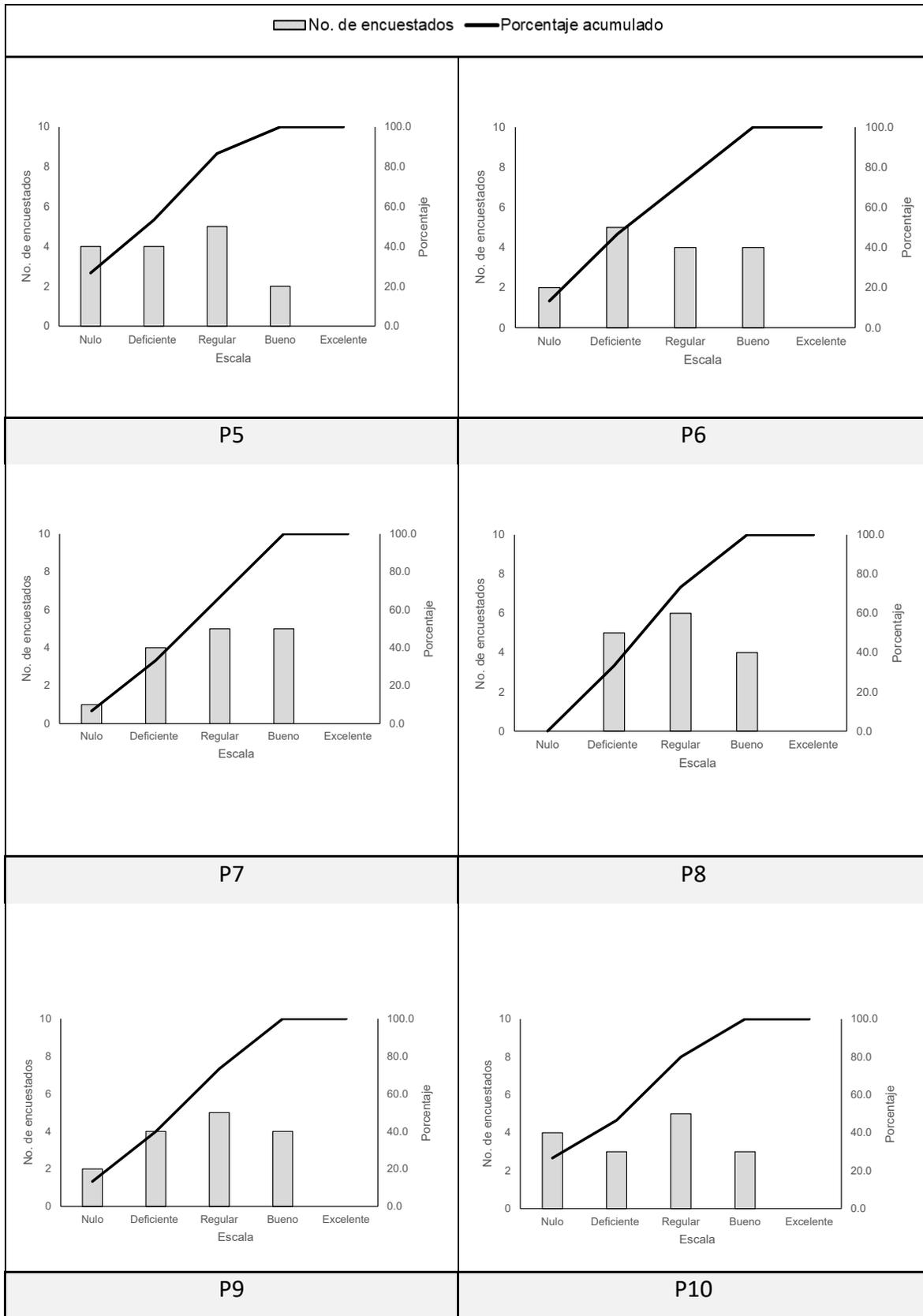
Tabla 14. Valoración de las variables resultantes de la encuesta.

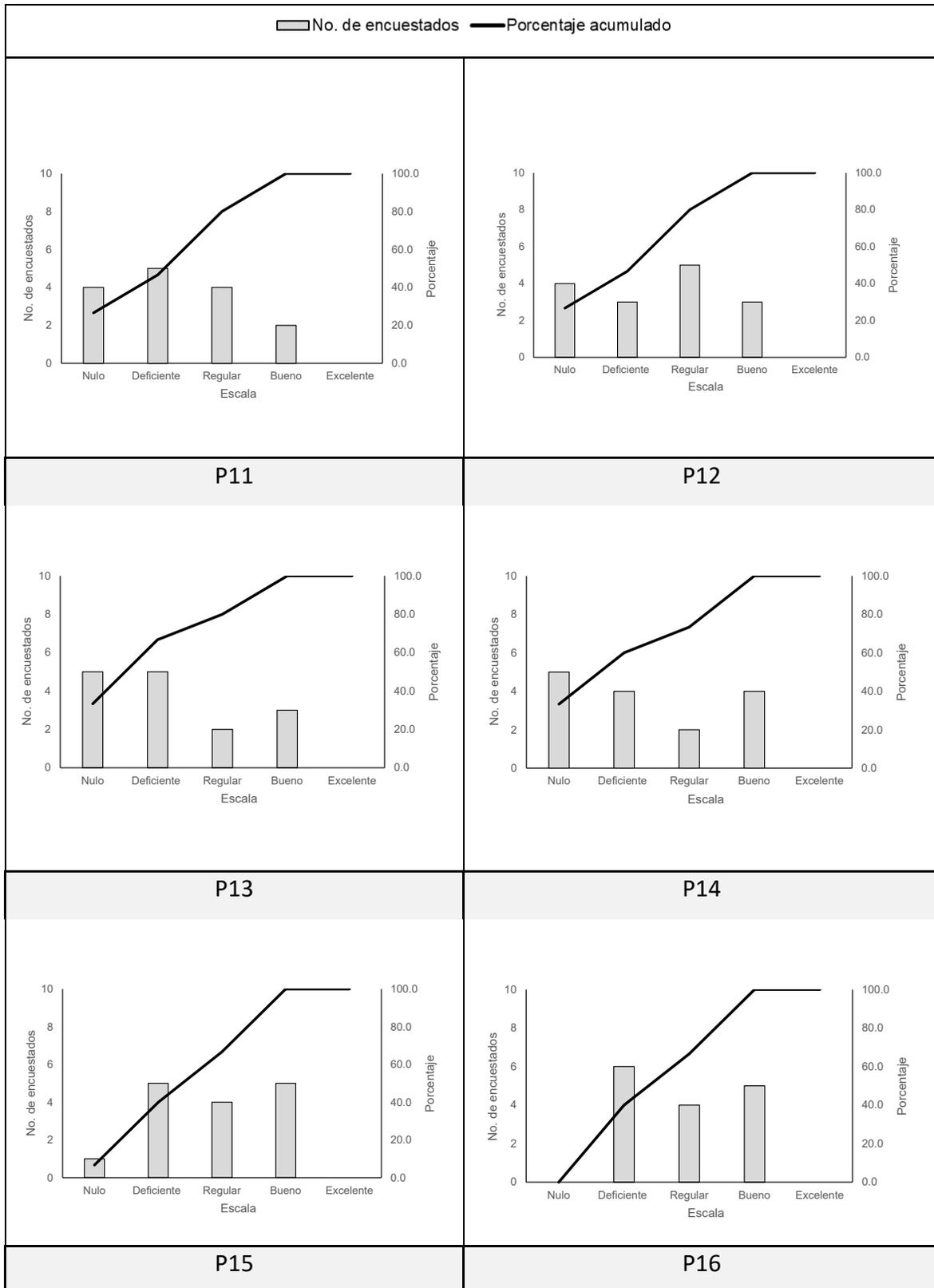
ID del ítem	Encuestados (E)														
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
P1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	4	4
P2	1	2	2	4	3	3	4	4	2	2	2	2	3	4	3
P3	1	4	2	3	1	3	3	2	1	1	3	3	2	4	2
P4	1	4	1	3	4	2	3	2	2	2	2	3	4	4	3
P5	2	3	2	3	4	4	4	3	3	1	2	2	3	4	4
P6	2	3	2	4	3	4	4	3	3	2	3	2	2	4	3
P7	2	4	2	3	3	4	3	2	1	1	2	3	3	4	4
P8	1	3	1	4	2	4	3	3	1	1	2	2	3	4	3
P9	1	2	1	3	2	4	3	3	1	1	2	2	2	4	3
P10	1	2	1	4	2	4	3	3	1	1	3	2	3	4	3
P11	1	4	2	3	1	2	4	2	1	1	2	2	1	4	3
P12	1	4	1	4	1	2	4	2	1	1	2	2	3	4	3
P13	2	4	2	4	4	3	3	2	2	1	2	4	4	3	3
P14	2	4	2	4	4	3	3	2	2	2	2	3	4	4	3
P15	2	3	1	3	4	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
P16	1	3	2	3	3	3	3	3	2	1	2	2	2	4	3
P17	2	3	2	2	4	1	4	2	2	1	3	2	4	4	3
P18	2	3	3	2	4	2	4	2	2	2	3	3	4	4	3
P19	2	3	3	4	4	2	4	4	2	2	3	4	4	4	3
P20	3	3	2	3	4	2	4	4	2	2	2	3	3	4	4
P21	2	2	3	3	3	2	4	2	2	1	2	2	3	4	4
P22	2	3	3	3	5	3	3	2	2	2	4	3	4	4	4
P23	2	2	1	2	3	3	4	2	2	1	2	2	2	4	4

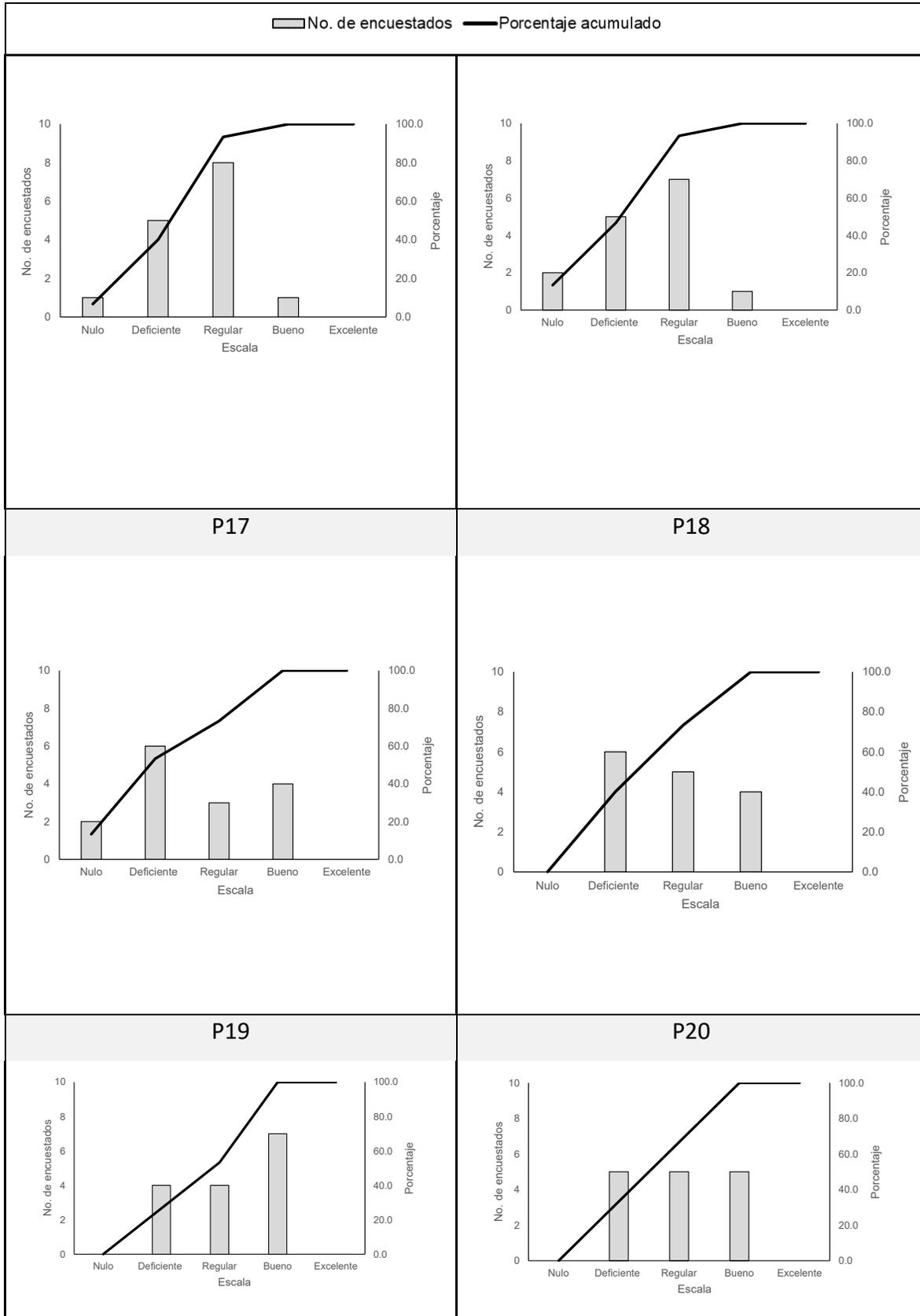
Fuente: Elaboración propia.

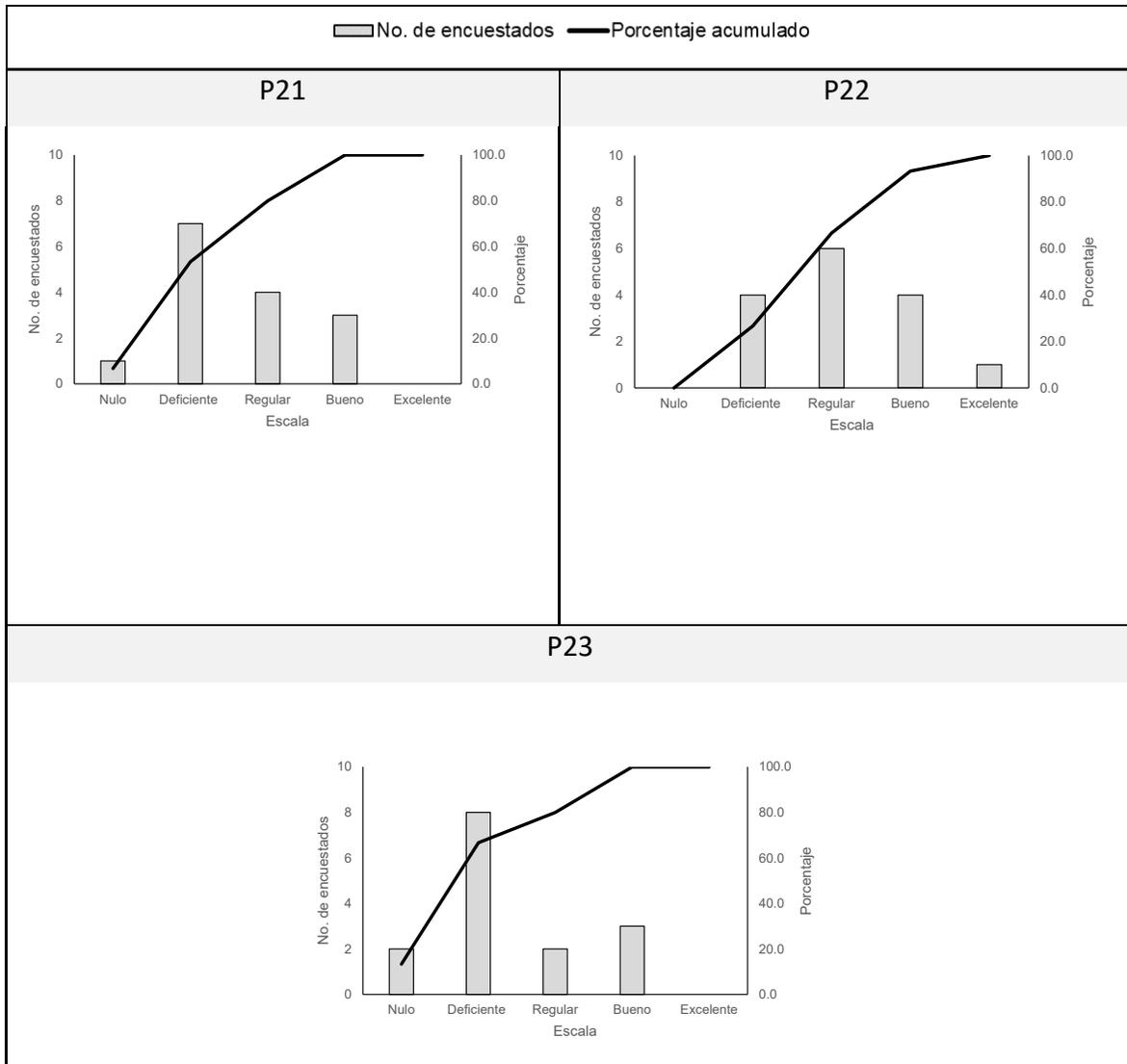
Tabla 15. Representación gráfica de los resultados de la encuesta.











Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.1.1 Análisis de las encuestas

Para el análisis de los resultados, el primer paso fue estudiar el comportamiento de las 23 variables que contiene la encuesta, el cual se realizó mediante el análisis de confiabilidad interna de la muestra. Para esto, se empleó el Alfa de Cronbach (α), el cual posibilita inferir el grado de confiabilidad de los datos obtenidos (Cronbach & Shavelson, 2004; Vieira, 2009), a través de la correlación entre las respuestas del instrumento mediante los análisis individuales de las respuestas obtenidas por los colaboradores (Rego et al., 2010). Para el presente estudio, se utilizó el software

informático estadístico IBM SPSS Statistics en su versión 20. El Alfa de Cronbach fue calculado para todo el instrumento como se indica en la Tabla 16 y Tabla 17.

Tabla 16. Resumen del procesamiento de los casos.

Casos	N	%
Válidos	15	100.0
Excluidos ^a	0	000.0
Total	15	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Valor de Alfa de Cronbach obtenido.

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.964	23

Fuente: Elaboración propia.

El valor mínimo aceptable del coeficiente Alfa de Cronbach es 0.7, indicando que el instrumento es confiable y revela una fuerte relación entre las preguntas. Cabe aclarar que, por debajo de ese valor, la consistencia interna de la escala utilizada es considerada baja, indicando que el instrumento es cuestionable, presenta un valor débil para la relación entre las preguntas y puede llevar a conclusiones erradas (Tuapanta et al., 2017; Dávila, 2018). Por su parte, Malhotra (2008) indica que “existe confiabilidad no satisfactoria de consistencia interna cuando el coeficiente Alfa de Cronbach presenta un valor igual o menor a 0.6 (Landis & Kosh, 1977; Hair et al., 2005; Malhotra, 2008). Los resultados del procesamiento de los datos a través de IBM SPSS Statistics 20, indicaron para la confiabilidad de todo el instrumento, un valor del coeficiente Alfa de Cronbach (α) igual a 0.964, lo cual indica que la encuesta obtuvo un excelente nivel de fiabilidad, presentando cuantificaciones estables y consistentes.

Para determinar el coeficiente Alfa de Cronbach, el investigador debe calcular la correlación de cada pregunta con respecto a cada uno de los otras, resultando gran cantidad de coeficientes de correlación (Arévalo & Padilla, 2016).

Con la finalidad de conocer la calidad de las preguntas, se verificó la confiabilidad de las respuestas de la encuesta; para ello, se calculó la estadística de cada una de las preguntas, su correlación con la puntuación total de la escala y el coeficiente Alfa de Cronbach (α) de los elementos; la Tabla 18 indica los resultados obtenidos.

Tabla 18. Estadísticos del total de los elementos.

Pregunta	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
P1. ¿Cómo valora la frecuencia en que se destinan inversiones mínimas necesarias para las necesidades de metrología en su Centro de Trabajo?	58.730	262.210	0.646	0.963
P2. Como responsable de la gestión de la medición en su Centro de Trabajo, ¿Cómo valora la frecuencia de su asistencia a los eventos de calibración?	58.470	254.838	0.735	0.962
P3. ¿Qué nivel de dominio tiene usted para operar la Bitácora Electrónica para la Gestión de la Medición?	58.870	256.124	0.630	0.964
P4. ¿Cómo valora la frecuencia en la cual su línea de mando revisa con usted el proceso de Gestión de la medición?	58.530	252.124	0.755	0.962
P5. ¿Cómo valora sus conocimientos en metrología de flujo y calidad de hidrocarburos?	58.270	253.067	0.795	0.962
P6. ¿Cómo valora sus conocimientos del vocabulario metrológico?	58.270	260.495	0.666	0.963
P7. Su comprensión de la norma NOM-008-SCFI-2002 (Sistema General de Unidades de Medida) es:	58.470	250.124	0.830	0.961

Pregunta	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
P8. Su comprensión de la norma NMX-CC-IMNC-10012-2004 (Sistemas de gestión de las mediciones - Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición) es:	58.730	247.210	0.843	0.961
P9. Su comprensión de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración) es:	58.930	251.067	0.800	0.962
P10. Su comprensión de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2015 (Sistemas de Gestión de calidad-Requisitos) es:	58.730	249.495	0.775	0.962
P11. ¿Cómo considera la frecuencia con que usted realiza estimaciones de incertidumbre?	59.000	252.000	0.687	0.963
P12. ¿Cómo considera la frecuencia con que usted realiza la estadística aplicada a los sistemas de medición? Cartas de control, periodos de calibración, índices de capacidad, certificados de calibración, etcétera.	58.870	245.695	0.804	0.962
P13. ¿Cómo valora su nivel de comprensión de las políticas y lineamientos en materia de medición y balances de su empresa?	58.330	256.095	0.670	0.963
P14. ¿Cómo valora su nivel de comprensión de los lineamientos técnicos en materia de medición de hidrocarburos, emitidos por la Comisión Nacional de Hidrocarburos?	58.270	255.352	0.785	0.962
P15. ¿Cómo valora su nivel de comprensión de las disposiciones de carácter general en materia de medición, emitidos por la comisión reguladora de energía?	58.600	260.686	0.718	0.963

Pregunta	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
P16. ¿Cómo valora su manejo y aplicación de los estándares ISO, API y AGA? relacionadas con la medición estática y dinámica, sistemas de prueba, sistemas de calidad y cálculo de cantidades.	58.730	254.352	0.875	0.961
P17. ¿Cómo considera la suficiencia de personal dedicado para la actividad de la gestión de la medición en su Centro de trabajo?	58.600	255.543	0.642	0.963
P18. En su Centro de Trabajo, ¿de qué forma se determinan los riesgos y las oportunidades necesarios para garantizar la seguridad de que la gestión de la medición pueda lograr el (los) resultado(s) planeado(s)?	58.330	261.524	0.597	0.964
P19. ¿De qué forma se asegura de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente (subcontratados) en materia de medición y calidad cumplan con los requisitos especificados?	58.000	259.571	0.648	0.963
P20. ¿Cómo considera la ejecución del(los) programa(s) de auditorías de gestión de la medición en su Centro de Trabajo?	58.200	259.600	0.661	0.963
P21. En su Centro de Trabajo, se mantienen actualizados los registros necesarios de los equipos de medida y ensayo, software, equipos auxiliares, patrones, materiales de referencia y material fungible, de forma:	58.600	256.114	0.734	0.962
P22. ¿Cómo considera la difusión de los resultados de las auditorías en materia de medición y calidad a las partes interesadas?	58.070	259.781	0.600	0.964
P23. ¿Cómo valora su capacitación en la gestión de medición de hidrocarburos?	58.800	253.171	0.771	0.962

Fuente: Elaboración propia.

