



**Universidad de Matanzas**  
**Facultad de Ciencias Empresariales**  
**Departamento de Ingeniería Industrial**

**Título: Diagnóstico de las causas de incumplimiento de coeficientes de eficacia por los equipos de intervención.**

**Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Industrial**

**Autora: Daniela Nuñez Nicles.**

**Tutor: Dr. C. Francisco David Ramírez Betancourt.**

**Matanzas, 2021**

## **Declaración de autoridad**

Yo, Daniela Nuñez Nicles declaro como estudiante del Curso Diurno, de la Facultad de Ciencias Empresariales, en la Universidad de Matanzas, ser el único autor de este Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Industrial como parte de la culminación de mis estudios, y autorizo a la Universidad de Matanzas y todos aquellos que le precisen, a hacer uso de la misma.

---

**Daniela Nuñez Nicles**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del tribunal** \_\_\_\_\_

**Secretario** \_\_\_\_\_

**Miembro** \_\_\_\_\_

**Dado en ciudad de Matanzas a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del 2021.**

## **Dedicatoria**

A mi madre por su dedicación, empeño y constancia para que me convirtiera en quien soy, le debo todo mi ser.

## **Agradecimientos**

A mi familia por su amor y perseverancia en el logro de mis sueños.

A mi novio por su apoyo incondicional.

A mis amigos que, con su sabiduría, contribuyeron a mi formación.

A la Universidad de Matanzas y profesores que pusieron su granito de arena para mi superación profesional.

A mi tutor por su entrega y disposición.

A los trabajadores de EMPERCAP que contribuyeron con la realización de la investigación.

## **Pensamiento**

*“En la ciencia no hay un amplio camino real y sólo puede alcanzar sus alturas radiantes aquel que, sin temor al cansancio, trepa por sus pedregosos senderos”.*

*Karl Marx*

## **Resumen**

La presente investigación se desarrolla atendiendo a las causas que influyen en el incumplimiento de los indicadores de eficacia en la división de equipos de intervención perteneciente a la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP). A pesar de la labor que desempeñan tanto los equipos de intervención como el colectivo de trabajo, los resultados obtenidos no son los mejores para la empresa por lo que se declara como problema científico: ¿Cómo contribuir a elevar los coeficientes de eficacia por parte de los equipos de intervención en el proceso de reparación subterránea y capital de pozos? Con el propósito de darle solución al problema científico se determina como objetivo general el siguiente: Proponer un procedimiento para el diagnóstico de las causas que afectan el cumplimiento de los coeficientes de eficacia por parte de los equipos de intervención en el proceso de reparación subterránea y capital de pozos. Para ello se aplican métodos teóricos como son análisis – síntesis, inducción – deducción, histórico – lógico, enfoque de sistema y, por otra parte, los métodos empíricos entrevista, estudio documental, consulta a especialistas y métodos estadísticos. Además, se utiliza el Método Kendall, el Diagrama Causa – Efecto y la Tormenta de Ideas. Se espera diagnosticar las causas que generan tiempos perdidos por parte de los equipos de intervención que influyen en el comportamiento de los indicadores de eficacia y por tanto afectan a la calidad de los servicios prestados por EMPERCAP.

Palabras claves: equipos de intervención, tiempos perdidos, coeficientes de eficacia, calidad.

## **Abstract**

This investigation is developed taking into account the causes that influence the non-compliance of the efficiency indicators in the intervention equipment division belonging to the Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP). Despite the work carried out by both the intervention teams and the work group, the results obtained are not the best for the company, which is why it is declared a scientific problem: How to contribute to raising the efficiency coefficients on the part of the intervention teams in the underground repair process and well capital? In order to solve the scientific problem, the following general objective is determined: Propose a procedure for the diagnosis of the causes that affect compliance with the efficiency coefficients by the intervention teams in the underground and capital repair process wells. For this, theoretical methods are applied such as analysis - synthesis, induction - deduction, historical - logical, system approach and, on the other hand, empirical methods, interview, documentary study, consultation with specialists and statistical methods. In addition, the Kendall Method, the Cause - Effect Diagram and the Brainstorming are used. It is expected to diagnose the causes that generate downtime on the part of the intervention teams that influence the behavior of the efficiency indicators and therefore affect the quality of the services provided by EMPERCAP.

Keywords: intervention teams, lost time, efficiency coefficients, quality.

## Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Marco teórico referencial.....	7
1.1 Conceptos de eficacia.....	7
1.2 Definiciones y aspectos generales sobre calidad. ....	12
1.2.1 Enfoques de la calidad. ....	14
1.2.2 Evolución conceptual de la calidad. ....	15
1.2.3 La calidad del servicio, indicadores e ingeniería de la calidad. ....	20
1.2.4 Cultura de calidad. ....	22
1.3 Equipos de intervención.....	24
1.3.1 Equipo de intervención Service Rig SXJ-250S. ....	24
1.3.2 Equipo de intervención Service Rig XJ-350S.....	25
1.3.3 Equipo de intervención Service Rig XJ-450S.....	26
1.3.4 Equipo de intervención HYDUKE.....	27
1.3.5 Equipo de Swab EW. ....	30
Capítulo II: Caracterización de la entidad objeto de estudio y diseño metodológico. .....	31
2.1 Caracterización de la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP).....	31
2.1.1 Divisiones de la empresa. ....	38
2.2 División de Equipos de Intervención.....	40
2.2.1 Situación Actual.....	42
2.2.2 Caracterización del entorno. ....	43
2.3 Metodología de la investigación.....	45
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	54
Bibliografía .....	55
Anexos .....	58

## **Introducción**

Muchos expertos acuerdan que el término eficacia es la adquisición de los objetivos trazados previamente. Por su lado, otros manifiestan que el término es simplemente la realización de las cosas correctamente, con el simple propósito de lograr o alcanzar las metas previstas. También, según (Martínez, A., 2021), es el logro del objetivo planteado, por lo que es la capacidad o cualidad para lograr, obrar o conseguir algún resultado en particular, gozando de la virtud de producir el efecto deseado. Es la ejecución o realización de una tarea o el cumplimiento de un objetivo, sin importar cómo dicha