Para correlaciones situadas entre el intervalo de 0.8 y 1.0, se pueden considerar como muy altas, las cuales expresarían altos niveles de fiabilidad y una buena consistencia interna de los diferentes instrumentos elaborados para una escala dimensional (Bisquerra, 2004; González & Pazmiño, 2015; Tuapanta et al., 2017). En la Tabla 18, se observa que el coeficiente es próximo a la unidad, lo cual denota una satisfactoria consistencia interna, manifestando que el instrumento empleado para la investigación es confiable y que ha sido entendido por los colaboradores encuestados. Cabe resaltar que, la consistencia interna de un instrumento varía según la población en la que se aplica (Tuapanta et al., 2017). La utilización del coeficiente Alfa de Cronbach demuestra ventaja por varios aspectos (Bland & Altman, 1997; Matthiensen, 2011; Hernández et al., 2014; Arévalo & Padilla, 2016; Tuapanta et al., 2017):

1. Proporciona una medida razonable de confiabilidad mediante una única prueba, de modo que no requiere de repeticiones o del diseño de pruebas paralelas para la estimación de la consistencia de este, en otras palabras, requiere una sola administración del instrumento de medición.
2. Su fórmula general permite su aplicación en cuestionarios de opción múltiple y de escalas dicotómicas o politómicas.
3. Es fácilmente calculable por los principios estadísticos básicos, a la vez que, el coeficiente presenta interpretación directa lo cual es una ventaja de su uso.

En consecuencia, en el desarrollo del estudio metodológico, el investigador debe tener como objetivo la preparación de un instrumento con atributos de confiabilidad, precisión y utilidad. Entre los coeficientes de estimación de fiabilidad fundados en la consistencia interna del instrumento, el Alfa de Cronbach es el más empleado por los investigadores, razón por la cual, los paquetes estadísticos más conocidos, como SPSS Statistics, lo incluyen entre sus opciones de análisis (Muñoz, 2019).

4.2.3.1.2 Interpretación global de resultados de las encuestas

A continuación, se presenta la interpretación global de los resultados obtenidos de los reactivos de la encuesta aplicada a los colaboradores. Los resultados mostraron que el nivel de cumplimiento del proceso de gestión de la medición del volumen de hidrocarburos se ubicó principalmente en las menores escalas valorativas (26.67% débil y 46.67% intermedio) (Figura 4), se identificó que existen necesidades de recursos para el sostenimiento de la infraestructura de medición y para la capacitación del personal.

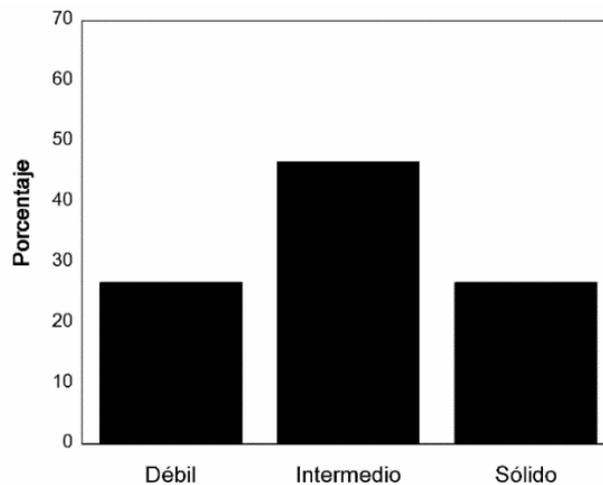


Figura 4. Nivel de cumplimiento del proceso de gestión de la medición del volumen de hidrocarburos.

Fuente: Elaboración propia.

Con relación al diagnóstico del nivel de comprensión de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, los resultados mostraron que el personal tiene un bajo nivel de comprensión (26.70% nulo y 24.44% deficiente) (Figura 5), particularmente en los siguientes aspectos: desconocimiento de los requisitos de documentación que establecen las normas antes mencionadas, no se tiene una conceptualización clara de la integración de los sistemas de gestión para la empresa y no cuentan con mecanismos documentados y establecidos dentro de la empresa que permitan la integración de documentación de las normas.

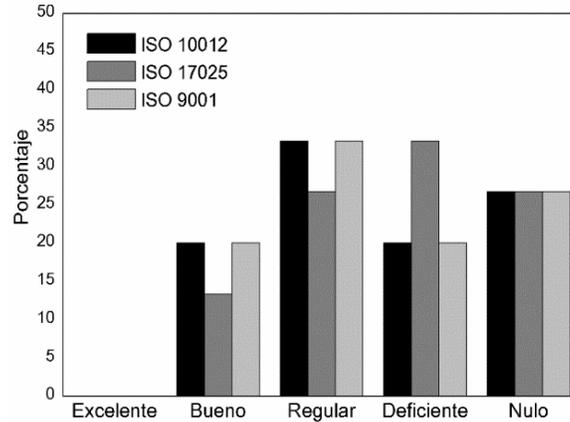


Figura 5. Nivel de comprensión de las normas ISO 9001, ISO 10012 e ISO 17025.
Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, fue necesario establecer alternativas de mejora prioritarias, considerando los resultados del diagnóstico.

4.3 Selección de alternativa

El análisis del diagnóstico de la empresa manifestó que, existe compromiso de los colaboradores de la función para realizar las actividades y acciones para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Lo anterior, demanda una alternativa que permita articular de manera estructurada y práctica, y que fortalezca las actividades del sistema integral de gestión de las mediciones que sea transversal a los procesos estratégicos, operacionales y de soporte dentro de la empresa del caso de estudio. Por consiguiente, se plantearon diferentes alternativas encaminadas a dar cumplimiento de los requisitos normativos, generar beneficios económicos, operativos, agregar valor e instaurar ventajas competitivas en la empresa. Cabe resaltar que, las alternativas analizadas tienen un enfoque de viabilidad, facilidad de integración, contextualización e implementación para su establecimiento. Se consideraron los resultados obtenidos en la etapa anterior, y se propusieron cinco alternativas que dan respuesta a las necesidades, las cuales fueron retroalimentadas y validadas por expertos de la empresa. De acuerdo con la

metodología del AHP descrita en apartados anteriores, y en función de las necesidades de la empresa en estudio, se definió y estableció con el grupo experto de esta: el objetivo, seis criterios y treinta subcriterios a comparar, considerando los elementos más relevantes que son impactados por el SIG propuesto y que coadyuvaban en la toma de decisión de la mejor alternativa (Tabla 19).

Tabla 19. Objetivo, criterios y subcriterios a considerar en el AHP.

Objetivo			
Articular un Sistema Integrado de Gestión			
Criterio	Subcriterio	Criterio	Subcriterio
Organizacional	- Liderazgo y compromiso	Ejecución	- Atención de fallas
	- Enfoque en el cliente		- Calibración
	- Objetivos de calidad		- Mantenimiento
	- Revisión por la dirección		- Control estadístico
	- Roles y responsabilidades		- Confirmación Metrológica
Gestión	- Cumplimiento normativo	Recursos	- Capacitación
	- Software especializado		- Experiencia
	- Indicadores de calidad		- Competencia
	- Sistemas informáticos		- Equipos de medición
	- Expedientes metrológicos		- Servicios por terceros
Operativo	- Realización proceso de medición	Mejora	- Auditoría y seguimiento
	- Supervisión en campo		- Rendición de cuentas
	- Incertidumbre de medición		- Control de no conformidades
	- Trazabilidad metrológica		- Acciones preventivas y correctivas
	- Registro y control del proceso		- Satisfacción del cliente

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20, se presentan las cinco alternativas a considerar en el análisis multicriterio.

Tabla 20. Alternativas propuestas en el AHP.

Alternativa	Descripción de la alternativa
Alternativa 1	Designar a tiempo completo al personal responsable de la función metrológica, para desarrollar las habilidades necesarias y cumplir con los requerimientos del Sistema Integrado de Gestión para el proceso de medición del volumen de hidrocarburos.
Alternativa 2	Capacitar al personal operativo, de mantenimiento y de administración de los equipos de medición, para cumplir los requerimientos del Sistema Integrado de Gestión para el proceso de medición del volumen de hidrocarburos.
Alternativa 3	Identificar dentro de la empresa los manuales, procedimientos, formatos, documentos, recursos y mecanismos para el seguimiento del Sistema Integrado de Gestión para el proceso de medición del volumen de hidrocarburos, que articulen las prioridades y requisitos de los objetivos de calidad de la empresa.
Alternativa 4	Crear un grupo ejecutivo que defina las medidas necesarias para formalizar el Sistema Integrado de Gestión para el proceso de medición del volumen de hidrocarburos.
Alternativa 5	Contratar servicios para realizar el diagnóstico de la comprensión y nivel de implantación del marco normativo en materia de gestión de la medición y para proponer acciones de mejora que permitan la completa implementación del Sistema Integrado de Gestión para el proceso de medición del volumen de hidrocarburos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se desarrolló la estructura jerárquica que relaciona el objetivo, criterios, subcriterios y alternativas a considerar en el diseño del SIG para su adecuada articulación (Figura 6).

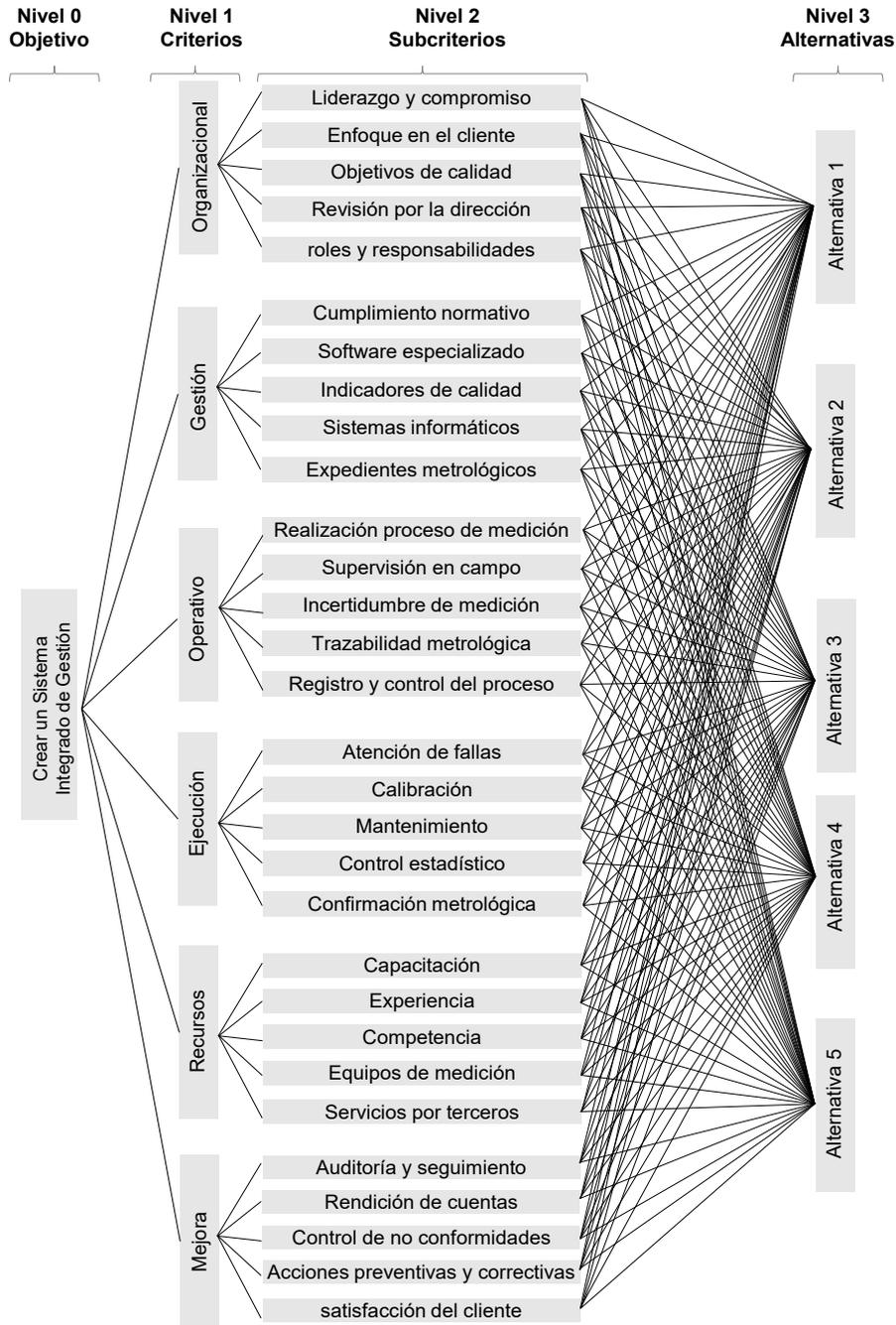


Figura 6. Esquema del árbol jerárquico de la interrelación de criterios, subcriterios y alternativas usando el AHP.
Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo una matriz de comparación por pares de criterios (Tabla 21), en la que se calcularon las ponderaciones para el nivel 1 de la estructura jerárquica y una RC de 0.0311, valor considerado como aceptable (Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017).

Tabla 21. Matriz de comparación por pares con relación al objetivo general (nivel 1).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P
C1	1	1/8	1/9	1/9	1/9	1/6	0.023
C2	8	1	1/3	1/3	1/3	2	0.119
C3	9	3	1	1	1	4	0.269
C4	9	3	1	1	1	3	0.255
C5	9	3	1	1	1	2	0.242
C6	6	1/2	1/3	1/3	1/3	1	0.092
Suma	42.000	10.625	3.778	3.778	3.778	12.167	1.000

C: Criterio, P: Ponderación.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indicaron que el C3 (operativo), C4 (ejecución) y el C5 (recursos) tuvieron los mayores valores de ponderación, respectivamente, posicionándolos como los criterios más importantes a considerar en el SIG, mientras que el C1 (organizacional) fue el criterio menos significativo.

Asimismo, en el nivel 2 de la estructura jerárquica se obtuvieron seis matrices de comparación por pares de subcriterios y criterios (Tabla 22) y en el nivel 3 se obtuvieron treinta matrices de alternativas y subcriterios (Tabla 23), las cuales presentaron valores aceptables de RC (<0.1), como un indicativo de que la asignación de pesos de importancia en la comparación por pares obtuvo un juicio coherente (Gómez et al., 2015; Márquez & Baltierra, 2017).

Tabla 22. Ponderaciones e inconsistencias de los subcriterios para los criterios (nivel 2).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	RC
S1	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
S2	0.262	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
S3	0.524	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067
S4	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
S5	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
S6	0.000	0.341	0.000	0.000	0.000	0.000	
S7	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	
S8	0.000	0.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077
S9	0.000	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	
S10	0.000	0.265	0.000	0.000	0.000	0.000	
S11	0.000	0.000	0.245	0.000	0.000	0.000	
S12	0.000	0.000	0.168	0.000	0.000	0.000	
S13	0.000	0.000	0.351	0.000	0.000	0.000	0.062
S14	0.000	0.000	0.097	0.000	0.000	0.000	
S15	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000	0.000	
S16	0.000	0.000	0.000	0.050	0.000	0.000	
S17	0.000	0.000	0.000	0.514	0.000	0.000	
S18	0.000	0.000	0.000	0.199	0.000	0.000	0.035
S19	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000	0.000	
S20	0.000	0.000	0.000	0.116	0.000	0.000	
S21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.000	
S22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.000	
S23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.409	0.000	0.029
S24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	
S25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	
S26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.295	
S27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	
S28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.057
S29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	
S30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.411	

C: Criterio, RC: Relación de consistencia, S: Subcriterio.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Ponderaciones e inconsistencias de las alternativas para los subcriterios (nivel 3).

		A1	A2	A3	A4	A5	RC			A1	A2	A3	A4	A5	RC
C1	S1	0.209	0.166	0.492	0.088	0.045	0.095	C4	S16	0.149	0.421	0.322	0.070	0.038	0.078
	S2	0.172	0.239	0.476	0.075	0.038	0.087		S17	0.138	0.425	0.322	0.066	0.049	0.061
	S3	0.180	0.409	0.306	0.069	0.036	0.077		S18	0.130	0.423	0.318	0.070	0.059	0.072
	S4	0.099	0.150	0.276	0.432	0.043	0.090		S19	0.139	0.406	0.325	0.070	0.059	0.069
	S5	0.099	0.143	0.270	0.446	0.043	0.097		S20	0.132	0.413	0.321	0.072	0.063	0.077
C2	S6	0.149	0.421	0.322	0.070	0.038	0.078	C5	S21	0.145	0.430	0.307	0.067	0.052	0.086
	S7	0.149	0.421	0.322	0.070	0.038	0.078		S22	0.251	0.158	0.485	0.075	0.031	0.084
	S8	0.149	0.316	0.427	0.068	0.040	0.077		S23	0.251	0.158	0.485	0.075	0.031	0.084
	S9	0.174	0.334	0.385	0.068	0.039	0.072		S24	0.132	0.413	0.321	0.072	0.063	0.077
	S10	0.145	0.271	0.486	0.064	0.035	0.096		S25	0.103	0.078	0.203	0.051	0.564	0.040
C3	S11	0.468	0.150	0.271	0.073	0.038	0.083	C6	S26	0.168	0.252	0.472	0.068	0.040	0.095
	S12	0.482	0.143	0.264	0.072	0.039	0.088		S27	0.133	0.087	0.142	0.591	0.046	0.081
	S13	0.146	0.253	0.500	0.065	0.036	0.095		S28	0.224	0.154	0.493	0.082	0.046	0.084
	S14	0.146	0.253	0.500	0.065	0.036	0.095		S29	0.263	0.156	0.465	0.074	0.043	0.073
	S15	0.144	0.262	0.496	0.063	0.036	0.095		S30	0.143	0.091	0.158	0.558	0.050	0.069

A: Alternativa, C: Criterio, RC: Relación de consistencia, S: Subcriterio.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados en el nivel 2 mostraron que, para los diferentes criterios, el S3 (objetivos de calidad), S8 (indicadores de calidad), S13 (incertidumbre de medición), S17 (calibración), S23 (competencia) y S30 (satisfacción del cliente) presentaron los mayores valores de ponderación.

La Figura 7 presenta la clasificación completa de los pesos finales (ponderaciones) asignados a cada alternativa propuesta en el AHP.

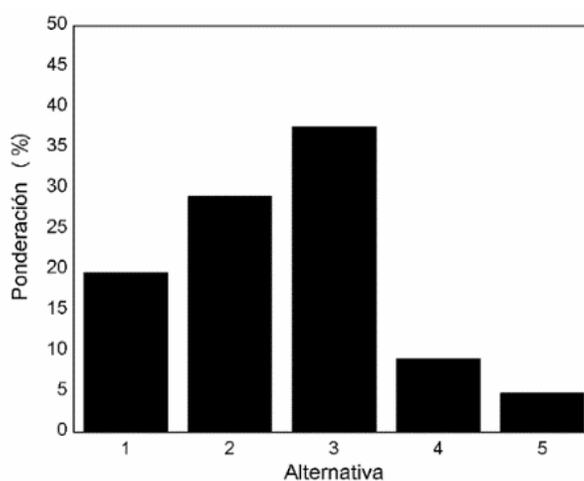


Figura 7. Ponderaciones totales de importancia de las alternativas del AHP (nivel 3).

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en el nivel 3 los resultados de las ponderaciones totales de las alternativas (Figura 7), indicaron que la alternativa 3 obtuvo la mayor ponderación (37.56%), seguida de la alternativa 2 (28.96%) y la alternativa 1 (19.63%). Por lo tanto, la alternativa 3 descrita en la Tabla 20, es la seleccionada para realizar una propuesta de desarrollo del SIG.

4.4 Construcción de la propuesta

La propuesta del SIG se estructuró en función de los requisitos de las normas, requerimientos de la empresa, componentes articuladores y la incorporación de la alternativa seleccionada (Tabla 24), con el objetivo de resolver las brechas detectadas dentro de la empresa, como: el bajo cumplimiento del proceso de gestión de la medición del volumen de hidrocarburos y la baja comprensión de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017.

Tabla 24. Elementos estructurales de la propuesta del SIG.

Componentes articuladores	Requisitos de las normas		Requerimientos
	Descripción	Numeral	
Estratégico	- Responsabilidad de la dirección	- ISO 9001. (5.3, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.4 y 9.1.2)	- Liderazgo (identificación de necesidades, soluciones, propósito y direccionamiento) - Enfoque al cliente - Gestión del entorno, estratégica y de la comunicación
	- Requisitos y satisfacción de partes interesadas	- ISO 10012. (5 ⁽¹⁾) y 8.2.2) - ISO 17025. (5 ⁽¹⁾), 8.9, 7.1 y 7.9)	
Recurso humano	- Gestión de los recursos	- ISO 9001. (7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6)	- Equipos de trabajo competentes - Mejora de las actividades de los equipos de trabajo
	- Factores externos e internos que afectan la gestión documental	- ISO 10012. (6 ⁽¹⁾) - ISO 17025. (6 ⁽¹⁾)	
Operacional	- Realización del producto	- ISO 9001. (8.3, 8.5, 8.6, 9.1, 9.1.3, 9.2, 10 ⁽¹⁾)	- Política y objetivos de integración - Procedimientos, documentos, registros - Indicadores de desempeño
	- Productos y servicios	- ISO 10012. (7 ⁽¹⁾), 8 ⁽¹⁾)	
	- Seguimiento, medición, análisis y mejora	- ISO 17025. (6.5, 6.6, 7.2, 7.3, 7.4, 7.6, 7.7, 7.8, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8)	
	- Mejora continua		
	- Desempeño		

⁽¹⁾ Se considera la cláusula completa de la norma.

Fuente: Elaboración propia.

La construcción de la propuesta del SIG adaptada al proceso metrológico se representa gráficamente en la Figura 8, que relaciona los elementos de la Tabla 8 y el ciclo PHVA de acuerdo con la PAS 99.

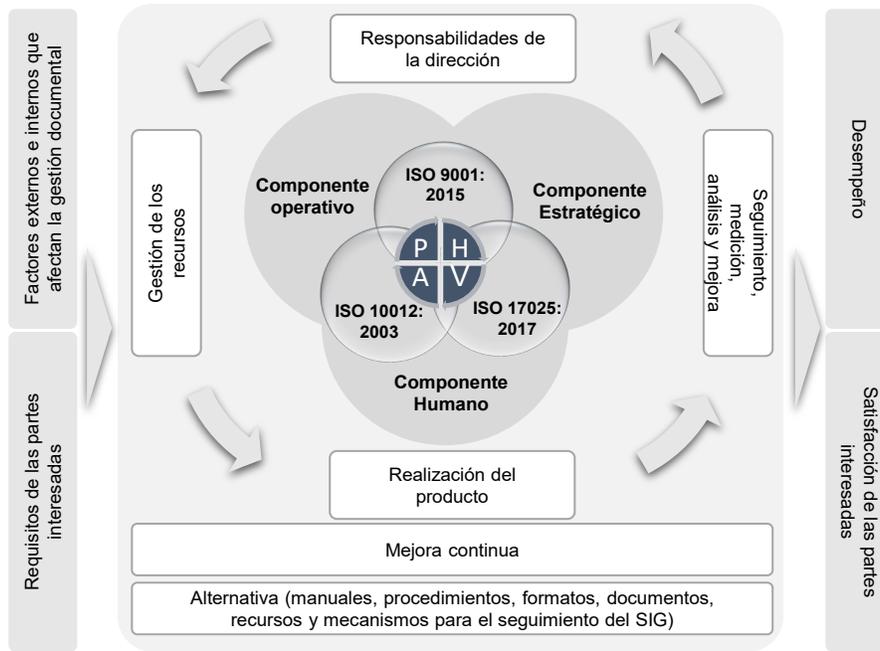


Figura 8. Representación gráfica de la propuesta de SIG.
Fuente: Elaboración propia.

Como parte del componente estratégico, se requiere evaluar el diseño del SIG, para determinar las adecuaciones pertinentes y su eficacia. Lo anterior, se puede efectuar a través de auditorías internas y constantes inspecciones a los requisitos de las normas. Conviene mencionar, que la alta dirección de la empresa tiene la responsabilidad de establecer la planificación, el aseguramiento y el control en la revisión del SIG, a través de una periodicidad óptima que garantice un correcto análisis, partiendo de los resultados obtenidos en las auditorías y de los indicadores de desempeño.

Por otro lado, se deberá considerar que, la responsabilidad de la mejora continua del SIG en la empresa será de la dirección de calidad, quien deberá documentar los requerimientos. Asimismo, se deberá considerar el rediseño del SIG, a realizarse con fundamento en las nuevas normatividades, lineamientos y regulaciones vigentes y mediante la identificación de nuevos elementos y cambios establecidos.

En referencia al componente humano, establecido en el modelo con la finalidad de organizar la planificación, fortalecimiento, revisión sistemática y mejora de todos los procesos de medición considerados en el SIG, se deberá designar a un representante con las competencias requeridas, el cual deberá estar dedicado y enfocado en sus funciones, mismo que deberá ser nombrado formalmente por la dirección de la organización. En consecuencia, este responsable, deberá diseñar, implantar y dar seguimiento al sistema; cumplir y asegurarse de que los involucrados cumplan las normas técnicas, disposiciones legales establecidas, regulaciones y lineamientos; evaluar el desempeño del personal subordinado, así como de los auditores, verificadores y diagnosticadores internos; también, asesorar y capacitar a los colaboradores vinculados al SIG. Por otro lado, para estos colaboradores, es necesario asignar responsabilidades, lo cual permitirá que los procesos de medición y calidad se desarrollen con la mayor calidad posible.

Se hace hincapié que, para la formación del personal involucrado en el SIG, es necesario planificar actividades internas y externas, de acuerdo con las necesidades para su capacitación, partiendo inicialmente con: formación en metrología general, formación en metrología legal, adiestramiento en sistemas de gestión en calidad y medición, documentación necesaria para SIG en calidad y medición. Por consiguiente, es primordial desarrollar talleres con personal experto y competente, con la finalidad de dar a conocer y aclarar la documentación requerida para el SIG, para su posterior y progresiva implantación.

El componente operativo, está enfocado a que los procesos del SIG sean planificados, documentados, implementados, controlados y validados. Así también, se requiere desarrollar una política específica para el SIG, establecer los objetivos del sistema para su cumplimiento y definir los indicadores, a través de los cuales se medirán los objetivos trazados.

4.2.4.1 Designación de las responsabilidades del representante del SIG y del equipo

En la Tabla 25 se describen las responsabilidades de la gestión metrológica, que deberán ser consideradas por el representante y el personal involucrado en el desarrollo del SIG.

Tabla 25. Responsabilidades del personal involucrado en el SIG.

Función	Descripción de responsabilidades
Gerentes de Activos de Producción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proveer los recursos financieros, materiales y humanos requeridos para la adecuada ejecución del SIG. 2. Instaurar y mantener la estructura organizativa para desarrollo y administración del SIG. 3. Designar al personal que cumplirá la función metrológica para el SIG. 4. Asegurar el SIG y efectuar verificaciones del cumplimiento y la eficacia del sistema a través de constantes revisiones, con el propósito de establecer acciones de mejora necesarias para su correcto funcionamiento. 5. Solicitar y asegurarse de que se adopten las acciones correctivas y/o preventivas que garanticen la atención de hallazgos y no conformidades.
Coordinadores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar el funcionamiento del SIG en los departamentos y áreas de su coordinación, así como de los procesos correspondientes. Asimismo, establecer las acciones de mejora que se necesiten para su adecuado funcionamiento. 2. Ejecutar las acciones correctivas y/o preventivas que aseguren la atención total de las no conformidades. 3. Hacer cumplir los requisitos de medición y calidad de todos los procesos involucrados. 4. Garantizar un programa de eventos de capacitación o adiestramiento para que el personal participe y genere conocimientos en temas de metrología y calidad, entre otros temas afines.
Representante metrológico y de calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir e instaurar la política de las mediciones y objetivos de calidad para el SIG. 2. Garantizar el cumplimiento y seguimiento del programa de auditorías. 3. Atender los aspectos concernientes a la documentación, implementación, mantenimiento y mejora del SIG.

Función	Descripción de responsabilidades
	<ol style="list-style-type: none"> 4. Comunicar y asesorar a la alta dirección y a todos los colaboradores sobre el funcionamiento del SIG. 5. Realizar revisiones y valoraciones del SIG, con apoyo de la dirección, y un programa establecido. 6. Evaluar la atención de los objetivos de la calidad, a través del análisis de los datos y elaboración de informes de desempeño. 7. Promover el adiestramiento mediante diferentes cursos al personal vinculado a los procesos de medición y calidad. 8. Identificar y registrar no conformidades, a través del control del cumplimiento de las acciones de mejora, correctivas y preventivas. 9. Garantizar la realización de las calibraciones, mantenimientos, verificaciones y diagnósticos en general de los equipos e instrumentos de medición. 10. Asegurar la ejecución de la confirmación metrológica, de los equipos e instrumentos de medición, así como garantizar que los registros asociados a ella se conserven actualizados. 11. Establecer cuáles son las mediciones más relevantes y prioritarias para la calidad. 12. Elegir colegiadamente con el personal responsable de los procesos, los instrumentos de medición que se emplearán en los procesos de medición y calidad. 13. Establecer los requisitos necesarios para las mediciones en las diferentes partes de los procesos. 14. Proporcionar al departamento de recursos humanos o su equivalente, las necesidades y requerimientos que deberá cumplir y evidenciar el recurso humano en los puestos de trabajo donde se realizan mediciones y análisis de calidad.
<p>Operarios, instrumentistas, laboratoristas, analistas</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar en los diferentes cursos que se imparten en la empresa referente a metrología y calidad, y temas afines. 2. Actualizar los registros de los datos resultantes de las mediciones y análisis inmediatamente después de realizarlos. 3. Identificar, registrar y comunicar con oportunidad a su línea de mando cualquier no conformidad observada durante los procesos de medición y análisis. 4. Asegurar la buena utilización, conservación y mantenimiento de los equipos, instrumentos y materiales de medición y calidad.

Función	Descripción de responsabilidades
Recursos humanos o su equivalente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestionar la capacitación y la selección adecuada del recurso humano. 2. Solicitar al responsable de metrología y calidad los requisitos de los puestos de trabajo relacionados con el proceso de medición y calidad. 3. Realizar y conservar un expediente con las evidencias que acrediten el desempeño y aptitud de los colaboradores en el puesto de trabajo, con referencia a la gestión de las mediciones y calidad. Asimismo, deberá garantizar la actualización de los expedientes. 4. Asegurar la capacitación necesaria del recurso humano, para el adecuado desempeño en el puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.2 Definición de la política de gestión integrada

Cada sistema de gestión cuenta con una política determinada, las cuales pretenden satisfacer las necesidades de la organización, así como las expectativas de todas las partes involucradas. Sin embargo, en una política de gestión integrada, se deben considerar las obligaciones con cada uno de los sistemas de gestión y asegurar los requisitos transversales de cada norma. En este sentido, el objetivo de la política de gestión integrada es presentar relación con las normas vigentes, atender los procesos claves, principios institucionales, compromisos, responsabilidades, requisitos y directrices de la organización, con la finalidad de lograr el cumplimiento de los requisitos legales, así como mantener la sostenibilidad y la mejora continua del sistema integrado de gestión. Asimismo, la política integrada debe estar documentada y difundida a todos los colaboradores de la organización y partes interesadas.

En resumen, la política de gestión integral debe establecer la particularidad de cada una de las políticas del sistema de gestión a integrar. En este sentido, la política de calidad debe estar enfocada en la excelencia de los productos y servicios, la satisfacción del cliente, el desarrollo adecuado de productos y servicios, el cumplimiento de los requisitos legales y en la mejora continua. Igualmente, debe estar basada en garantizar que los equipos y los procesos de

medición sean eficaces, se encuentren bajo control y seguimiento, con la finalidad de generar resultados que no alteren la calidad del producto y servicio de la organización.

En consecuencia, para instaurar la política del sistema integrado de gestión, se requiere establecer los objetivos del sistema para su cumplimiento, desde el más alto nivel de la organización hasta los procesos correspondientes. Simultáneamente, se deben definir los indicadores mediante los cuales se medirán los objetivos indicados en la política de gestión integrada.

Así también, para el correcto seguimiento de la política y los objetivos del SIG y la identificación de las necesidades de mejora, se requiere que la máxima autoridad en los diferentes Centros de Trabajo efectúe una revisión cada seis meses y como mínimo una vez al año, en la cual se incluyan las fuentes de información del SIG, entre ellos: resultados de auditorías, diagnóstico y verificaciones al SIG; resultados de los análisis y valoración de los indicadores de desempeño del proceso; estado actual y atención de las acciones correctivas y preventivas; necesidades y oportunidades de mejora; relación de modificaciones, nuevos eventos y/o cambios que podrían impactar al SIG, así como la relación de acciones de seguimientos para el SIG.

4.2.4.3 Establecimiento de indicadores de desempeño del SIG y sus objetivos

Cada uno de los sistemas de gestión debe contar con diferentes tipos de indicadores que busquen controlar, evaluar y verificar el desempeño y eficacia, así como mejorarlo.

No obstante, el sistema integrado de gestión deberá contar con indicadores que midan y evalúen el desempeño y la eficacia del modelo integrado y sus objetivos, a la vez que facilite su seguimiento, flexibilidad y sostenibilidad para la empresa. En

este sentido, los objetivos e indicadores más representativos propuestos para el SIG, son los descritos a continuación:

- **Indicador de cumplimiento.** Busca medir el desempeño de implantación del modelo de SIG, pretendiendo cumplir los objetivos, tareas y/o trabajos en el tiempo. Este valor, se puede determinar en periodos de tiempo pactados para la revisión, a partir del número de los procesos aplicables al SIG que ha realizado la empresa, por la totalidad de los procesos considerados en el sistema integrado.
- **Indicador de satisfacción de implementación del SIG:** Procura medir en cada fase de funcionamiento del SIG, el nivel de satisfacción de las partes involucradas con relación a la incidencia que tiene en las actividades ejecutadas dentro de la empresa. En este sentido, el valor resultante sería el porcentaje de involucrados satisfechos con la implementación sobre el número total de involucrados con el SIG.
- **Indicador de toma de conciencia:** Su objetivo es medir la responsabilidad, competencia y colaboración de todos los involucrados en el SIG de las mediciones. En consecuencia. El valor obtenido sería el porcentaje de involucrados comprometidos sobre el número total de involucrados con el SIG.
- **Indicador de capacitación:** Tiene el objetivo de asegurar y mantener la capacitación y competencia sistemática del equipo de trabajo vinculado con el SIG de las mediciones. En consecuencia, el valor se obtiene considerando los colaboradores capacitados en metrología y calidad respecto al número total de colaboradores vinculados con el SIG.
- **Indicador de equipos no conformes:** Con el objetivo de conservar el control de los equipos de medición que resulten no conforme en su confirmación metrológica. En este sentido, el valor resultante sería el porcentaje del número de equipos no conformes sobre el número total de equipos verificados. Así también, este indicador se puede reproducir y escalar para instrumentos y materiales.
- **Indicador de registros no conformes:** Busca establecer, complementar, proteger y conservar claros todos los registros vinculados a la

documentación del SIG. De manera tal que, el valor se obtiene a partir del número de registros no conformes por el número total de registros no conformes vinculados con el SIG.

- **Indicador de requisitos faltantes:** Su objetivo es medir los incumplimientos, faltas e incidentes de los requisitos establecidos en el SIG de las mediciones en la organización. En este sentido, el valor resultante estará dado por el número de requisitos no considerados, no ejecutados, faltantes o inconclusos en un periodo de tiempo sobre el total de requisitos ejecutados en el mismo periodo de tiempo asignado.
- **Indicador de equipos verificados/calibrados:** Permitirá dar seguimiento del cumplimiento de los planes en busca de cumplir por lo menos el 80% de los planes de diagnóstico, verificación y calibración. De tal forma que, el valor se obtiene a partir del número de equipos no conformes sobre el número total de equipos no conformes verificados/calibrados vinculados con el SIG. Igualmente, este indicador se puede reproducir y escalar para instrumentos y materiales.
- **Indicador de no conformidades atendidas:** Busca solventar por lo menos el 90% de las no conformidades resultantes de los procesos de auditorías, diagnósticos, verificaciones e inspecciones vinculados con el SIG de las mediciones. En este sentido, el valor resultante estará dado por el número conformidades atendidas por el total de no conformidades resultantes.

Por último, se recomienda que la empresa valore los indicadores, y si es necesario y pertinente, deberá considerar su modificación, con el propósito de coadyuvar en el adecuado análisis, seguimiento, control y mejora del SIG.

4.2.4.4 Marco de referencia de procedimientos a elaborar para el SIG

Dando atención a la alternativa seleccionada mediante el análisis multicriterio de la presente investigación, en este apartado, se presenta una explicación de los procedimientos principales necesarios para articular el sistema integrado de gestión de las mediciones en los procesos y actividades de la empresa; lo anterior,

como un marco de referencia. En este sentido, se requiere establecer y elaborar los siguientes documentos y procedimientos:

1. **Manual del SIG.** Este documento debe incluir como mínimo: política integral del sistema; misión, visión, y objetivos del SIG; descripción de los programas que garanticen la calidad del SIG en función de las normas integradas, así como considerar de forma detallada los diferentes procedimientos a desarrollar para el éxito del SIG.
2. **Procedimiento normalizado para la elaboración y control de documentos y registros del SIG.** Este documento debe considerar los requisitos para la elaboración, clasificación, revisión, autorización, divulgación, control y seguimiento de los diferentes documentos y registros, así como de los colaboradores autorizados para ejecutar cada proceso. Busca mantener un formato unificado en los documentos y registros del SIG, y controlar los documentos en cuanto a la revisión, autorización, disponibilidad y actualización. El control se puede realizar mediante una lista maestra de documentos y registros, la cual se debe incorporar en el procedimiento general con la finalidad de no duplicar un procedimiento similar.
3. **Procedimiento normalizado para de formación y competencias del personal vinculado al SIG.** El documento debe integrar la lista requerida para mejora de las competencias del personal vinculado con el SIG, y debe describir la formación, capacitación y competencia mínima que debe poseer dicho personal para desempeñar de forma efectiva y eficiente sus funciones. Por lo que, se deben detallar las funciones, responsabilidades, nivel de autoridad, competencias del personal y perfiles de cargo para cada puesto de trabajo. Así también, debe considerar los indicadores en materia de formación y los programas para la toma de conciencia sobre la importancia del SIG.
4. **Procedimiento normalizado de investigación de incidentes, acciones correctivas, preventivas y de mejora del SIG.** Documento que debe integrar los procesos y metodologías para ejecutar los análisis de las causas de las no conformidades con mayor prevalencia e incidencia, y de las eventualidades laborales no deseadas que se hayan presentado o sean susceptibles de presentarse, así como las recomendaciones para tratamiento de no

conformidades reales y potenciales, y para documentar las acciones que permitan eliminar estas no conformidades.

5. **Procedimiento normalizado de auditorías internas, verificaciones, diagnóstico y auto inspecciones.** Documento que debe presentar el proceso o metodología para planificar, ejecutar y evaluar el nivel de cumplimiento de los requisitos normativos y legales del SIG y las partes vinculadas en el sistema, a través de auditorías internas y actividades afines. Asimismo, debe definir los casos particulares para la realización de auditorías adicionales, considerando un programa calendarizado.
6. **Procedimiento normalizado para el control y tratamiento de trabajo no conforme.** Documento que integre de forma detallada el proceso o metodología a seguir cuando se identifique que determinado equipo, instrumento, material, prueba, insumos (materia prima), así como producto o servicio terminado no cumpla con las especificaciones requeridas, con la finalidad de solucionar con prontitud y dar respuesta oportuna para su aceptación. Asimismo, se debe especificar el nombre de los responsables para ejecutar las actividades del proceso.
7. **Procedimiento normalizado para el seguimiento, medición, análisis y mejora del SIG.** Documento que debe describir el proceso sobre cómo se tiene que efectuar el seguimiento del SIG, así como el proceso o metodología para la inspección sistemática de las instalaciones (operativas y administrativas), procesos, procedimientos, equipos, así como de los programas vinculados al SIG. Este procedimiento busca identificar condiciones de mejora relacionados a la calidad de los productos y servicios.
8. **Procedimiento normalizado para revisiones por la dirección.** Documento que debe describir los diferentes lineamientos sobre las reglas, responsabilidades, roles y compromisos de la alta dirección respecto a las actividades para ejecución, mantenimiento y mejora del SIG. En este procedimiento, se deben establecer los programas calendarizados de revisiones (reuniones, verificaciones, entre otros), y posterior generación de los informes de gestión de las actividades.

- 9. Procedimiento normalizado de comunicación efectiva.** Documento en el que se requiere indicar la metodología de trabajo y funcionamiento del SIG, con relación a los canales de comunicación internos y externos a la organización, el flujo de información, las responsabilidades y los métodos de participación del personal involucrado.
- 10. Procedimiento normalizado de control de equipos e instrumentos.** Documento que debe establecer la guía para controlar que los equipos e instrumentos sean aptos para operar dentro del SIG, considerando sus fechas de calibración y mantenimiento actual y próxima. En resumen, debe presentar la programación calendarizada de mantenimiento preventivo (limpieza, calibración, verificación), y mantenimiento correctivo (reparación, reclasificación).
- 11. Procedimiento normalizado para la identificación de aspectos ambientales, peligros, y evaluación de riesgos.** Documento que detalle las medidas y reglas para identificar posibles conflictos, riesgos y peligros en instalaciones que puedan afectar al personal, medio ambiente, infraestructura y proceso. Debe considerar las metodologías para la valoración de los potenciales riesgos y proponer acciones para reducir los aspectos adversos.
- 12. Procedimiento normalizado de atención de solicitudes, quejas y reclamos.** Documento que debe describir la política de solución de quejas y conflictos que se pueden presentar, con la finalidad de garantizar la satisfacción de los clientes. En el procedimiento se debe describir una metodología para atender quejas y reclamos del cliente y de las partes interesadas. Así también, se deben integrar los programas correspondientes para llevar los registros, las medidas de tratamiento, así como las acciones correctivas.
- 13. Procedimiento normalizado para la identificación de requisitos normativos y legales.** Documento en el que se deben establecer los métodos y técnicas para identificar, atender, cumplir y comunicar los requisitos normativos y legales vigentes aplicables al SIG.
- 14. Procedimiento normalizado para la estimación de la incertidumbre.** Documento en el cual se debe describir de forma detallada (paso a paso) cómo calcular o estimar la incertidumbre para las diferentes variables de influencia con un nivel

de confianza del 95%, y la relación de los documentos soporte para los cálculos indicados.

15. Procedimiento normalizado para toma de muestras. Documento en el que se deben describir las técnicas apropiadas para recolectar, clasificar y almacenar la muestras para su posterior análisis. Igualmente, debe detallar el tiempo y las condiciones para el almacenamiento de estas.

16. Procedimiento normalizado para estudios de estabilidad de equipos e instrumentos. Documento que debe establecer los procesos y análisis que se deben ejecutar para determinar la vida útil de los equipos, instrumentos y materiales. Cabe mencionar que, si la organización cumple con las condiciones requeridas para el desarrollo de los análisis, puede realizarlos internamente; por el contrario, se requiere contratar los servicios de entidades externas, para lo cual deberá detallar los requisitos que deberá cumplir el proveedor de los servicios, dentro del procedimiento.

17. Procedimiento normalizado para gestión de recursos. Documento que debe detallar el proceso de realización de la gestión adecuada de los diferentes recursos (humanos, materiales, financieros, productos y servicios), los cuales son parte medular para el apropiado funcionamiento de la organización.

18. Procedimiento normalizado de calidad y su control. Documento que debe considerar como mínimo el plan para el control de calidad, identificación de riesgos en las instalaciones, en los servicios y describir los parámetros para evaluar si son acordes a las disposiciones normativas y leyes aplicables, así como con los requerimientos del cliente, con la finalidad de demostrar la competencia. Asimismo, debe considerar los reportes e informes de situaciones de inconformidad y las acciones de seguimiento y prevención.

19. Procedimiento normalizado de recepción de materias primas e insumos. Documento en el que se deben describir las directrices que se deben seguir para ejecutar el proceso de recepción de materiales e insumos, considerando las condiciones señaladas en las fichas técnicas formuladas por los fabricantes. Asimismo, se deben establecer las técnicas para demostrar la trazabilidad requerida para su recepción y almacenamiento.

- 20. Procedimiento normalizado de validación de procesos y servicios.** Documento que debe presentar una guía de cómo se deben ejecutar los procesos y servicios de acuerdo con los procedimientos concernientes, y establecer las directrices para evaluar que los servicios se prestan de acuerdo con los requerimientos y necesidades del cliente y los requisitos normativos y legales.
- 21. Procedimiento normalizado de evaluación de proveedores.** Documento que debe presentar los criterios para la evaluación de los proveedores de materiales, insumos en general y servicios prestados. Así mismo, el procedimiento debe incluir las consideraciones de calificación para reevaluaciones de los proveedores.
- 22. Procedimiento normalizado de validación de métodos analíticos.** Documento que debe considerar los parámetros para la validación de los diferentes métodos analíticos realizados en los laboratorios de la organización, considerando que estos métodos son la fuente para la reproducción de resultados confiables; por lo tanto, se debe contar con registros reales que demuestren la conformidad de cada uno de los métodos. Por otro lado, el documento también debe definir los parámetros para la validación de la limpieza y desinfección en el desarrollo de los métodos, considerando que la adecuada limpieza en las instalaciones, equipos, instrumentos y materiales para análisis, minimizan considerablemente posibles riesgos de contaminación cruzada, así como de análisis no confiables.
- 23. Procedimiento normalizado de muestreo y análisis de ambiente.** Documento que debe describir el proceso y técnicas para desarrollar la toma de muestras, empleando herramientas estadísticas que aseguren que es representativa, que la cantidad recolectada es adecuada, así como su documentación requerida para el proceso. Asimismo, en el documento se deben especificar las instrucciones mínimas requeridas para llevar a cabo los análisis correspondientes del aire y ambiente, con el objetivo de demostrar el nivel de calidad.

4.2.4.5 Propuesta de implementación del SIG

La integración de sistemas tiene como principal finalidad impedir y eliminar duplicidades en la gestión, mejor aprovechamiento de los recursos para garantizar

un adecuado rendimiento, trasladando una gestión separada a una conjunta, considerando las perspectivas de cada una de las normas. Por lo que, para el caso de estudio de esta investigación, se comprobó que la organización no dispone de sistemas implementados.

En consecuencia, la etapa de implementación se deberá desarrollar desde cero, y estructurar el SIG partiendo de los procesos con los que cuenta la organización en cada una de las dimensiones de las normas consideradas, resaltando que dicha implementación no debe alterar el desarrollo y funcionamiento actual de la organización; en otras palabras, debe ser un proceso progresivo y escalonado en donde se utilicen los nuevos métodos, técnicas de trabajo así como los manuales y procedimientos normalizados, con la finalidad de que los colaboradores vinculados al SIG asimilen fácilmente el proceso. Para la implementación del sistema propuesto, se recomienda la ejecución de las actividades descritas en la Tabla 26, mismas que se estiman concluir en un periodo de dos años; considerando en este, los tiempos de holgura para los procesos susceptibles de aplazamiento y la dimensión de la empresa.

Tabla 26. Cronograma de implantación del SIG.

ID	Actividad	Duración (días hábiles)
A1	Presentación de la propuesta de implementación, alcance y extensión del SIG	5
A2	Diagnóstico, selección y aprobación de los equipos de trabajo en los Centros de Trabajo y a nivel regional	30
A3	Definición de las responsabilidades, roles y autoridad del personal involucrado	15
A4	Calibración de equipos en los diferentes Centros de Trabajo	120
A5	Acondicionamiento de laboratorios e instalaciones en los diferentes Centros de Trabajo	80
A6	Evaluación de equipos, instrumentos y material que requiera ser sustituido	30
A7	Contratación de servicios, adquisición e instalación de equipos, instrumentos y material	300
A8	Capacitación formal al personal de los laboratorios	40
A9	Capacitación formal a personal vinculado a los procesos de medición	40
A10	Capacitación formal a auditores y diagnosticadores internos	20
A11	Formación sobre el cumplimiento de requisitos integrados	90
A12	Inducción interna sobre los indicadores de desempeño	10
A13	Implantación de documentación	120
A14	Auditorías internas	40
A15	Auditorías contratadas externamente	30
A16	Revisión documental con organismo acreditador	30
A17	Auditoría de certificación	30
A18	Evaluación de conformidad con las normas y toma de decisión sobre certificación	30

Fuente: Elaboración propia.

El programa propuesto, se considera inicie a partir de la elaboración e integración de los documentos requeridos, las actividades recomendadas en el programa están enfocadas a la ejecución de las actividades en gabinete y en las instalaciones de proceso. En la Figura 9, se presenta el cronograma sugerido para la implantación del SIG.

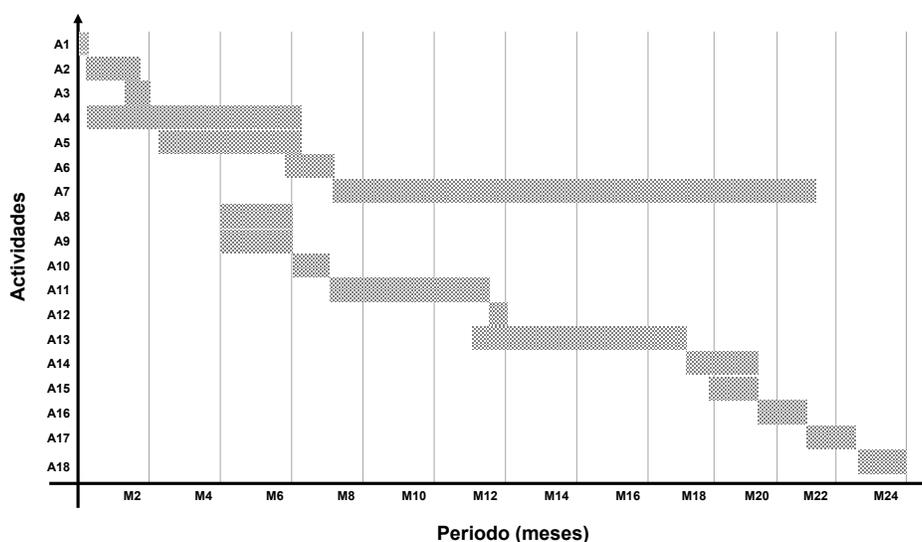


Figura 9. Gráfico de Gantt para la implantación del SIG en la organización.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.6 Costos generales para implementar el SIG

En este apartado, se muestran los costos generales para el diseño e implementación del SIG, considerando los equipos de medición en puntos fiscales y de transferencia de aceite y gas de los Centros de Trabajo; lo anterior, como punto de partida para la implementación del SIG en la organización (Tabla 27). Cabe mencionar que, la estimación de los recursos se realizó partiendo con base al diagnóstico inicial de la organización, donde se identificaron los elementos primordiales para el funcionamiento del SIG. Por lo que, fue necesario determinar los costos de planificación, los cuales se clasifican en recursos físicos, técnicos y humanos.

Tabla 27. Costo de implementación del SIG por punto de medición.

No.	Instalación	TAG del Sistema de Medición	Costos, millones de pesos M. N. ⁽¹⁾								Total
			ISO 10012			ISO 9001-10012-17025	ISO 17025			Acreditación EMA ⁽²⁾	
			Expediente metrológico	Mantenimiento de la confirmación Metroológica	Desarrollo de Competencias ⁽²⁾	Diseño y Desarrollo del Sistema de Gestión Integrado	Suministro de materiales de laboratorio	Mantenimiento y calibración de equipo laboratorio	Desarrollo de Competencias		
1	Batería de Separación Jujo	MTCA-APBJ-BSJUU-2	0.264	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.045
2	Batería de Separación Cárdenas Norte	MTA-APBJ-PDCN-1	0.584	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.365
3	Batería de Separación Cárdenas Norte	MTA-APBJ-PDCN-2	0.584	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.365
4	Estación de Compresión Costamical	GAS PAQMED-TMDBECCAS	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
5	Estación de Compresión Jujo	PAQMED-DGM2-ECOJUJ	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
6	Estación de Compresión Jujo	PAQMED-DGM3-ECOJUJ	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671

No.	Instalación	TAG del Sistema de Medición	Costos, millones de pesos M. N. (1)								Total
			ISO 10012			ISO 9001-10012-17025		ISO 17025			
			Expediente metrológico	Mantenimiento de la confirmación Metrológica	Desarrollo de Competencias (2)	Diseño y Desarrollo del Sistema de Gestión Integrado	Suministro de materiales de laboratorio	Mantenimiento y calibración de equipo laboratorio	Desarrollo de Competencias	Acreditación EMA (3)	
7	Estación de Compresión Paredón	PAQMED-DGM1-ECOPAR	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
8	Estación de Compresión Tecminoacán	PAQMED-DGM1-ECOTCO	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
9	Estación de Compresión Paredón	PAQMED-DGM2-ECOPAR	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
10	Estación de Compresión Tecminoacán	PAQMED-DGM2-ECOTCO	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
11	Estación de Compresión Paredón	PAQMED-DGM3-ECOPAR	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
12	Estación de Compresión Jujo	PAQMED-DGTC11-ECOJUJ	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
13	Estación de Compresión Tecminoacán	PAQMED-DGTC7-ECOTCO	0.890	2.433	0.105	0.500	0.572	0.074	0.074	0.023	4.671
14	Estación de Medición de Crudo y Planta Deshidratadora La Venta	MTCA-APCP-PDLV-1	0.848	2.433	0.272	1.300	0.596	0.048	0.048	0.060	5.605
15	Estación de Medición de Crudo y Planta Deshidratadora La Venta	MTCA-APCP-PDLV-2	0.848	2.433	0.272	1.300	0.596	0.048	0.048	0.060	5.605
16	Complejo Procesador de GAS La Venta	MTCC-APCP-CPGLV-PO-101	1.043	2.433	0.272	1.300	0.596	0.048	0.048	0.060	5.800
17	Complejo Procesador de Gas La Venta	MTCC-APCP-CPGLV-PO-102	1.043	2.433	0.272	1.300	0.596	0.048	0.048	0.060	5.800
18	Complejo Procesador de Gas La Venta	MTCC-APCP-CPGLV-PO-103	1.043	2.433	0.272	1.300	0.596	0.048	0.048	0.060	5.800
19	Central de Almacenamiento y Bombeo Cactus	MTA-APMM-CABC-01	0.000	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.860
20	Estación de Compresión Cactus I	MTG-APMM-ECCACI-PO-01	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
21	Estación de Compresión Cactus I	MTG-APMM-ECCACI-PO-02	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
22	Estación Compresión Cactus IV	MTG-APMM-ECCACIV-PO-01	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
23	Estación Compresión Cactus IV	MTG-APMM-ECCACIV-PO-02	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
24	Estación de Compresión José Colomo	MTG-APMM-ECJC-PO-01	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
25	Estación de Compresión José Colomo	MTG-APMM-ECJC-PO-02	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
26	Estación de Recolección de Aceite y Gas Shishito 5	MTG-APMM-ERSH-PO-01	0.222	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	4.082
27	Estación De Recolección Gas San Ramón	MTG-APMM-ERSR-PO-06	0.014	2.433	0.151	0.722	0.413	0.053	0.053	0.033	3.874
28	Central de Almacenamiento y Bombeo Cunduacán	MTCA-APSL-CABCUN-2	0.570	2.433	0.272	1.300	1.936	0.192	0.192	0.060	6.955
29	Planta Deshidratadora Samaria II	MTCA-APSL-PDSAMII	1.390	2.433	0.272	1.300	1.936	0.192	0.192	0.060	7.775
30	Estación de Compresión Samaria II	MTCC-APSL-ECSAMII-PO-1	1.390	2.433	0.272	1.300	1.936	0.192	0.192	0.060	7.775
31	Estación de Compresión Samaria II	MTCC-APSL-ECSAMII-PO-2	1.390	2.433	0.272	1.300	1.936	0.192	0.192	0.060	7.775
32	Estación de Compresión Cunduacán II	TC-APSL-CCUN-MU-02	1.390	2.433	0.272	1.300	1.936	0.192	0.192	0.060	7.775
Subtotales			21.601	77.867	5.440	26.000	23.820	2.640	2.640	1.200	161.207

Notas:

- (1) Los costos presentados por servicio y evento se consideran para un periodo de dos años.
- (2) Se consideran ocho eventos de capacitación en el periodo de dos años.
- (3) Se consideran cuatro signatarios y seis ensayos.

Fuente: Elaboración propia.

Los costos definidos en la Tabla 27 consideran el recurso humano externo a la organización, el cual es requerido para la ejecución de las actividades del SIG. Igualmente, se consideran los recursos técnicos y físicos pertinentes; dejando fuera los elementos con los que cuenta la empresa actualmente. Asimismo, los costos presentados, involucran la elaboración del expediente metrológico, que considera el siguiente recurso humano: un metrólogo, un ingeniero de medición, un ingeniero en instrumentos, dos técnicos en instrumentos, dos ingenieros de procesos o cadistas, un coordinador, un apoyo técnico administrativo y un personal de seguridad. El tiempo de ejecución para elaborar e integrar un expediente es de un mes.

CONCLUSIONES

- El proceso de medición del volumen en el sector hidrocarburo se caracteriza por requerir fuerza de trabajo especializada, así como la incorporación de valor agregado a sus servicios y productos dentro de su cadena de valor. Por tanto, toma suma importancia el conocimiento y dominio de normatividad aplicable en la empresa, previo a comprometer la implementación de los sistemas de gestión, lo que se convierte en una toma de decisión estratégica que permite la eficaz utilización de los recursos, optimiza el trabajo, evita duplicidad de información, reduce los costos y ofrece mejoras competitivas.
- Por otra parte, mediante el desarrollo de las herramientas de diagnóstico, empleadas en el presente estudio, se facilitó la obtención y análisis de la información, para conocer con detalle las acciones desarrolladas por la empresa, sus áreas de oportunidad, e identificar de manera exhaustiva la problemática que prevalece y genera el incumplimiento de los requisitos de las normas concernientes al SIG; y que conduce a resumir que las no conformidades manifestadas pueden ser atendidas en su totalidad, a través de acciones que conllevan recursos financieros, con simples acciones de la aplicación de documentos técnicos. El diagnóstico permitió establecer que la causa esencial de los problemas del aseguramiento metrológico y de la calidad es la falta de un SIG de las mediciones, que provea los elementos básicos relacionados con la metrología y sus interrelaciones, con la finalidad de asegurar la mejora de la calidad en los procesos de medición y parámetros de calidad de los hidrocarburos.
- Así también, el desarrollo del análisis multicriterio para la selección de las alternativas planteadas, demostró ser una valiosa herramienta de apoyo para identificar y asumir la mejor decisión; en consecuencia, se consiguió presentar la estructura para definir la política y objetivos integrados, indicadores de desempeño y un listado de procedimientos claves para articular y alinear el diseño e implementación del SIG.

- En el desarrollo de la investigación, se determinó un plan de actividades que establece mecanismos para realizar nuevas metodologías y acciones en la organización; como es la implementación del SIG. Por otro lado, se elaboró un presupuesto general, basado en los elementos básicos no existentes y que se deberán considerar en la propuesta y para el cumplimiento del programa de implementación.
- La propuesta del SIG de esta investigación, puede generar ventajas competitivas, mejora del mercado y las relaciones con empresas de este sector, como resultado de un mejor desempeño en materia de calidad, procesos de medición, y del desempeño de laboratorios de ensayo o calibración, ya que está orientada al cumplimiento de los requisitos comunes para integrar los sistemas de las normas ISO 9001:2015, ISO 10012:2003 e ISO 17025:2017, haciéndola flexible y accesible, a diferencia de las empresas que los aplican de forma aislada.
- Asimismo, permitirá atender las brechas identificadas dentro de la empresa y sumarse al cambio que han experimentado diferentes organizaciones, ya que entre otros beneficios facilitará el desarrollo de los procesos de auditoría con fines de certificación. No obstante, la efectividad del SIG depende de diversos factores, entre ellos: responsabilidad de las áreas y personal involucrado, gestión de recursos, infraestructura, métodos de supervisión de los productos y servicios, actividades de mejora de la calidad, análisis de datos, y requisitos para el proceso de supervisión interna y externa.
- Finalmente, la investigación representa un caso de interés y una aportación novedosa dentro de la literatura relacionada con sistemas integrados de gestión, ya que presenta el desarrollo y diseño enfocado a procesos específicos para su aplicación en el sector hidrocarburo.

RECOMENDACIONES

Se sugiere, ejecutar un análisis del entorno, con el propósito de identificar los diferentes factores tanto internos como externos incluidos en su contexto y que funcionen como insumos para desarrollar acciones estratégicas para el SIG. Así también, es esencial establecer revisiones frecuentes de todas las actividades que conforman el SIG, con el objetivo de verificar su adecuado funcionamiento y nuevas oportunidades para su mejora.

Además, es necesario implementar una estrategia de acercamiento previo a la implementación y realizar un análisis del entorno para fortalecer la definición de la misión, visión y una política del SIG orientada hacia la mejora y sostenibilidad, por consiguiente, el establecimiento de objetivos y metas, para que se lleve a cabo de manera exitosa. Por lo que, es oportuno estudiar la alineación existente entre la política integral del SIG y la estrategia institucional para una disposición de perspectiva conjunta.

Por otro lado, debido a que adoptar y desarrollar una nueva propuesta metodológica que involucra diversas áreas de la empresa representa un cambio en la cultura organizacional y para algunos un cambio revolucionario, se recomienda aplicar la propuesta de forma gradual y sencilla, así como el desarrollo de actividades sistemáticas de sensibilización, con el objetivo de alcanzar el pleno compromiso e involucramiento del personal de todos los niveles de la empresa, con la intención de lograr un proceso de adaptación satisfactorio que elimine la resistencia al cambio, que rompa paradigmas y mejore la receptividad de los trabajadores.

En consecuencia, se debe establecer el alcance del sistema y designar a los colaboradores responsables del diseño e implementación, así como a los involucrados en el seguimiento constante de la documentación del cumplimiento del SIG, para quienes se deberá garantizar la formación y competencia como estrategia fundamental para generar compromiso y toma de conciencia.

Por otra parte, es sustancial que la organización implemente acciones encaminadas a la calidad, atendiendo los requisitos normativos, estatuarios, legales y reglamentarios vigentes que le apliquen, a través de la elaboración de un plan de trabajo anual que le garantice mantener las actualizaciones correspondientes, el cual puede ser enriquecido y sostenido con las actividades planteadas en la investigación. Adicionalmente, la organización debe revisar periódicamente la documentación concerniente con cada proceso, con el objetivo de garantizar su adecuación y aplicación, asegurando su actualización en caso de existir modificaciones en el desarrollo de las actividades.

Además, se debe conservar el compromiso constante de la alta dirección con el SIG, avalando su eficacia ante posibles escenarios cambiantes del mercado y/o cambios representativos que pudieran alterar su estructura.

Por otro lado, los costos presentados para la ejecución del SIG son susceptibles a modificaciones y mejoras, con la finalidad de profundizar y detallar los costos asociados a la calidad y a nuevos elementos indispensables para el SIG. Por lo antes expuesto, el presupuesto final dependerá del alcance del SIG.

Finalmente, la propuesta presentada en este trabajo puede ser implementada en empresas afines; sin embargo, se recomienda realizar su prevalidación en una segunda etapa, para comprobar si permite asegurar la confiabilidad de los resultados, conocer los resultados de aceptabilidad, detectar posibles áreas de oportunidad y ajustes del modelo, así como valorar posibles recomendaciones para su optimización.

APORTACIÓN DE LA TESIS

La presente propuesta de un SIG logra la integración a partir de un proceso que vincula los sistemas de gestión dentro de una estructura común, cubriendo los aspectos de negocio encaminados a la calidad de los procesos de medición y servicio a clientes, garantizando la realización de sus procesos sin descuidar ninguna etapa, demostrando ventaja competitiva y abriendo puertas para la obtención de certificaciones que respalden la realización de las actividades con estándares de calidad. Las principales aportaciones de la propuesta a la organización son las siguientes: le permite ofertar servicios de mayor calidad; mejorar la ejecución operativa; optimizar los métodos internos de gestión; reducir documentación; establecer directrices integradas coherentes para el personal; garantizar el uso racional de los recursos; incrementar la motivación del personal; reducir conflictos interfuncionales, permitiendo la mejora del clima laboral; facilitar la formación y desarrollo del personal; unificar y dar mayor coordinación de auditorías; minimizar costos; incrementar la satisfacción y preferencia de clientes; eliminar dudas y redundancias entre los estándares; proporcionar una mejor alineación de las políticas y objetivos estratégicos, tácticos y operativos; agilizar tiempos de respuestas en actividades y mejorar la imagen externa de la empresa. Adicionalmente, la investigación ofrece herramientas confiables para medir el nivel de cumplimiento de los requisitos de las normas, y pueden ser aplicadas para incrementar o innovar áreas de oportunidad en la organización.

APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS

Desde el punto de vista social, valorando que la empresa contará con un diseño que garantice la calidad en los procesos de medición, se asegura la confianza y seguridad de los clientes; en este sentido, brinda ventajas competitivas en el mercado para la apertura de nuevos negocios y fuentes de empleo. Por otra parte, la propuesta presenta una estructura abierta de carácter holístico, característico de los SIG's, misma que puede adaptarse y ayudar a otras empresas que desarrollen servicios afines al proceso de medición, en función de sus políticas, objetivos, y del entorno de la empresa. De la misma manera, los beneficios de la propuesta no son ajenos para las áreas de gestión del talento humano interno y externo que se vincula al SIG. Entre otros, la propuesta busca optimizar las funciones y actividades que se ejecutan por el personal y está diseñada para lograr el bienestar continuo de estos, puesto que son el recurso más valioso de la organización; contar con colaboradores felices y seguros en sus puestos de trabajo es proporcional a la consecución de los objetivos y metas de una organización. En este sentido, el personal potencializa sus capacidades y mejora su desempeño a través de procesos de desarrollo continuos, garantiza su crecimiento profesional y en general, adquiere competencias y habilidades para desempeñarse dentro y fuera de su área de trabajo.

REFERENCIAS

- AENOR. (2005). *UNE 66177:2005 Sistemas de gestión – guía para la integración de los sistemas de gestión*. Madrid, España.
- Antúñez, V. I. (2016). Sistemas integrados de gestión: de la teoría a la práctica empresarial en Cuba. *Cofín Habana*, 11(2), 1-28.
- Araníbar, L. E., & Callamanda, R. L. (2008). Análisis de requerimientos mediante la aplicación de AHP como base para el desarrollo del diseño conceptual de un buque tipo LCU. *Ciencia & Tecnología de Buques*, 3(2), 47-58.
- Arévalo, D. X., & Padilla, C. (2016). Medición de la Confiabilidad del Aprendizaje del Programa RStudio Mediante Alfa de Cronbach. *Politécnica*, 37(2), 1-8.
- Arias, J. L. (2007). *Proyecto de investigación. Manual para la elaboración de un sistema de gestión de las mediciones*.
- Arias, J. L. (2016). *Facilidades para la elaboración de un sistema de gestión de las mediciones integrado a un sistema de gestión de la calidad*. Obtenido de <https://gestion-y-calidad.blogspot.com/2016/10/facilidades-para-la-elaboracion-de-una.html>
- Arrazola, J. R., & Zavala, J. C. (2014). Diseño metodológico para la selección de una muestra representativa de estudiantes universitarios. *Revista Economía y Administración (E&A)*, 5(1), 65-78.
- Baez, R. (2012). *Diseño del Sistema de Gestión de las Mediciones para los Procesos de Fabricación del CBQ*. Cuba: [Tesis de Maestría, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas]. Repositorio DSpace. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3833/Rosayda%20Baez%20Montesino.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benítez, J., & Izquierdo, J. (2019). Cómo tomar una decisión. Analytic Hierarchy Process: otro uso de las matrices. *La gaceta de la RSME*, 22(1), 61-79.
- Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S., & Heras, I. (2009). How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 17(8), 742-750. doi:10.1016/j.jclepro.2008.11.003

- Berumen, S. A., & Llamazares, F. (2007). La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el ahp) en un entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de Administración*, 20(34), 65-87.
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la Investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). *Cronbach's alpha*. BMJ.
- Bonilla, A., & Martínez, J. (2016). Deciphering the levels of integration of the integrated management systems. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 8(2), 15-37.
- Bravi, L., Murmura, F., & Santos, G. (2019). The ISO 9001:2015 quality management system standard: Companies' drivers, benefits and barriers to its implementation. *Quality Innovation Prosperity Journal*, 23(2), 64-82. doi:10.12776/QIP.V23I2.1277
- Bugdol, M., & Jedynek, P. (2015). *Integrated Management Systems*. USA: Springer. doi:10.1007/978-3-319-10028-9
- Calso, N., & Pardo, J. M. (2019). *Guía práctica para la integración de sistemas de gestión ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001*. Bogotá D.C.: Alfaomega Colombiana S.A.
- Caridad, R., Estabil, G., Villar, M. J., & Negrin, E. (2018). Significance of Management Integrated Systems in Oil Industry. *Cofín Habana*, 12(1), 241-255.
- Carrion, L. (2013). *Aplicación del método de las jerarquías analíticas para la toma de decisiones participativa en la gestión de fugas en redes de abastecimiento de agua*. España: [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València]. Repositorio UPV. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/37969/Tesina_MIHMA_LCarrion.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carvalho, K., Picchi, F., Camarini, G., & Chamon, E. (2015). Benefits in the implementation of safety, health, environmental and quality integrated system. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(4), 333-338. doi:10.7763/IJET.2015.V7.814.

- Checkland, P., & Poulter, J. (2020). Soft Systems Methodology. En & H. Reynolds M., *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide* (págs. 201-253). London: Springer. doi:doi: 10.1007/978-1-4471-7472-1_5
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology, 78*(1), 98–104. doi:https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98
- Cronbach, L. J., & Shavelson, R. J. (2004). My current thoughts of coefficient alpha and successor procedures. *Educational and Psychological Measurements, 64*(3), 391-418. doi:10.1177/0013164404266386
- Cuarán, P. A., & Martínez, C. A. (2016). *Diseño de un modelo de gestión integral de las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 17025:2005, OHSAS 18001:2007 y BPM, en el marco de la responsabilidad social empresarial en la organización Carval S.A.* Santiago de Cali, Colombia: [Tesis de Licenciatura, Universidad del Valle]. Biblioteca digital de la Universidad del Valle. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/10823/CB-0565365.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dávila, L. M. (2018). *Teoría de las restricciones como modelo de gestión y proceso administrativo de la empresa servicios logísticos F&B SAC, Lurin, 2018.* Perú: [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23241/Davila_ZLM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Davis, F. B. (1964). *Educational measurements and their interpretation.* Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- DGPEP. (2020). *Manual de organización de la Subdirección de Producción Región Sur.* México: Dirección General de Pemex Exploración y Producción. Clave MO-3000-15000-00.
- DOF. (2015). *Lineamientos técnicos en materia de medición de hidrocarburos.* Comisión Nacional de Hidrocarburos. Diario Oficial de la Federación.
- Duque, D. (2017). Modelo teórico para un sistema integrado de gestión (seguridad, calidad y ambiente). *Ingeniería Industrial. Actualidad y nuevas tendencias, 5*(19), 115-130.

- Forbes, R. (2014). Estructura de alto nivel de la ISO y su impacto en las normas de sistemas de gestión. *Éxito Empresarial*(277), 1-3.
- García, A. P., & Cepeda, W. J. (2014). Proposal for an integrated management system for university research laboratories. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 6(1), 35-47.
- García, M. S., & Lamata, M. T. (2006). Un problema de mantenimiento basado en el proceso analítico jerárquico. *X Congreso internacional de ingeniería de proyectos valencia*, 2608-2617.
- García, Y., & Suárez, N. C. (2016). Methodological proposal for the integration of a document management system based on NTC ISO 9001, NTC GP1000 and ISO / IEC 17025. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 8(2), 105-117.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference (11.0 update)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Gómez, R. A., Zuluaga, A., & Vásquez, G. L. (2015). Método AHP utilizado para mejorar la recepción en el centro de distribución de una empresa de alimentos. *Ingenierías USBMed*, 6(2), 5-14.
- González, C. A., Manrique, C., & Grajales, H. (2014). Formulación de un modelo conceptual para la gestión de la información en la producción de ovinos y caprinos: 1. Análisis de los sistemas de gestión y definición de las fronteras del modelo. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 61(3), 284-301.
- González, J. A., & Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Publicando*, 2(1), 62-77.
- Grande, I., & Abascal, E. (2014). *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. Madrid: ESIC Editorial.
- Hadi, A., & Mohamadghasemi, A. (2011). A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3346–3352. doi:10.1016/j.eswa.2010.08.119
- Hair, J. F., Tatham, R. L., Anderson, R. E., & Black, W. (2005). *Análise multivariada de dados*. . Porto Alegre: Bookman.

- Hamidi, N., Omidvari, M., & Meftahi, M. (2012). The effect of integrated management system on safety and productivity indices: Case study; Iranian cement industries. *Safety Science*, 50(5), 1180-1189.
doi:10.1016/j.ssci.2012.01.00
- Heras, I., Bernardo, M., & Casadesús, M. (2007). La integración de sistemas de gestión basados en estándares internacionales: resultados de un estudio empírico realizado en la CAPV1. *Revista de dirección y administración de empresas*(14), 155-174.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hsu, C. S., & Robinson, P. R. (2019). *Petroleum Science and Technology*. USA: Springer. doi:10.1007/978-3-030-16275-7
- IBM. (2011). *IBM SPSS Statistics for Windows, Versión 20*. Armonk, NY: IBM Corp.
- IMNC. (2004). *Norma Mexicana NMX-CC-10012-IMNC-2004, Sistemas de gestión de las mediciones-requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición*. México: Instituto Mexicano de normalización y certificación. Diario Oficial de la Federación.
- IMNC. (2016). *Norma Mexicana NMX-CC-9001-IMNC-2015, Sistemas de gestión de calidad*. México: Instituto Mexicano de normalización y certificación. Diario Oficial de la Federación.
- IMNC. (2018). *Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2018, Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. México: Instituto Mexicano de normalización y certificación. Diario Oficial de la Federación.
- IMNC. (2018). *Norma Mexicana NMX-SAST-31010-IMNC-2018, Gestión del riesgo-Técnicas de evaluación del riesgo*. México: Instituto Mexicano de normalización y certificación. Diario Oficial de la Federación.
- Jiménez, G., Novoa, L., Ramos, L., Martínez, J., & Alvarino, C. (2018). Diagnosis of initial conditions for the implementation of the integrated management system in the companies of the land cargo transportation in the city of Barranquilla (Colombia). En C. Stephanidis, *HCI International 2018 – Posters' Extended Abstracts. HCI 2018. Communications in Computer and*

- Information Science* (págs. 282-289). Springer. doi:doi:10.1007/978-3-319-92285-0_39
- Kaplan, R., & Saccuzzo, D. (2017). *Psychological testing: principles, applications, and issues*. USA: CENGAGE Learning.
- Landis, J. R., & Kosh, G. G. (1977). *The measurement of observer agreement for categorical data*. *Biometrics*.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados*. México: Pearson Educación.
- Márquez, L., & Baltierra, E. (2017). The hierarchical analytical process as a methodology for selecting scientific journals in the biotechnology area. *e-Ciencias de la Información*, 7(2), 1-21.
doi:http://dx.doi.org/10.15517/eci.v7i2.26817
- Matthiensen, A. (2011). Uso do coeficiente alfa de cronbach em avaliações por questionários. *Publicações Técnico Científicas da Embrapa Roraima*, 1(1), 1-31.
- Mesquida, A. L., Mas, A., Amengual, E., & Cabestrero, I. (2010). Sistema de Gestión Integrado según las normas ISO 9001. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 6(3), 25-34.
- Miguel, J. L. (2013). PAS 99 Especificación de los requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración. *Calidad*, 1, 8-12.
- Muñoz, R. R. (2019). *Análisis de la situación actual de la metodología para proyectos de servicios tecnológicos. Caso CIATEQ AC*. Querétaro, México: [Tesis de Maestría, Centro de Tecnología Avanzada]. Repositorio CIATEQ. Obtenido de <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/375/1/Mu%C3%B1ozChavezRaulRoberto%20MDGPI%202019.pdf>
- Murphy, K. R., & Davidshofer, C. O. (1988). *Psychological testing: Principles and applications*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Olaru, M., Maier, D., Nicoară, D., & Maier, A. (2014). Establishing the basis for Development of an Organization by Adopting the Integrated Management Systems: Comparative Study of Various Models and Concepts of

- Integration. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 693-697.
doi:10.1016/j.sbspro.2013.12.531
- OMN. (2018). *Specification of common management system requirements as a framework for integration (PAS-99)*. La Habana, Cuba.
- Ortiz, Y. (2018). El impacto de los sistemas integrados de gestión HSEQ en las organizaciones de américa latina: una revisión sistemática. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 12(2), 76-93.
- Parra, R. A. (2015). *Diseño del plan de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la compañía Rivalesa S.A.* Ecuador: [Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil]. Repositorio de la Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20919/1/RPL-Maestria%20SIG-Tesis.pdf>
- Pasquali, L. (2003). *Psicometria teoria dos testes na psicologia e na educação*. Vozes. Obtenido de https://books.google.com.mx/books/about/Psicometria.html?id=D_Y4DwAAQBAJ&redir_esc=y
- PEMEX. (2021). *Plan Rector para la medición de hidrocarburos en PEMEX Exploración y Producción 2021-2024*. México: Dirección General de PEMEX Exploración y Producción.
- Peterson, R. A. (1994). A Meta-Analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. *Journal of Consumer Research*, 21(2), 381. doi:<https://doi.org/10.1086/209405>
oi:10.1086/209405
- Purata, O. J., & Cruz, J. (2016). Integración de Sistemas de Gestión Normalizados: el caso de una empresa cementera en México. *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*, 2(4), 34-39.
- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2), 248-252.
- Rego, H., Torres, G., & Arica, J. (2010). Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. *Produto & Produção*, 11(2), 85-103.

- Reyes, O. (2008). El sistema internacional de unidades en la unión Cuba petróleo. *Boletín Científico Técnico INIMET*(1), 19-21.
- Rivera, F. A. (2015). Approach to integrating management systems in the hydrocarbon sector service companies. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 7(1), 127-145.
- Robert, M., & Bataller, M. (2016). Modelo de sistema integrado de gestión para una dirección de investigación medioambiental de Biocubafarma. *CENIC. Ciencias Químicas*, 47, 6-16.
- Rodríguez, R., & Rivera, C. (2008). *Uso de ISO 10012 en el Modelo de Integración de ISO/IEC 17025 en un Sistema ISO 9001*. Santiago de Querétaro, México: Simposio de Metrología 2008.
- Santos, G., Talapatra, S., Uddin, K., & Carvalho, F. (2019). Main benefits of integrated management systems through literature review. *International Journal for Quality Research*, 13(14), 1037-1054. doi:10.24874/IJQR13.04-19
- Sorkhabi, R. (2017). Petroleum Industry. En R. Sorkhabi, *Encyclopedia of Petroleum Geoscience. Encyclopedia of Earth Sciences Series* (págs. 1-2). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-02330-4_19-1
- Souza, J. P., & Alves, J. M. (2018). Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2667-2682. doi:10.1016/j.jclepro.2017.11.144
- Treto, R., & Torres, M. L. (2004). ISO 10012: 2003 una nueva norma de la familia ISO 9000 para sistema de gestión de las mediciones. *Revista de Normalización*, 2(3), 42-46.
- Tuapanta, J. V., Duque, M. Á., & Mena, A. P. (2017). Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios. *MKTDescubre*(10), 37-48.
- Vázquez, F. E. (2006). *Sistemas de gestión de las mediciones. Una herramienta eficaz que ayuda a la gestión de la calidad*. Obtenido de <http://www.socict.holguin.cu/html/boletines/2006/diciembre/html/originales%20word/articulo2.doc>
- Vidal, E., & Soto, E. (2013). Implantación de los sistemas integrados de gestión. *Book of Proceedings – TMS Algarve*, 4, 1112-1121.

Vieira, S. (2009). *Como elaborar questionários*. São Paulo: Atlas S.A.

ANEXOS

ANEXO A. LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA ISO 9001:2015

Tabla A1. Lista de verificación para la revisión de los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
4. Contexto de la organización				
4.1 Comprensión de la organización y de su contexto				
4.1	¿Se han determinado las cuestiones internas y externas que son relevantes para la organización y para la propuesta estratégica de la misma que pueden afectar a los resultados esperados dentro del sistema de gestión?		X	La organización no ha determinado los procesos necesarios para el SGC, y no tiene evidencia de la identificación ni tratamiento de factores internos y externos.
	¿La organización puede demostrar que se hace un seguimiento y revisión de la información sobre las cuestiones internas y externas que influyen o pueden influir sobre el sistema de gestión?		X	No se tiene evidencias de la estrategia detallada de cómo abordar la implementación de un SGC. No ha realizado el seguimiento, medición y análisis de los procesos.
4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas				
4.2	¿La organización dispone de un procedimiento para la identificación inicial de las partes interesadas y de aquellos requisitos que se consideran relevantes para el SGC?		X	No se cuenta con un procedimiento para la identificación inicial de las partes interesadas. No se tiene evidencias de la estrategia detallada de cómo abordar la implementación de un SGC.
	¿La organización puede demostrar que hace seguimiento y revisión de una forma regular de la información relevante de las partes interesadas?		X	No se cuenta con un procedimiento para la identificación inicial de las partes interesadas. No se tiene evidencias de la estrategia detallada de cómo abordar la implementación de un SGC.
4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad				
4.3	¿El alcance del SGC de la organización se ha determinado teniendo en cuenta las cuestiones internas y externas de la organización, así como los requisitos relevantes de las partes interesadas?		X	La organización no cuenta con un SGC, por lo cual no se tiene evidencia de los aspectos internos y externos ni los requisitos de las partes interesadas.
	¿El alcance de la organización se encuentra documentado?		X	Se cuenta con algunos documentos que establecen algunos alcances, sin embargo, no se tiene evidencias de la estrategia detallada de cómo abordar ni implementar un SGC. Documentos Internos: <ul style="list-style-type: none"> • Oficio PEP-DG-032-2021 con base al Acuerdo del Director General de Petróleos Mexicanos DG/06/2021. • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales • Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024.
	¿Cualquier exclusión o no aplicación de una cláusula se encuentra justificada y registrada tanto la no aplicación como su justificación?		X	No se tiene evidencias de la exclusión o no aplicabilidad de alguna cláusula y su justificación ya que no se cuenta con un SGC.
4.4 Sistema de gestión de la calidad y sus procesos				
4.4	¿El SGC se ha establecido de forma que se incluyen todos los procesos necesarios, así como su secuencia de interacción?		X	No se tiene evidencias de la estrategia detallada de cómo abordar la implementación de un SGC.
	¿La organización ha desarrollado sistemas de seguimiento de los procesos por medio de indicadores y otras herramientas, ha establecido las responsabilidades, entradas del proceso y salidas del proceso?		X	Se tienen definidos algunos objetivos de calidad, sin embargo, no cubren los alcances que requiere la normatividad de un SGC. Documentos Internos:

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
				<ul style="list-style-type: none"> • Oficio PEP-DG-032-2021 con base al Acuerdo del Director General de Petróleos Mexicanos DG/06/2021. • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales. • Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024.
5 Liderazgo				
5.1 Liderazgo y compromiso				
5.1	¿La alta dirección se responsabiliza de la eficacia del SGC?		X	La alta dirección es consciente de la importancia del cumplimiento de los requisitos, sin embargo, no se han realizado revisiones por la alta dirección ya que no se cuenta con un SGC implementado.
5.1	¿La alta dirección se asegura de que la política y los objetivos de calidad se han establecido y se han comunicado?		X	No cuenta con una política de calidad. Existen los objetivos de calidad, se comunican a un sector de la empresa y no se cuenta con una estrategia sustentable para mejorar los resultados o cumplimiento de los objetivos.
5.1	¿La alta dirección se asegura que los requisitos del SGC se encuentran integrados dentro del propio negocio de la organización?		X	Derivado a que no se cuenta con un SGC iniciado ni implementado, la alta dirección no se asegura que los requisitos se encuentren integrados.
5.1	¿La alta dirección promueve la concienciación del pensamiento basado en el análisis de riesgos y en la gestión del sistema basada en procesos?		X	Aunque se tiene un mapa de procesos, no existe un enfoque a procesos ni pensamiento basado en riesgos.
5.1	¿La alta dirección ha comunicado a todos los niveles de la organización la importancia de una gestión eficaz de la calidad?		X	Derivado a que no se cuenta con un SGC iniciado ni implementado, la alta dirección no comunica a todos los niveles de la organización, la importancia de una gestión eficaz.
5.1	¿Se han determinado adecuadamente todos los requisitos de los clientes, así como todos los requisitos legales y reglamentarios que son de aplicación, además los mismos son entendidos y comunicados a través de la organización?		X	Derivado a que no se cuenta con un SGC iniciado ni implementado, no se cuenta con evidencia de que se tienen determinados adecuadamente todos los requisitos de los clientes, así como legales y reglamentarios.
5.1	¿Los riesgos y oportunidades que pueden afectar a la conformidad de los productos o servicios o la capacidad de satisfacer al cliente se han determinado y se actúa sobre ellos?		X	Debido a que los objetivos de calidad aún se encuentran en un periodo de entendimiento y uno de ellos es la conformidad de los productos o servicios, no existe evidencia de actuar sobre ellos.
5.2 Política				
5.2	La alta dirección, ¿ha determinado una política de calidad que cumple con los requisitos del A al D de la cláusula 5.2.1?		X	La organización no cuenta con política de calidad, por lo que no existe evidencias de cumplir con los requisitos de la cláusula 5.2.1.
5.2	¿La política de calidad se encuentra documentada?		X	No se cuenta con una política de calidad.
5.2	¿La política de calidad se ha comunicado y es entendida dentro de la organización?		X	Derivado a que no se cuenta con una política de calidad, no se tiene evidencia de su comunicación.
5.2	¿La política de calidad se encuentra disponible a aquellas partes interesadas que son relevantes para la organización?		X	Derivado a que no se cuenta con una política de calidad, no se tiene evidencia que se encuentre disponible.
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización				
5.3	¿La alta dirección se ha asegurado que, dentro de la organización, las responsabilidades y autoridades para aquellos roles que se consideran relevantes se han asignado, comunicado y las mismas son entendidas?	X		<p>Se han asignado responsabilidades a las diferentes autoridades y sus roles considerados relevantes.</p> <p>Documentos Internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficio PEP-DG-032-2021 con base al Acuerdo del Director General de Petróleos Mexicanos DG/06/2021. • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
				<p>Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024. Estatuto Orgánico de PEP, publicado en el DOF el 26 de junio del 2019. Manual de Organización de la Subdirección de Producción Región Sur, código MO-3000-15000-00 vigente a partir del 2 de abril de 2020.
5.3	¿La organización ha asignado las responsabilidades que recaían en el representante de la dirección, dentro del nuevo sistema?		X	No hay evidencia de reasignar las responsabilidades de la dirección, no se cuenta con SGC.
5.3	¿La alta dirección ha asignado responsabilidades y autoridades en el caso de que se vayan a realizar cambios en el sistema de gestión de calidad?		X	Se han asignado responsabilidades a las diferentes autoridades, no obstante, no existe un sistema de gestión de calidad por lo que no hay evidencias de cambios.
6 Planificación				
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades				
6.1	¿La organización dispone de una sistemática que asegure la identificación de los riesgos y oportunidades y que también asegure que se toman acciones sobre estos riesgos y oportunidades?		X	No se identifican los riesgos y oportunidades que aseguren acciones.
6.1	¿La organización ha identificado y actúa sobre aquellos riesgos y oportunidades sobre los que es necesario actuar para que el sistema de gestión alcance los resultados esperados?		X	No se identifican los riesgos y oportunidades que aseguren acciones, no existe un sistema de gestión de calidad.
6.1	¿La organización ha planificado acciones sobre los riesgos y oportunidades identificados como relevantes para el sistema de gestión y estas acciones se han integrado dentro del sistema de gestión?		X	No se planifican acciones ya no existe un sistema de gestión de calidad.
6.2 Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos				
6.2	¿La organización ha establecido objetivos de calidad sobre las funciones, procesos y niveles relevantes?		X	Solo se tienen objetivos de calidad sobre los procesos, pero no para las funciones y niveles relevantes.
6.2	¿Los objetivos de calidad están en línea con la política de calidad de la organización?		X	No se tiene evidencia de que los objetivos de calidad estén alineados, ya que no se tiene una política de calidad.
6.2	¿Los objetivos de calidad son relevantes para la conformidad de los productos y servicios y/o para la mejora de la satisfacción del cliente?		X	Los objetivos de calidad son relevantes para la conformidad de los productos y servicios, sin embargo, se desconoce la satisfacción del cliente.
6.2	¿Los objetivos de la organización son medibles y tienen en cuenta los requisitos aplicables?	X		Los objetivos de la organización son medibles y tienen en cuenta los requisitos aplicables. No obstante, solo son indicadores de algunos procesos, pero no para las funciones y niveles relevantes.
6.2	¿Los objetivos son comunicados a través de toda la organización?		X	Los objetivos, no son comunicados a través de toda la organización.
6.2	¿La organización dispone de mecanismos para hacer seguimiento de los objetivos de calidad y del cumplimiento de los mismos?		X	Existen algunas evidencias de hacer seguimiento de los objetivos de calidad y su avance de cumplimiento. Aclarando que solo es para algunos procesos.
6.2	¿La información sobre los objetivos se encuentra documentada y archivada?		X	Existen algunas evidencias de que se encuentra documentada y archivada la información de los objetivos de calidad. Aclarando que solo es para algunos procesos.
6.2	<p>Cuando se planifica la consecución de objetivos se tiene en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las acciones requeridas Los recursos requeridos Las responsabilidades Los plazos Cómo se van a evaluar los resultados. 		X	Existen algunas evidencias de que se cuenta con algunas acciones, recursos, responsabilidades y plazos. Aclarando que solo es para algunos procesos.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
6.3 Planificación de los cambios				
6.3	¿La organización dispone de un plan o procedimiento para determinar la necesidad de cambios en el SGC y la gestión de la implementación de los cambios planificados?		X	No se dispone de un procedimiento para determinar la necesidad de cambios en un SGC.
7 Apoyo				
7.1 Recursos				
7.1.1	¿La organización ha determinado y proporciona todos los recursos necesarios para el establecimiento, implantación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión incluyendo tanto los recursos internos como los externos?		X	La empresa no ha determinado los recursos necesarios para el establecimiento del SGC.
7.1.2	¿La organización ha determinado y proporciona el personal necesario para la implementación efectiva del sistema de gestión de calidad, sus procesos y operativa?		X	La empresa no ha determinado los recursos humanos necesarios para implementar el SGC. Se tiene personal necesario para la implementación, sin embargo, no se rigen por las funciones encomendadas en el manual de organización o a sus designaciones por la dirección.
7.1.3	¿La organización proporciona y mantiene una infraestructura necesaria para la operación de los procesos y para conseguir la conformidad de los productos o servicios?		X	La organización cuenta con infraestructura mínima necesaria para la operación de los procesos, no obstante, no se encuentra en función de la conformidad de los productos o servicios.
7.1.4	¿La organización ha determinado, proporciona y mantiene los ambientes necesarios para la correcta operación de los procesos y para alcanzar la conformidad de los productos y servicios?		X	La organización no ha determinado, proporcionado y mantenido los ambientes necesarios para la correcta operación de los procesos y para alcanzar la conformidad de los productos y servicios.
7.1.5	Cuando el seguimiento y medición se emplea para evidenciar la conformidad de nuestros productos o servicios con las especificaciones. ¿La organización ha determinado y proporciona los recursos necesarios para demostrar que se obtiene resultados adecuados?		X	La organización no ha determinado, proporcionado y demostrado que se obtienen resultados adecuados.
7.1.5	¿La organización dispone de información documentada que evidencie e identifique todos los recursos de seguimiento y medición y que evidencie que los mismos son adecuados para su propósito?		X	Existen algunas evidencias de que se dispone de información referente a que los productos son adecuados para su propósito, sin embargo solo son para algunos procesos y no son sistemáticos.
7.1.5	Si se determina que la trazabilidad de los equipos de seguimiento y medición es esencial o la organización determina que tiene que mantener una trazabilidad; ¿Estos equipos son calibrados antes de su uso o a intervalos adecuados?		X	Existen algunas evidencias de que se determine la trazabilidad y se calibran, pero no con la frecuencia adecuada, sin embargo solo son para algunos procesos y no son sistemáticos.
7.1.5	¿Se han establecido medidas si se detecta que algún equipo está dañado, desajustado o deteriorado?		X	Las medidas son que, cuando un equipo se encuentra dañado, se sustituye en función de la disponibilidad de las refacciones o de su adquisición, lo cual puede tardar.
7.1.6	¿La organización ha determinado los conocimientos que son necesarios para operar los procesos y alcanzar la conformidad de los productos y servicios?		X	El equipo de trabajo no cuenta con experiencia y los conocimientos necesarios para la ejecución de proyectos y demás actividades para la conformidad de los productos.
7.1.6	¿El conocimiento de la organización se mantiene y se pone a disposición en la medida de lo necesario?		X	No se tiene evidencia de que el conocimiento se mantiene y se pone a disposición.
7.1.6	¿La organización dispone de un proceso para revisar las nuevas necesidades de conocimiento cuando se hace necesaria la introducción de cambios?		X	No se dispone de un proceso o procedimiento para revisar las nuevas necesidades de conocimiento.
7.2 Competencia				
7.2	¿La organización se ha asegurado que las personas que pueden influir en el desarrollo y eficacia del SGC son competentes con base en la educación, formación o experiencia?		X	La organización no se asegura que las personas son competentes para el desarrollo y eficacia de un SGC.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
7.2	Si es necesario, ¿La organización ha tomado las acciones necesarias para adquirir aquellas competencias sobre las que se detectaron deficiencias?		X	La organización toma acciones parciales para adquirir competencias, sin embargo, el personal técnico no se dedica sistemáticamente por lo que no se incrementa la curva de aprendizaje.
7.2	¿La organización dispone de información documentada que demuestre la competencia?		X	No se tiene evidencias de las competencias del personal. Solo se cuenta con diplomas o reconocimientos, pero no demuestran las competencias.
7.3 Toma de conciencia				
7.3	¿La organización está segura de que todo el personal que trabaja para la organización, incluyéndose subcontratistas, tiene conocimientos de la política de calidad, de los objetivos de calidad que influyen en su puesto de trabajo, cómo su puesto contribuye al sistema de gestión de calidad y qué consecuencias tiene el no ajustarse a los requisitos del sistema?		X	La organización no está segura de que todo el personal y subcontratistas tienen conocimiento de los objetivos de calidad y cómo sus puestos están relacionados. No se cuenta con política de calidad.
7.4 Comunicación				
7.4	¿La organización ha determinado las comunicaciones internas y externas que son relevantes para el SGC?		X	No cuenta con un SGC.
7.4	¿La organización ha determinado a quién se comunica, cómo se comunica y cuando se comunica?		X	No se ha determinado a quién se comunica, cómo se comunica y cuando se comunica, derivado a que no se cuenta con un SGC
7.5 Información documentada				
7.5	¿La organización ha establecido qué información documentada es necesaria para mantener la efectividad del sistema?		X	La organización no ha establecido qué información documentada es necesaria para mantener la efectividad del sistema, ya que no cuenta con un SGC.
7.5	¿La organización dispone de la información documentada que obliga la ISO 9001:2015?		X	No se tiene evidencia de que la organización dispone de la información documentada que obliga la ISO 9001:2015. No se tiene inicio de un SGC.
7.5.2	¿La documentación establecida por la organización es apropiada, se encuentra correctamente identificada y descrita, se encuentra en el formato adecuado y es accesible aquellas partes que la necesitan?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
7.5.2	¿La documentación de la organización se encuentra revisada y aprobada?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
7.5.3	La información documentada ¿está disponible donde y cuando sea necesario y es adecuado para su uso?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
7.5.3	La información documentada ¿está adecuadamente protegida (ej. contra pérdida de confidencialidad, uso inapropiado, pérdida de integridad)?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
7.5.3	Para el control de la información documentada ¿la organización dispone de una sistemática de distribución, acceso, recuperación, uso, almacenamiento, conservación (incluyéndose la preservación de la legibilidad) control de cambios y la retención y disposición de la información documentada?		X	Se dispone para algunos procesos de forma parcial. Sin embargo, no garantiza la conservación de la documentación.
7.5.3	¿Ha determinado la organización la información documentada de origen externo que es necesaria para su operativa, así como el control que hay que ejercer sobre la misma?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
7.5.3	¿La información documentada que se mantiene como evidencia de cumplimiento, está protegida de alteraciones no deseadas?		X	Se cuentan con plataformas institucionales, para determinada información. No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8 Operación				
8.1 Planificación y control operacional				
8.1	¿La organización ha establecido procedimientos para la provisión de productos y servicios para cumplir con los requisitos de los productos y servicios, incluidos los criterios para el proceso, los criterios de aceptación del producto / servicio y los recursos		X	La organización no ha establecido procedimientos para la provisión de productos y servicios para cumplir con los requisitos de los productos y servicios, incluidos los criterios para el proceso, los

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
	necesarios para dar conformidad a los productos / servicios?			criterios de aceptación del producto / servicio y los recursos necesarios para dar conformidad.
8.1	¿La organización puede demostrar que los procesos se controlan según lo planificado?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.1	La organización debe disponer de información documentada que permita asegurar que los procesos se llevan a cabo según lo previsto y que los productos y servicios que se están produciendo cumplen con los requisitos identificados y con los criterios de aceptación.		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.1	Cuando se planean cambios, ¿se llevan a cabo de una manera controlada y se toman acciones para mitigar los efectos adversos?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.2 Requisitos para los productos y servicios				
8.2.1	¿La organización ha establecido procesos para la comunicación con los clientes, relativas a la información sobre los productos y servicios, consultas, contratos o atención de pedidos?		X	Se basan en las especificaciones establecidas en los contratos, sin embargo, no existe un proceso sistemático para la comunicación con los clientes y partes interesadas. No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.2.2	¿Se han definido los requisitos de los productos o servicios, incluyéndose los requisitos legales, reglamentarios y otros que se consideren necesarios?	X		Los requisitos son definidos a través de los documentos técnicos para las bases de licitación, en contratos de servicios o suministros.
8.2.2	La organización debe demostrar que las declaraciones asociadas a los productos o servicios se pueden cumplir en todos los casos.		X	Se demuestra para aquellos procesos que dispongan de servicios a través de un contrato específico, pero no para todos los procesos que lo requieran.
8.2.3	¿La organización dispone de un procedimiento para la revisión de los requisitos de los productos y servicios antes de ser estos ofertados al cliente?		X	No existen criterios para la revisión, y no se cuenta con procedimiento.
8.2.3	¿La revisión de los requisitos tiene en consideración, los requerimientos establecidos por el cliente, los requisitos no establecidos expresamente por el cliente, pero que sabemos que son necesarios para el producto o servicio sea adecuado al uso especificado o previsto por el cliente y, todos los requisitos legales o reglamentarias aplicables en relación con el producto o servicio?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.2.3	¿Las revisiones se hacen siempre antes de ofrecer de forma definitiva el producto o servicio al cliente?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.2.3	¿La organización documenta los resultados de las revisiones de los requisitos y sobre las nuevas exigencias sobre productos o servicios?		X	No se tiene evidencia, ya que no cuenta con un SGC.
8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios				
8.3.1	Si hacemos diseño y desarrollo. ¿La organización dispone de un procedimiento que se encuentra en línea con los requisitos de la nueva norma?		X	No se dispone de un procedimiento que se encuentre en línea con los requisitos de un nuevo producto.
8.3.2	La organización en la determinación de las etapas y los controles para el diseño y desarrollo, ¿Ha tenido en cuenta todos los elementos que figuran en la cláusula 8.3.2 A - J?		X	No se tiene evidencia de la determinación de las etapas y los controles para el diseño y desarrollo, por lo que no se cuentan con los elementos que figuran en la cláusula 8.3.2
8.3.3	La organización tiene que determinar los requisitos esenciales para los tipos específicos de productos y servicios que van a ser diseñados y desarrollados. ¿La organización ha considerado todos los elementos indicados en la cláusula 8.3.3 A - E?		X	Se tiene evidencia parcial de la determinación de los requisitos esenciales para los tipos específicos de productos y servicios, sin embargo, no se cuentan con todos los elementos que figuran en la cláusula 8.3.3
8.3.3	¿La organización tiene documentada toda la información disponible sobre las entradas para el diseño y desarrollo?		X	No se tiene evidencia de la documentación de toda la información sobre las entradas para el diseño y desarrollo.
8.3.4	¿La organización aplica controles de diseño y desarrollo tal y como requiere la norma?		X	No se tiene evidencia de controles para el diseño y desarrollo.
8.3.4	¿Se dispone de la información documentada necesaria para demostrar el control del proceso?		X	No se tiene evidencia de información de controles para los procesos.
8.3.5	Las salidas del diseño y desarrollo:		X	No se tiene evidencia de controles para el diseño y desarrollo.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
8.3.5	¿Cumplen con los requisitos de las entradas?		X	No se tiene evidencia del cumplimiento.
8.3.5	¿Son adecuadas para los posteriores procesos para la provisión de productos y servicios?		X	No se tiene evidencia de la medición sobre la adecuación.
8.3.5	¿Se incluye o se hace referencia a los requisitos de seguimiento y medición y los criterios de aceptación, según proceda?		X	Para algunos procesos se consideran los criterios de aceptación, sin embargo, no se tiene evidencia de su seguimiento.
8.3.5	¿Se especifican las características de los productos y servicios que son esenciales para el fin previsto y su suministro seguro y adecuado?		X	Se especifican para los servicios que cuentan con contratos, sin embargo, no se tiene evidencia sobre si son seguros y adecuados.
8.3.5	¿La organización dispone de información documentada de esta parte del proceso?		X	No se tiene evidencia al respecto.
8.3.6	Si se han realizado cambios bien durante el diseño y desarrollo o con posterioridad a este que tienen un impacto negativo sobre la conformidad de los requisitos. ¿Se han identificado, revisado y controlado estos cambios?		X	No se tiene evidencia de la identificación, análisis, seguimiento y control de las modificaciones.
8.3.6	La información documentada referente a los cambios sobre el diseño y desarrollo. ¿Los resultados de la revisión y las autorizaciones en los cambios están disponibles?		X	No se tiene evidencia de controles para el diseño y desarrollo.
8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente				
8.4	¿La organización cuenta con controles que le permiten conocer que los productos, servicios o procesos proporcionados externamente cumplen con los requisitos?		X	No se tiene evidencia de controles para conocer los productos, servicios o procesos proporcionados por terceros. Únicamente se hace la verificación de las especificaciones solicitadas en los contratos de suministro o servicio.
8.4	¿Dispone la organización de criterios para la evaluación, selección, supervisión de rendimiento y reevaluación de proveedores externos?	X		A través de documentos que integran las bases y anexos para contratación, se establecen las especificaciones que los proveedores deberán satisfacer para la participación, selección y adjudicación.
8.4	¿La organización dispone de información documentada sobre las actividades anteriores y de las acciones tomadas ante las anteriores evaluaciones?	X		Se solicitan los documentos probatorios o evidencias de la experiencia de los proveedores en servicios similares y materia de seguridad.
8.4.2	¿La organización se ha asegurado que los procesos, productos y servicios prestados externamente no afecten negativamente a la capacidad de ofrecer productos y servicios que se ajustan los requisitos?		X	No se tiene evidencia del aseguramiento, ya que no cuenta con un SGC.
8.4.2	¿Los procesos prestados de forma externa están bajo el control de SGC?		X	No se cuenta con SGC.
8.4.2	¿Se han definido los controles que van a aplicarse a los proveedores externos y a las salidas de las actividades de estos?		X	No se tiene evidencia de los controles a proveedores externos, ya que no cuenta con un SGC.
8.4.2	¿La organización ha determinado las verificaciones, u otras actividades, necesarias para garantizar que los procesos, productos y servicios prestados externamente cumplen con los requisitos?	X		Se cuenta con verificaciones documentales del cumplimiento de los requisitos de proveedores (procura y abastecimiento) así también se realizan verificaciones físicas aleatorias en las plantas de los fabricantes y/o proveedores.
8.4.3	¿Los requisitos que la organización pretende comunicar a los proveedores externos son revisados antes de su entrega?	X		Se realizan reuniones con equipo multidisciplinario de especialistas de las diversas áreas involucradas en el proceso, para la revisión de los requisitos del bien o servicio.
8.4.3	¿La organización comunica los requisitos de acuerdo con la cláusula 8.4.3 A-F?		X	Únicamente para los procesos, productos y servicios a proporcionar, e interacción con los proveedores, lo anterior cuando se tiene un contrato formalizado.
8.5 Producción y provisión del servicio				
8.5	La provisión de productos y servicios se llevan a cabo en condiciones controladas, que incluyen:		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
8.5	¿La organización dispone de información documentada que define las características de los productos y servicios a entregar?		X	Para algunos procesos se tiene evidencia de las características de los productos, sin embargo, para la parte de servicios no se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
8.5	¿La organización dispone de documentación que defina los resultados que deben alcanzarse?		X	No se cuenta con evidencias al respecto.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
8.5	¿La organización dispone de actividades de seguimiento y medición dentro de las etapas apropiadas, para verificar que se han cumplido los criterios para el control de procesos o las salidas y los criterios de aceptación de los productos y servicios?		X	No se realiza un proceso de control sistemático ni el seguimiento y medición, por lo tanto, no se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
8.5	¿La organización garantiza que el personal que lleva a cabo las tareas es competente?		X	Existe personal con competencias en sus actividades, pero no para todas las tareas. No se verifica la competencia del personal, además de ello, para algunos departamentos existe rotación de personal. No se tiene evidencia de este requisito.
8.5.2	¿La organización tiene métodos adecuados para garantizar la identificación y la trazabilidad de los productos durante la producción y la prestación del servicio?		X	No se cuenta con un procedimiento para garantizar la identificación y trazabilidad de los productos y servicios.
8.5.2	Si la trazabilidad es obligatoria. ¿La organización dispone de información documentada necesaria para permitir la trazabilidad?		X	No se cuenta con un procedimiento para garantizar la identificación y trazabilidad de los productos y servicios.
8.5.3	¿La organización ha identificado, verificado, protegido y salvaguardado cualquier propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos mientras están siendo utilizadas o están bajo el control de la organización?	X		Se realiza la salvaguarda de propiedad de clientes y proveedores, con apoyo de personal interno y externo, realizando las gestiones para dicha actividad. Sin embargo, no se cuenta con un procedimiento para garantizar la identificación y salvaguarda de clientes o proveedores externos.
8.5.4	¿La organización toma las medidas adecuadas durante la producción y prestación de servicios para salvaguardar los productos, con el fin de mantener la conformidad con los requisitos?		X	No se cuenta con un procedimiento para salvaguarda de productos y no se tiene evidencia de las medidas seguidas para mantener la conformidad con los requisitos.
8.5.5	Las actividades posteriores a la entrega son entre otras: las garantías, los servicios de mantenimiento, el reciclaje o disposición final. ¿La organización ha definido las actividades posteriores a la entrega del producto y gestiona adecuadamente estas actividades?	X		Las actividades posteriores a la entrega quedan estipuladas en los documentos técnicos bajo los cuales se formalizan los servicios, así también se gestionan los servicios de mantenimiento bajo programas anuales, y se lleva en control en su sistema institucional.
8.5.6	¿La organización controla todos los cambios que sean necesarios a fin de garantizar que los productos o servicios continúen asumiendo sus requisitos especificados?		X	No se tiene evidencias del control de los cambios, ya que no cuenta con un SGC.
8.5.6	¿La organización dispone de información documentada de la revisión de los cambios, la persona (s) que autoriza los cambios y de cualquier acción necesaria que se derive de esta revisión?		X	No se tiene evidencias de la revisión de información documentada de los cambios, ya que no cuenta con un SGC.
8.6 Liberación de los productos y servicios				
8.6	¿La organización dispone de sistemas que permiten hacer controles <i>insitu</i> para verificar que los productos y servicios cumplen con los requisitos?		X	Se realizan algunas verificaciones físicas y pruebas comparativas para evaluar productos, servicios y tecnologías, pero no para todos los procesos.
8.6	¿La organización se asegura que los productos y servicios no son liberados hasta que los controles y acciones planificados se han llevado a cabo, salvo que personal autorizado permita una liberación temprana?	X		Se realizan la liberación hasta hacer las pruebas para instalaciones y/o equipos nuevos; reparaciones y/o modificaciones de instalaciones y/o equipos debido a paros según resulte aplicable, atendiendo los riesgos; instalaciones que hayan estado fuera de operación debido a paros por accidentes, por logística de operación, fines comerciales, entre otras.
8.6	¿La organización dispone de información documentada que permite la liberación del producto, incluyéndose evidencias de la conformidad con los criterios de aceptación y trazabilidad a la persona que autorizó la liberación?		X	No se tiene evidencias de los criterios de aceptación y trazabilidad para todos los procesos.
8.7 Control de las salidas no conformes				
8.7	¿Se asegura la organización que los productos que no se ajusten a sus requerimientos son identificados y controlados para prevenir su uso o entrega no intencional?		X	Para algunos procesos se identifican las características de los productos de salida, sin embargo, no se lleva un control adecuado de productos no conformes.
8.7	Si se identifica producto no conforme ¿Se toman las medidas apropiadas según la naturaleza de la no		X	No se toman las medidas pertinentes, ni medición sobre la conformidad de los

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
	conformidad y su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios?			productos o servicios. No se tiene evidencia al respecto.
8.7	Cuando se identifica una No Conformidad ¿Se dispone de información documentada que describe la no conformidad, las medidas adoptadas, las concesiones obtenidas y se identifica a la autoridad que decide la acción con respecto a la no conformidad?		X	No se tiene evidencias del control ni información documentada de las medidas que se siguen para la atención de las no conformidades.
9 Evaluación del desempeño				
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación				
9.1	Se ha determinado: <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué necesita ser monitoreado y medido? ¿Qué métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación se necesitan para garantizar resultados válidos? ¿Cuándo se llevarán a cabo el seguimiento y la medición? ¿Cuándo se analizarán y evaluarán los resultados del seguimiento y medición? 		X	Se han determinado algunos parámetros para monitoreo y medición, métodos de seguimiento, medición y evaluación, así como la frecuencia de análisis y resultados, sin embargo, no es sistemático. Documentos Internos: <ul style="list-style-type: none"> Oficio PEP-DG-032-2021 con base al Acuerdo del Director General de Petróleos Mexicanos DG/06/2021. Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales. Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024.
9.1	¿Se dispone de información documentada de las distintas acciones de seguimiento y medición que se realizan?		X	Se cuenta con un sistema informático en donde se registran algunas evidencias de documentos y requisitos, sin embargo, no se encuentra actualizada. Documentos Internos: Bitácora electrónica para la Gestión y Gerenciamiento de la Medición
9.1.2	¿La organización dispone de métodos que permitan conocer el grado de satisfacción de los clientes con respecto al cumplimiento de sus requisitos y expectativas?		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
9.1.3	¿La organización analiza y evalúa los datos y la información que surge del seguimiento y medición?		X	Se realizan revisiones trimestrales aproximadamente, sin embargo, su revisión no es muy rigurosa ni periódica.
9.1.3	¿Los resultados del análisis se evalúan de acuerdo con la cláusula 9.1.3 A-G?		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
9.2 Auditoría interna				
9.2	¿La organización ha establecido un programa de auditoría interna del SGC? Este programa debe incluir, métodos, responsabilidades, requisitos de Planificación y sistemas de presentación de informes.		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
9.2	¿La organización en el programa de auditoría tiene en cuenta la importancia de los procesos, los cambios que afectan a la organización, y los resultados de anteriores auditorías?		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
9.2	¿Se dispone de información documentada del programa de auditoría y de los resultados de auditoría?		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
9.3 Revisión por la dirección				
9.3	¿La organización revisa el SGC a intervalos planificados, para asegurar su continua conveniencia, adecuación, eficacia y alineación con la dirección estratégica?		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.
9.3	¿La revisión por la dirección tiene en cuenta todos los elementos que figuran en la cláusula 9.3.2 A-F?		X	No se tiene evidencias, ya que no cuenta con un SGC.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
9.3	¿Las salidas de la revisión por la dirección incluyen las decisiones y acciones relacionadas con las oportunidades de mejora, los cambios del SGC y las necesidades de recursos?		X	No se tiene evidencias de las decisiones y acciones sobre las oportunidades de mejora ya que no cuenta con un SGC.
9.3	¿Dispone la organización de información documentada como prueba de los resultados de las revisiones por la dirección?		X	No se tiene evidencias al respecto, ya que no cuenta con un SGC.
10 Mejora				
10.1 Generalidades				
10.1	¿La organización ha determinado y seleccionado oportunidades para la mejora e implementado las acciones necesarias para cumplir con los requisitos del cliente y mejorar la satisfacción del mismo?		X	No se tiene evidencias del inicio ni de la implementación de las acciones, solamente se siguen las acciones de mayor relevancia para la organización, ya que no cuenta con un SGC para evaluar y vislumbrar áreas de oportunidad.
10.2 No conformidad y acción correctiva				
10.2	¿La organización dispone de procedimientos adecuados para la gestión de las no conformidades y las acciones correctivas relacionadas?		X	No se dispone de un procedimiento para la gestión de las no conformidades y las acciones correctivas.
10.2	Si se produce una No Conformidad ¿La organización ha actuado ante la no conformidad, ha evaluado la necesidad de adoptar medidas para eliminar las causas (s), ha implementado las acciones necesarias y ha revisado la eficacia de las acciones correctivas tomadas?		X	Cuando se detectan no conformidades la organización la registra, sin embargo, derivado de la no revisión de la dirección, no se asignan recursos y sobre todo el personal responsable no le da seguimiento.
10.2	¿La organización dispone de información documentada como prueba de la naturaleza de las no conformidades, de cualquier acción tomada posteriormente y de los resultados de las acciones tomadas?		X	No se tiene evidencias sólidas de la información documentada de las no conformidades, ya que no cuenta con un SGC.
10.3 Mejora continua				
10.3	¿La organización ha decidido cómo va a abordar la necesidad de mejora continua sobre la idoneidad, adecuación y eficacia del SGC?		X	No se tiene evidencias de la estrategia detallada de cómo abordar el inicio ni la implementación de un SGC.

ANEXO B. LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA ISO 10012:2003

Tabla B1. Lista de verificación para la revisión de los requisitos de la norma ISO 10012:2003.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
4 Requisitos generales				
4.1	¿Tiene la organización definidos el alcance y extensión del sistema de gestión de las mediciones teniendo en cuenta los riesgos y las consecuencias de incumplir con los requisitos Metrológicos?		X	La organización no cuenta con un sistema de gestión de las mediciones (SGM).
4.2	¿Tiene la organización definidos los procesos y los equipos de medición sujetos a confirmación metrológica?		X	No están asignados los procesos de medición a considerar dentro de un SGM. Se tienen identificados los equipos de medición (actualización anual mediante censo de elementos primarios, secundarios y terciarios de medición); sin embargo, los equipos no están sujetos a la confirmación metrológica. Documento interno: (Plantilla CNH_DGM_08_SM)-Censo.
5 Responsabilidad de la dirección				
5.1 Función metrológica				
5.1.1	¿Está definida la función metrológica?	X		Si está definida la función metrológica, a través de documentos de la alta dirección para designar a los responsables de nivel gerencial, a los encargados de implantar el sistema de gestión y a quienes operan, mantienen y administran los sistemas de medición ubicados en las instalaciones de proceso. Documentos Internos: <ul style="list-style-type: none"> • Oficio PEP-DG-032-2021 con base al Acuerdo del Director General de Petróleos Mexicanos DG/06/2021. • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales. • Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024. • Estatuto Orgánico de PEP, publicado en el DOF el 26 de junio del 2019. • Manual de Organización de la Subdirección de Producción Región Sur, código MO-3000-15000-00 vigente a partir del 2 de abril de 2020.
5.1.2	¿La alta dirección dispone de los recursos (humanos, financieros, etc.) necesarios para establecer y mantener la función metrológica?		X	La organización dispone de los recursos humanos, financieros y de infraestructura, sin embargo, no son distribuidos en función del cumplimiento de los requerimientos del cliente y no se vigila el cumplimiento de las funciones establecidas para el personal que ocupa los puestos de la función metrológica.
5.2 Enfoque al cliente				
5.2.1	¿Asegura la dirección de la función metrológica que los requisitos de medición del cliente están determinados y convertidos en requisitos metrológicos?		X	No se convierten los requisitos del cliente en requisitos metrológicos. Se están iniciando actividades para realizar confirmación metrológica en los principales sistemas de medición.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
5.2.2	¿Asegura la dirección de la función metrológica que el sistema de gestión cumple con los requisitos metrológicos de los clientes?		X	La organización no tiene implementado un sistema de gestión que cumpla con ciclo de mejora continua. Existen lineamientos y políticas para su implementación y se encuentra en un estatus inicial.
5.2.3	¿Puede la dirección de la función metrológica demostrar el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente?		X	Se cuenta con algunos indicios para establecer los requisitos del cliente, sin embargo, no se encuentra establecido como una cultura que exige la normatividad de un sistema de gestión de las mediciones.
5.3 Objetivos de la calidad				
5.3.1	¿La dirección de la función metrológica tiene definidos y establecidos objetivos de la calidad referidos al SGM?	X		Se tienen definidos objetivos de calidad, sin embargo, no cubren los alcances que requiere la normatividad de un SGM. Documentos Internos: <ul style="list-style-type: none"> • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales. • Plan de Negocios de Pemex y sus EPS 2021-2025.
5.4 Revisión por la dirección				
5.4.1	¿La alta dirección de la organización revisa sistemáticamente el SGM a intervalos planificados?		X	No existe un SGM implementado, por lo que, solo se revisan de manera mensual o trimestral algunos aspectos de los documentos referidos a un SGM.
5.4.1.1	¿Se dispone de los recursos necesarios para estas revisiones?	X		Si se disponen de los recursos, no obstante, no existe evidencia de una revisión sistemática con los responsables del proceso.
5.4.1.2	¿Se utilizan los resultados de las revisiones por la dirección para modificar y/o mejorar el SGM?		X	No existe un SGM implementado, por lo que, no existen resultados confiables o consistentes para la mejora.
5.4.1.3	¿Se registran las revisiones y las acciones tomadas?		X	No existe un SGM implementado, por lo que, no existen resultados confiables o consistentes para la mejora ni tampoco para toma de decisiones.
6 Gestión de los recursos				
6.1 Recursos humanos				
6.1.1	¿Están definidas y documentadas las responsabilidades de todo el personal involucrado en el SGM?	X		Están definidas las responsabilidades del personal que opera y administra los sistemas de medición, así como de quienes están designados para la implementación del SGM. Sin embargo, no existe evidencia de ejecutar las funciones encomendadas. Documento Interno: <ul style="list-style-type: none"> • Oficio PEP-DG-032-2021 con base al Acuerdo del director general de Petróleos Mexicanos DG/06/2021. • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales. • Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024. • Estatuto Orgánico de PEP, publicado en el DOF el 26 de junio del 2019. • Manual de Organización de la Subdirección de Producción Región Sur, código MO-3000-15000-00 vigente a partir del 2 de abril de 2020.
6.1.2	¿Existen las evidencias documentadas de que el personal es apto para las tareas que desempeña en el SGM?		X	No existe evidencia de las aptitudes del personal sobre el SGM.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
6.1.3	¿Están identificadas y registradas las necesidades de formación del personal?		X	No se identifican ni registran las necesidades de formación del personal sobre el SGM.
6.1.4	¿Existen registros que evidencien las actividades de formación del personal?		X	Existen algunos registros y evidencias de capacitaciones, pero no están dirigidas a la formación de competencias sobre el SGM.
6.1.5	¿El personal en formación es supervisado? ¿existe evidencia de ello?		X	No existe registro de la supervisión sobre la formación del personal, ya que no hay un desarrollo sustentable del SGM.
6.2 Recursos de información				
6.2.1	¿Existen los procedimientos para el SGM, incluyendo los procedimientos técnicos?		X	Existen algunos documentos que aportan principios para la implementación de un SGM, así como algunos instructivos y procedimientos técnicos. No obstante, no existen procedimientos para la implementación de un SGM Documentos Internos: <ul style="list-style-type: none"> • Políticas y Lineamientos en Materia de Medición y Balances de Petróleos Mexicanos, sus Empresas Productivas Subsidiarias y en su caso Filiales • Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024 • Procedimiento operativo para la confirmación metrológica en PEP, PO-PO-OP-0144-2017. • Procedimiento operativo para la calibración de sistemas de medición en PEP, PO-PO-OP-0134-2017. • Procedimiento operativo para el mantenimiento de sistemas de medición en PEP, PO-PO-MA-0002-2017 • Guía operativa para la gestión y gerenciamiento de la medición en PEP, GO-MC-OP-0005-2017. • Guía Operativa para la verificación metrológica en PEP, GO-PO-OP-0023-2018.
6.2.1.1	¿Está definida la autorización para aprobar los procedimientos nuevos o los cambio en los procedimientos? ¿Están controlados?		X	Existe una entidad en la empresa que revisa y autoriza procedimientos, sin embargo, no hay un control de los cambios y sobre todo no existe un peritaje sobre el contenido y de su funcionalidad ya que no existe evidencia del ciclo de disciplina operativa
6.2.1.2	¿Están vigentes y disponibles los procedimientos?		X	Los procedimientos técnicos están disponibles, pero algunos no actualizados. En el caso de los procedimientos para implementar un SGM no se cuenta con ellos.
6.2.2	¿Los software utilizados en los procesos de medición están documentados, validados y controlados?		X	El software no está documentado, algunos son validados, pero no existe registro para efectuar un adecuado control.
6.2.3	¿Están asegurados la identificación, el almacenamiento la protección, recuperación, tiempo de retención y disposición de los registros del SGM?		X	No se cuenta con la identificación, almacenamiento, la protección, recuperación, tiempo de retención y disposición de los registros, ya que no hay un desarrollo sustentable del SGM.
6.2.4	¿Existe una identificación del estado de confirmación del ESC?		X	No existe para todos los equipos el certificado de calibración ni de verificación, parcialmente para los equipos de puntos de transferencia y fiscales.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
6.2.5	¿Están identificados para su distinción los ESC?		X	Se cuenta con un censo de los equipos de sistema de medición. Adicionalmente debido a que los registros se realizan en diversos archivos no es confiable su rastreabilidad. No se mostró evidencia que garantice la identificación física en los ECS.
6.3 Recursos materiales				
6.3.1	¿Están todos los ESC calibrados antes de la confirmación?		X	No se cumple con el programa de calibración de los equipos de medición y aún no se asocia a los eventos de confirmación metrológica.
6.3.1	¿Se utilizan los ESC en un ambiente controlado que aseguren resultados válidos?		X	Los equipos de medición en la empresa se encuentran ubicados en instalaciones de proceso a la intemperie, por lo que no existe control del medio ambiente.
6.3.1	¿Están incluidos los equipos de seguimiento de las magnitudes de influencia en el SGM?		X	Se tiene registro del seguimiento de algunas magnitudes de influencia para la medición de flujo en circuito cerrado como son la temperatura, presión y densidad del hidrocarburo, a través de cartas de control, Sin embargo, no es sistemático para realizar toma de decisiones.
6.3.1	¿Existe un procedimiento documentado para recibir, manipular, transportar, almacenar y distribuir los ESC?		X	No existe el procedimiento, para recibir, manipular, transportar, almacenar y distribuir los ESC.
6.3.1	¿Existe un procedimiento para incorporar y/o retirar un equipo del SGM?		X	No existe un procedimiento para incorporar y/o retirar un equipo del SGM.
6.3.2	¿Están documentadas las condiciones ambientales requeridas para el funcionamiento eficiente de los procesos cubiertos por el SGM?		X	No se tiene registro histórico de las condiciones ambientales.
6.3.2	¿Se da seguimiento y se registran las condiciones ambientales que afectan las mediciones?		X	No se registran las condiciones ambientales que afectan a las mediciones ni sobre los métodos de ensayo de los laboratorios para determinar densidad y porcentaje de agua.
6.3.2	¿Se aplican las correcciones a los resultados de las mediciones debido a las magnitudes de influencia?	X		Se aplican las correcciones sobre los resultados de las mediciones de acuerdo con el algoritmo de la normatividad referido a la conversión de condiciones de flujo a condiciones estándar o condiciones base de la empresa. No se corrige respecto a las condiciones ambientales como es la presión atmosférica y temperatura ambiente ya que la medición de flujo es a través de un circuito cerrado.
6.4 Proveedores externos				
6.4.1	¿Están definidos y documentados los requisitos para los productos y servicios externos?		X	Se definen algunos requisitos en las bases de licitación para la contratación de servicios o suministros, no obstante, no se tiene evidencia de la supervisión de estos a través de informes que indiquen la calidad del equipo o de los servicios desarrollados.
6.4.2	¿Se seleccionan y evalúan los proveedores externos en base a los requisitos anteriores?		X	Los proveedores no se seleccionan con base a los requisitos para los productos y servicios, principalmente se seleccionan por el proveedor que oferta el menor precio.
6.4.3	¿Existen registros del seguimiento y la evaluación de los proveedores externos?		X	No existen registros de la evaluación de proveedores externos.
7 Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición				
7.1 Confirmación metrológica				
7.1.1	¿Son apropiadas las características metrológicas del ESC para el uso previsto?		X	Existen algunas evidencias de informes de confirmación metrológica que indican que los instrumentos son apropiados para el uso previsto, no obstante, no son vigentes y no se realiza de manera sistemática.
7.1.2	¿Está documentado el método para determinar o modificar los intervalos de confirmación metrológica?		X	Existen algunas evidencias de informes de confirmación metrológica, sin embargo, esta información no es sistemática y por tanto no genera estadística para definir un

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
				intervalo actual y después modificar sobre un antecedente.
7.1.2.1	¿Se revisan y ajustan los intervalos cuando se necesita?		X	No existen evidencias.
7.1.2.2	¿Se revisa el intervalo del ESC reparado, ajustado o modificado?		X	No existen evidencias.
7.1.3	¿Se sellan los medios y dispositivos de ajuste del equipo confirmado para prevenir y detectar violaciones?		X	No existen evidencias.
7.1.3.1	¿Están documentadas las acciones a tomar ante daños, rotura o pérdidas de los sellos contra ajustes?		X	No existen evidencias.
7.1.4	¿Están disponibles los registros del proceso de confirmación, fechados y aprobados por la persona autorizada?		X	No existen evidencias.
7.1.4.1	¿Se informa en los registros del proceso de confirmación si el ESC cumple con los requisitos metrológicos especificados?		X	Existen algunas evidencias de informes de confirmación metrológica que indican que los instrumentos son apropiados para el uso previsto, no obstante, no son vigentes y no se realiza de manera sistemática.
7.1.4.2	<p>¿Incluyen los registros la siguiente información?:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación única del ESC (Número de serie, tipo, marca, etc). • Fecha de la confirmación. • Resultado de la confirmación • Intervalo asignado. • El error máximo permitido designado. • Las condiciones ambientales y las correcciones. • Las incertidumbres aplicadas en la calibración. • Mantenimientos, ajustes, reparaciones o modificaciones. • Limitaciones de uso. • Identificación de la(s) que confirmó o confirmaron. • Identificación de las personas responsables. • Identificación de los certificados de calibración • Evidencias de la trazabilidad de los resultados. • Requisitos metrológicos para el uso previsto. • Los resultados de calibración obtenidos antes y después de ajuste, reparación o modificación. 		X	Existen de manera parcial, evidencias de la información requerida dentro de algunos informes de confirmación metrológica, no obstante, no son vigentes y no se realiza de manera sistemática.
7.2 Proceso de medición				
7.2.2	<p>Están los requisitos metrológicos determinados con base en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de los clientes. • Los requisitos de la organización. • Requisitos legales y reglamentarios. 	X		<p>Los requisitos metrológicos están determinados con base en los requisitos de la organización.</p> <p>Documentos Internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Rector para la Medición, PEP 2020-2024. • Guía operativa para la gestión y gerenciamiento de la medición en PEP, GO-MC-OP-0005-2017. • Guía Operativa para la verificación metrológica en PEP, GO-PO-OP-0023-2018.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
7.2.2.1	<p>Para cada proceso de medición están identificados los elementos que pueden poner en riesgo el cumplimiento de los requisitos y los límites de control tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los efectos de los operadores. • Los equipos. • Las condiciones ambientales. • Las magnitudes de influencia. • Los métodos. 		X	<p>Se tienen identificados de manera parcial la identificación de los elementos que pueden poner en riesgo el cumplimiento de los requisitos y los límites de control.</p> <p>Se identifican:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los equipos. • Las magnitudes de influencia. • Los métodos.
7.2.2.2	<p>¿Están identificadas y cuantificadas las características de desempeño requeridas para el uso previsto del proceso de medición?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre de la medición. • Estabilidad. • Error máximo permitido. • Repetibilidad. • Reproducibilidad. • Otras. 		X	<p>Para algunos sistemas de medición están identificadas y cuantificadas las características de desempeño requeridas para el uso previsto del proceso de medición como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre de la medición. • Repetibilidad.
7.2.3	<p>¿Para cada proceso de medición se controla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso de equipo confirmado. • La aplicación de procedimientos validados. • La disponibilidad de los recursos de información. • El mantenimiento de las condiciones ambientales. • El uso de personal competente. • La transmisión correcta de los resultados 		X	No existen evidencias.
7.2.4	<p>¿Existen los registros para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los datos obtenidos de los controles de los procesos de medición, incluyendo la incertidumbre de la medición. • Las acciones tomadas a partir de los datos del control. • Las fechas en las que se llevaron a cabo los controles. • La identificación de los documentos de verificación. • La identificación de la persona responsable de brindar la información para los registros. • Las aptitudes requeridas y logradas del personal 		X	No existe evidencia de los registros
7.3 Incertidumbre de la medición y trazabilidad				
7.3.1	¿Ha sido estimada la incertidumbre en cada proceso de medición antes de la confirmación y de la validación del proceso?		X	Se tiene evidencia de la estimación de incertidumbre de los sistemas de medición ubicados en los principales puntos de medición de aceite y algunos de gas. Pero no se encuentran programadas antes de la confirmación y/o validación del proceso.
7.3.1.1	¿Existen los registros de estas estimaciones?	X		Se tiene evidencia de la estimación de incertidumbre de los sistemas de medición ubicados en los principales puntos de medición de aceite y algunos de gas.
7.3.1.2	¿Están documentadas todas las fuentes conocidas de variabilidad de la medición?		X	Se tiene evidencia de la mayoría de las fuentes de variabilidad de la medición.
7.3.2	¿Son trazables al SI todos los resultados de las mediciones?		X	Se combina el SI con otros sistemas de unidades.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
7.3.2.3	¿Están definidos los plazos de vencimiento de los registros que evidencian la trazabilidad?		X	No existen evidencias.
8 Análisis y mejora del sistema de gestión de las mediciones				
8.2 Auditoría y seguimiento				
8.2.1	¿Están planificadas las auditorías al SGM?		X	Debido a que no existe implementado un SGM, no se tiene un programa de auditorías.
8.2.2	¿Están especificados los métodos para obtener y utilizar la información relacionada con la satisfacción del cliente?		X	No existen evidencias.
8.2.3	¿Se comunican los resultados de las auditorías a las partes interesadas?		X	Los resultados de las auditorías hasta el momento no se comunican, pero los resultados de las inspecciones sobre la metrología si se comunica a la dirección de la organización.
8.2.3.1	¿Se registran los resultados de las auditorías y los cambios en el SGM?		X	Solo se registran algunos resultados de verificaciones o auditorías sobre los procesos de metrología, pero no sobre un SGM.
8.2.4	¿Existe un procedimiento para la realización del seguimiento al SGM?		X	Se cuenta con un documento de políticas y lineamientos y algunos instructivos, pero no un procedimiento específico para el seguimiento al SGM.
8.2.4.1	¿Incluye dicho procedimiento los métodos, técnicas estadísticas y la extensión de su uso?		X	No existe un procedimiento. Se cuenta con instructivos por separado enunciando el contenido que debe contener un SGM.
8.2.4.2	¿Están documentados los resultados de los seguimientos?		X	No se cuenta con evidencias.
8.3 Control de las no conformidades				
8.3.2	¿Se identifican adecuadamente los procesos de medición que se conoce o sospecha que aportan resultados de medición incorrectos?		X	No se cuenta con evidencias.
8.3.2.1	¿Está documentado el proceso a seguir por el usuario de un proceso identificado como no conforme?		X	Existen algunos instructivos, sin embargo, aún no existen evidencias de su implementación.
8.3.2.2	¿Son de nuevo validados los procesos de medición modificados debido a una no conformidad?		X	No se tiene evidencia.
8.3.3	¿Se identifica el equipo de medición que se sepa o se sospeche que esté dañado, ha sido sobrecargado, funciona incorrectamente, produce resultados incorrectos, está fuera del intervalo de confirmación, ha sido manipulado incorrectamente, tiene el sello roto o dañado, o se ha expuesto a magnitudes de influencia que pueden afectar su uso?		X	Se identifican los equipos de medición solo en aquellos de los cuales algún operador por experiencia considere se encuentra fuera de rango o presenta falla o bien en un evento de mantenimiento preventivo o de calibración del instrumento.
8.3.3.1	¿En los casos anteriores se verifica la no conformidad y se emite el informe?		X	En el caso de una falla o de un evento en el cual el instrumento presente el fenómeno de deriva, se sustituye, pero no se realiza un registro en un sistema o en un informe, de tal forma que no existe rastreabilidad de la no conformidad.
8.3.3.2	¿Se toman las medidas para evitar la reintegración del equipo no conforme?		X	Debido a que no existen mecanismos para rastrear el equipo o evento de no conformidad, no se cuenta con las medidas.
8.3.3.3	¿Se identifica el equipo no conforme que una vez reparado y/o ajustado no recupera sus características Metrológicas y se destina a otro uso?		X	Si el equipo presenta fallas y no recupera sus características metrológicas, solo se procura no utilizarlo, sin embargo, no existe la garantía por la falta de su rastreabilidad.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
8.3.3.4	¿Está documentado el proceso a seguir por el usuario de un equipo que como resultado de la verificación antes del ajuste o reparación no cumple con los requisitos metrológicos?		X	No está documentado.
8.4 Mejora				
8.4.1	¿Existe una planificación para la mejora continua?		X	Aún no se cuenta con el SGM, por lo cual no existe la planificación de mejora continua.
8.4.1.1	¿Se revisan e identifican las oportunidades de mejora?		X	Aún no se cuenta implementado el SGM, por lo cual no existe la planificación de mejora continua.
8.4.2	¿Están documentadas las acciones para identificar las causas y eliminar las discrepancias cuando un elemento del SGM no cumple los requisitos especificados (acciones preventivas)?		X	Aún no se cuenta con el SGM.
8.4.2.1	¿Son verificadas las correcciones y los resultados de las acciones correctivas antes de utilizar de nuevo el proceso de medición?		X	Aún no se cuenta con el SGM.
8.4.2.2	¿Están documentados los criterios para tomar las acciones correctivas?		X	Aún no se cuenta con el SGM.
8.4.3	¿Están documentadas las acciones preventivas?		X	Aún no se cuenta con el SGM.

ANEXO C. LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA ISO 17025:2017

Tabla C1. Lista de verificación para la revisión de los requisitos de la norma ISO 17025:2017.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
4. Requisitos generales				
4.1 Imparcialidad				
4.1	¿Se toman medidas para eliminar o minimizar los riesgos a su imparcialidad?		X	No se cuenta documentado un proceso ni gestiones para salvaguardar la imparcialidad de sus actividades referente a presiones comerciales, financieras u otras que comprometan la imparcialidad, entre ellos la identificación de los riesgos, ni presenta evidencia de cómo los elimina o minimiza los riesgos de imparcialidad. Únicamente se tiene el compromiso de asegurar que los datos sean correctos y no se tenga incertidumbre en poder interpretar los resultados de los análisis.
4.2 Confidencialidad				
4.2.1	¿Se dispone de acuerdos legalmente ejecutables en los que el laboratorio se responsabiliza de la gestión de toda la información obtenida o creada durante la realización de sus actividades?		X	No se cuenta con acuerdos legalmente ejecutables de la gestión de la información obtenida o creada en sus actividades. La información se salvaguarda en una unidad y sólo tiene acceso el personal propio del laboratorio, y a su vez se le comparte al personal autorizado para su difusión, seguimiento y toma de decisiones en el resultado de los análisis realizados, Para la difusión de información a personal de la organización externo al área de laboratorio, se maneja a través de correo electrónico institucional, con el objetivo de dejar evidencia de los usuarios de la información.
4.2.4	¿Se dispone de evidencias que aseguren que el personal (cualquier miembro del comité, contratistas, personal de organismos externos...) que actúe en nombre del laboratorio, mantiene la confidencialidad de toda la información obtenida o creada durante la realización de las actividades, excepto lo requerido por ley?	X		En los contratos de servicios y adquisición, se tienen cláusulas de confidencialidad y exclusividad para la organización. Documentación interna: Cláusulas del contrato de servicio existentes.
5. Requisitos estructurales				
5.1	¿El laboratorio es una entidad legal?	X		Los laboratorios son parte definida de la entidad legal de la organización, responsable legalmente de sus actividades de laboratorio.
5.2	¿Se identifica al personal de la dirección que tiene la responsabilidad general del laboratorio?		X	
5.3	¿Se ha definido y documentado el alcance de las actividades que cumplen con la ISO/IEC 17025?		X	Los laboratorios no presentan evidencia de la declaración de conformidad con la norma ISO/IEC 17025 para el alcance de sus actividades.
5.4	¿Las actividades que realiza el laboratorio cumplen los requisitos de la norma ISO/IEC 17025, de clientes, de las autoridades reglamentarias y de las organizaciones que otorgan reconocimiento?		X	Los laboratorios no cuentan con un sistema de gestión de calidad. No se presentó evidencia de que las actividades se lleven a cabo a manera de cumplir los requisitos de la ISO/IEC 17025.
5.5.a	¿Se ha definido la organización y la estructura de gestión del laboratorio?		X	No se presentó evidencia de la definición de la organización ni la estructura, ni de su ubicación dentro de la organización, ni la relación entre la gestión, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo.
	¿Se han definido las relaciones entre la gestión, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo?		X	No se presentó evidencia de la definición de la relación entre la gestión, las

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
				operaciones técnicas y los servicios de apoyo.
5.5.b	¿Se ha especificado la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal que dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a los resultados de sus actividades?		X	No se presentaron evidencias al respecto.
	¿Se selecciona, forma, supervisa, autoriza y realiza seguimiento al personal técnico para desarrollar ensayos? ¿cómo?		X	No se presentó evidencia de este proceso.
	¿Se desarrollan, modifican y verifican los métodos realizados en el laboratorio?		X	Se disponen de métodos desarrollados, sin embargo, no todos se encuentran actualizados.
	¿Se informan, revisan y autorizan los resultados obtenidos?	X		Todos los formatos, informes y reportes de análisis incluyen los datos del personal que analiza y del que valida los resultados.
5.5.c	¿Se han documentado los procedimientos con la extensión necesaria para asegurar la aplicación coherente de sus actividades y la validez de los resultados?	X		Existe el manual de los procedimientos específicos y el manual de instructivos de trabajo.
	Se tiene política de calidad del laboratorio.		X	Los laboratorios de la organización no cuentan con política de calidad.
6 Requisitos relativos a los recursos				
6.1 Generalidades				
6.1	El laboratorio tiene disponible: personal, instalaciones, equipamiento, sistemas y servicios de apoyo para gestionar y realizar actividades de laboratorio.	X		Los laboratorios cuentan con los colaboradores, infraestructura y equipo para las gestiones de sus actividades.
6.2 Personal				
6.2.2	¿Se han documentado los requisitos de competencia para cada función que influya en los resultados (incluidos los requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia)?		X	No se cuenta con evidencias de la documentación de los requisitos para cada función. No se asegura que el personal tenga la competencia para realizar las actividades del laboratorio de las cuales son responsables.
6.2.4	¿Se ha comunicado al personal por parte de la dirección del laboratorio sus tareas, responsabilidades y autoridad?		X	Se comunican las tareas, pero no las responsabilidades ni la autoridad.
6.2.5	¿Se dispone de procedimientos y se conservan registros de selección, formación y supervisión de personal?		X	No se disponen de procedimientos ni metodologías para conservar los registros de selección del personal, ni para determinar los requisitos de competencia, ni de formación, ni supervisión, ni de autorización al personal ni de su seguimiento.
	¿Se realiza el seguimiento de la competencia del personal?		X	No se realiza el seguimiento de la competencia de los colaboradores. Únicamente y de forma no sistemática, se autorizan para capacitación, sin embargo, no todas están alineadas a las actividades que desarrollan para desarrollo, modificación, verificación y validación de métodos.
6.3 Instalaciones y condiciones ambientales				
6.3.2	¿Se han documentado los requisitos necesarios para las instalaciones y las condiciones ambientales para realizar las actividades?		X	Las condiciones ambientales no son adecuadas para algunas de las actividades de los laboratorios principalmente por polvo, humedad, suministro eléctrico, temperatura, sonido y vibración, por lo cual para estos casos se afecta la validez de algunos resultados.
6.3.4	¿Se implementa, realiza el seguimiento y se revisan periódicamente las medidas para controlar las instalaciones?		X	No se documentan los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias. No se realiza el seguimiento, control y registro de las condiciones ambientales de acuerdo con las especificaciones, los métodos o procedimientos pertinentes, o cuando estas influyen en la validez de resultados. No se revisan las medidas para el control de las instalaciones, principalmente las de interferencia o influencia en las actividades.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
6.3.4.a	Estas medidas deben incluir, pero no limitarse a: Acceso y uso de áreas que afecten a las actividades del laboratorio.		X	Se tiene cuidado en el acceso a determinadas áreas, sin embargo, no se realiza el seguimiento ni revisión de sus medidas de control.
6.3.4.b	Prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en las actividades del laboratorio.		X	No se revisan las medidas para el control de las instalaciones, principalmente las de interferencia o influencia en las actividades.
6.3.4.c	Separación eficaz entre áreas en las cuales hay actividades incompatibles.		X	No se lleva el seguimiento y control de esta medida, únicamente se realiza separación de ciertos reactivos por incompatibilidad, más no de las áreas.
6.4 Equipamiento				
6.4.3	¿Se dispone de un procedimiento para la manipulación, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipamiento para asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de prevenir contaminación o deterioro?		X	No se cuenta con los procedimientos para prevenir contaminación o deterioro de equipos.
6.4.6	¿Se han calibrado los equipos de medición cuya exactitud o incertidumbre de medición afecten a la validez de los resultados informados?		X	Se cuenta con los certificados de calibración de los equipos y material, sin embargo, no es sistemático ni con la frecuencia requerida.
6.4.7	¿Se ha establecido un programa de calibración para mantener la confianza en el estado de la calibración?	X		Se cuenta con el programa de calibración por equipo y por laboratorio. Documento interno: Programa anual de calibración de los equipos del laboratorio.
6.4.8	¿Se etiquetan, codifican o identifican de otra manera todos los equipos que requieran calibración o que tengan un periodo de validez, para permitir al usuario de los equipos que identifique claramente el estado de calibración?		X	No se identifican físicamente los equipos que requieren calibración, únicamente se maneja en base de datos. Por lo cual el usuario de los equipos no puede identificar fácilmente el estado de la calibración o el periodo de validez.
6.5 Trazabilidad metrológica				
6.5	¿El laboratorio establece y mantiene la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición, vinculándolos con la referencia apropiada? Se cuenta con sus certificados de calibración		X	Se cuenta con los certificados de calibración de los equipos y material, sin embargo, no es sistemático ni con la frecuencia requerida.
6.6 Productos y servicios suministrados externamente				
6.6.1	¿Se asegura que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades, son adecuados?	X		Se solicitan hojas de seguridad y especificaciones de material, reactivo, equipo y caducidad a los proveedores.
6.6.2.a	¿Se dispone de un procedimiento y registros para?: Definir, revisar y aprobar los requisitos del laboratorio para productos y servicios suministrados externamente.		X	No se cuenta con el procedimiento para definición, revisión y aprobación de requisitos, únicamente se verifica de acuerdo con las bases técnicas para servicios y productos suministrado por los proveedores.
6.6.2.b	Definir los criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y reevaluación de los proveedores externos.		X	No se dispone del procedimiento para reevaluación de los proveedores. Para la evaluación y selección de proveedores, se dispone de mecanismos y criterios a través de un departamento especializado.
6.6.2.c	Asegura que los productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos establecidos por el laboratorio o, cuando sea aplicable, los de la norma ISO 17025, antes de que se usen o suministren al cliente.		X	No se tiene evidencia del cumplimiento de la ISO 17025, no se tiene un sistema de gestión de calidad.
6.6.3.a	¿Se comunica a los proveedores externos los requisitos del laboratorio para? Los productos y servicios que se van a suministrar.	X		Se solicitan hojas de seguridad y especificaciones de material, reactivo, equipo y caducidad a los proveedores.
6.6.3.b	Los criterios de aceptación.	X		De acuerdo con lo establecido en las bases técnicas de contratación.
6.6.3.c	La competencia, incluyendo cualquier calificación requerida del personal.	X		En un apartado específico de las bases técnicas para la contratación, se solicita la competencia, experiencia, tiempo de prestación de servicios afines, suficiencia,

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
				especialidad y calificación del personal, entre otros.
6.6.3.d	Las actividades que el laboratorio o sus clientes pretendan llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo.	X		De acuerdo con lo establecido en las bases técnicas de contratación, se describen las obligaciones y actividades del proveedor.
7 Requisitos del proceso				
7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos				
7.1.1	¿Se dispone de un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos?	X		Se sigue un procedimiento de contratación para servicios y productos.
	¿Se dispone de un procedimiento para informar al cliente sobre las actividades específicas del laboratorio que serán realizadas por proveedores externos?		X	No se tiene evidencia del procedimiento.
7.1.2	¿Se informa al cliente cuando el método solicitado por éste se considera inapropiado o desactualizado?		X	Se le informa al cliente qué método se utiliza y los insumos que se requieren, sin embargo, no se tiene evidencia de la notificación cuando éstos están desactualizados.
7.2 Selección, verificación y validación de métodos				
7.2.1.2	¿Se considera que todos los métodos, procedimientos y documentación de soporte, tales como instrucciones, normas, manuales y datos de referencia pertinentes a las actividades de laboratorio se mantienen actualizadas y fácilmente disponibles para el personal?		X	Se disponen de carpetas de procedimiento en sitio, sin embargo, no de toda la documentación solicitada en este numeral, asimismo, no todos los procedimientos y métodos se mantienen actualizados.
7.2.1.3	¿Se utiliza la última versión vigente del (los) métodos? ¿de cuáles?		X	Para algunos métodos no se desarrolla la versión vigente. No se presenta evidencia de que se complementen con detalles adicionales para asegurar su aplicación de forma coherente.
	¿Se mantiene un registro de las acciones tomadas para ajustarse a los cambios del método y de las fechas en las que ha empezado a ofrecer sus actividades respecto a cada revisión?		X	No se tiene evidencia de registro de acciones desarrolladas para ajuste de cambios de los métodos.
	¿Se asegura que el procedimiento está basado en la última versión vigente del método normalizado de referencia?		X	Para algunos procedimientos no se cumple el aseguramiento.
7.3 Muestreo				
7.3.1	¿Se dispone de un plan y un método de muestreo de las sustancias, materiales o productos para el posterior ensayo?		X	Se dispone de un plan y método de muestreo y evidencia de certificados de pureza de los reactivos y material empleado en la actividad. Sin embargo, no es sistemático ni con la frecuencia adecuada.
	Los planes de muestreo, ¿están basados en métodos estadísticos apropiados?		X	Los planes de muestreo no se basan en métodos estadísticos apropiados.
	¿Están disponibles el plan y el método de muestreo en el lugar donde se lleva a cabo el muestreo?		X	Se tiene en el laboratorio a través de bases digitales.
7.3.3	¿Se conservan registros de los datos de muestreo incluyendo, cuando sea pertinente? a) Referencia al método de muestreo utilizado. b) Fecha y hora del muestreo. c) Datos para identificar y describir la muestra (número, cantidad, nombre). d) Identificación del personal que realiza el muestreo e) Identificación del equipamiento utilizado. f) Condiciones ambientales o de transporte. g) Diagramas u otros medios equivalentes para identificar la ubicación del muestreo, cuando sea apropiado. h) Desviaciones, adiciones al, o las exclusiones del método y del plan de muestreo		X	Queda asentado sólo el evento en la bitácora. Sin embargo, la información no es completa, ya que no se indica la referencia del método empleado ni condiciones ambientales o de transporte.
7.4 Manipulación de los ítems de ensayo o calibración				
7.4.1	¿Se dispone de un procedimiento para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación y disposición o devolución de los ítems de ensayo o calibración, que incluya todas las disposiciones necesarias		X	No se cuenta con procedimiento. Y no se tiene evidencia de las acciones tomadas para prevenir el deterioro, contaminación ni transporte.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
	para proteger la integridad del ítem de ensayo o calibración, y para proteger los intereses del laboratorio y del cliente?			
7.4.2	¿Se dispone de un sistema para identificar sin ambigüedades los ítems de ensayo o calibración?	X		Se aseguran de que los ítems no se confundan físicamente en sus registros y documentos.
7.5 Registros técnicos				
7.5.1	¿Se incluyen en los registros técnicos la fecha y la identidad del personal responsable de cada actividad?	X		Los resultados de los análisis impresos tienen fecha de análisis y los datos del personal que realizó y validó las actividades de los análisis.
7.5.2	En caso de producirse modificaciones en los registros técnicos, <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿se asegura que sean trazables a las versiones anteriores o a las observaciones originales? ▪ ¿se conservan tanto los datos originales como los modificados, incluida la fecha de corrección, una indicación de los aspectos corregidos, y el personal responsable de las correcciones? 		X	No se tiene evidencia de la trazabilidad de los datos modificados y su seguimiento.
7.6 Evaluación de la incertidumbre de medición				
7.6.1	¿Se han identificado las contribuciones a la incertidumbre de medición?		X	No se evalúa la incertidumbre de medición para todas las calibraciones
7.6.2	En caso de realizar calibraciones, incluidas las de los propios equipos, ¿se evalúa la incertidumbre de medición para todas las calibraciones?		X	No se evalúa la incertidumbre de medición para todas las calibraciones.
7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados				
7.7.1	¿Se dispone de un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados?		X	No se tiene procedimiento. Los datos resultantes no se registran de forma que las tendencias no son detectadas, ni se aplican técnicas estadísticas para la revisión de los resultados.
	En los casos posibles, ¿se aplican técnicas estadísticas para la revisión de los resultados?		X	No se aplican técnicas estadísticas para la revisión de los resultados
7.7.2	¿Se lleva a cabo seguimiento del desempeño mediante comparación con los resultados de otros laboratorios, mediante participación en ensayos de aptitud o en otras comparaciones interlaboratorio?		X	Para algunas muestras específicas, y bajo solicitud de los clientes se realizan comparaciones, sin embargo, no se planifica.
7.8 Informe de resultados				
7.8.1.1	¿Se revisan y autorizan los resultados antes de su emisión?	X		Evidencia de informes firmados de los resultados de las muestras.
7.8.1.2	¿Incluyen los informes toda la información acordada con el cliente, la necesaria para la interpretación de los resultados y la exigida en el método utilizado?	X		Evidencia de informes firmados de los resultados de las muestras, así como informes en medios electrónicos en los sistemas institucionales.
7.9 Quejas				
7.9.1	¿Se dispone de un proceso documentado para recibir, evaluar y tomar decisiones acerca de las quejas?		X	No se cuenta con un proceso formal para el seguimiento de las quejas.
7.9.2	¿Se encuentra disponible una descripción del proceso de tratamiento de quejas para cuando lo solicite cualquier parte interesada?		X	No se cuenta con un proceso formal para el seguimiento de las quejas, no se tiene un plan de acciones para resolverlas.
7.10 Trabajo no conforme				
7.10.1	En caso de recibir quejas, ¿Se ha confirmado si la queja está relacionada con las actividades del laboratorio de las que es responsable y, en caso afirmativo, se trata?		X	No se cuenta con un proceso formal para el seguimiento de las quejas.
	¿Existe un procedimiento de tratamiento de trabajos no conformes? y este asegura que...? <ul style="list-style-type: none"> a) Están definidas las responsabilidades y autoridades para la gestión del trabajo no conforme. b) Las acciones (incluyendo la detención o repetición del trabajo y la retención de los informes, según sea necesario), se basan en 		X	No se cuenta con un procedimiento de tratamiento de trabajos no conformes, y las actividades que se logran realizar como medida, son informales.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
	<p>los niveles de riesgo establecidos por el laboratorio.</p> <p>c) Se hace una evaluación de la importancia del trabajo no conforme, incluyendo un análisis de impacto sobre los resultados previos.</p> <p>d) Se toma una decisión sobre la aceptabilidad del trabajo no conforme.</p> <p>e) Cuando es necesario, se notifica al cliente y se anula el trabajo.</p> <p>f) Se define la responsabilidad para autorizar la reanudación del trabajo</p>			
7.10.2	¿Se conservan registros de los trabajos no conformes y de las acciones tomadas según lo especificado en los epígrafes b) a f) del apartado anterior?		X	No se conservan los registros de trabajos no conformes ni sus acciones.
7.11 Control de los datos y gestión de la información				
7.11.1	¿El laboratorio dispone de acceso a los datos y a la información necesaria para llevar a cabo sus actividades?	X		El personal dispone de las autorizaciones y permisos pertinentes para acceder a los datos oficiales, necesarios para el desarrollo de sus actividades.
7.11.3	<p>Los sistemas de gestión de la información del laboratorio:</p> <p>a) ¿Están protegidos contra acceso no autorizado?</p> <p>b) ¿Están salvaguardados contra manipulación indebida y pérdida?</p>	X		El personal autorizado dispone de los permisos y claves. Se realizan respaldos de la información digital generada.
8 Requisitos del sistema de gestión				
8.1 Opciones				
8.1.1	El laboratorio establece, documenta, implementa y mantiene un sistema de gestión que sea capaz de apoyar y demostrar el logro coherente de los requisitos de esta norma y asegurar la calidad de los resultados.		X	No cuentan con sistema de gestión de calidad.
8.2 Documentación del sistema de gestión				
8.2.2	¿Las políticas y objetivos abordan la competencia, imparcialidad y la operación coherente del laboratorio?		X	No se dispone de políticas de calidad.
8.3 Control de documentos del sistema de gestión				
8.3.1	¿Se controlan todos los documentos, tanto internos como externos?	X		Se tiene evidencia de cómo se realiza el flujo de información y entrega de documentos a través de los sistemas institucionales a las partes interesadas.
8.3.2	¿El laboratorio asegura que los documentos se revisan y actualizan periódicamente?	X		Los documentos se imprimen y se formalizan antes de su emisión por el personal autorizado.
8.4 Control de registros				
8.4.2	¿El laboratorio conserva registros durante un periodo coherente con sus obligaciones contractuales?	X		Los registros se conservan por dos años, posterior a este tiempo, se almacena físicamente en archivo muerto, así también se tiene el histórico electrónico.
8.5 Acciones para abordar riesgos y oportunidades				
8.5.2	¿Se han planificado las acciones para abordar riesgos y oportunidades asociados con sus actividades, con la finalidad de lograr la mejora?		X	Se toman acciones para el abastecimiento de materiales, equipos e insumos para la operatividad ininterrumpida, para lograr el propósito y los objetivos de los laboratorios. Asimismo, para capacitar el personal y para certificar el proceso de calidad. Sin embargo, no a través de un plan, y no se presenta evidencia de atención ni de reducción de impactos indeseados en las actividades del laboratorio.
8.6 Mejora				
8.6.2	¿Dispone el laboratorio de un sistema para obtener retorno de información tanto positiva como negativa de sus clientes?		X	No se tiene evidencia de encuestas de satisfacción del cliente, ni de revisión de los informes con estos, sólo de algunos registros de comunicación.

No.	Requisitos	Cumple	No cumple	Observaciones
8.7 Acciones correctivas				
8.7.1	Cuando ocurre una no conformidad, ¿El laboratorio emprende acciones para controlarlas y corregirlas? ¿Implementa cualquier acción necesaria? ¿Revisa la eficacia de cualquier acción correctiva tomada?		X	Se revisa equipo, material, reactivo y la repetibilidad de la prueba. Sin embargo, no se presenta evidencia de las acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con la finalidad de que no vuelvan a ocurrir, no se hace la revisión ni análisis de la no conformidad.
8.8 Auditorías internas				
8.8.1	¿El laboratorio lleva a cabo auditorías internas a intervalos planificados para obtener información sobre si el sistema de gestión es conforme con los requisitos de su sistema de gestión, incluidas las actividades del laboratorio?		X	No se cuenta con sistema de gestión de calidad.
8.8.2	¿Planifica, establece, implementa y mantiene un programa de auditoría que incluya? (la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y presentación de informes, la importancia de las actividades, los cambios del laboratorio, y los resultados de las auditorías previas)		X	No se planifican las auditorías, no se cuenta con evidencia de la definición de los criterios de auditoría ni su alcance.
	¿Conserva los registros de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de la misma?		X	Para algunas auditorías efectuadas, se conservan registros de los resultados y la atención, sin embargo, no se tiene evidencia de un plan de auditoría.
8.9 Revisiones por la dirección				
8.9.1	¿El laboratorio revisa su sistema de gestión a intervalos planificados, con el fin de asegurar su conveniencia, adecuación y eficacia, incluidas las políticas y objetivos?		X	No se cuenta con sistema de gestión de calidad.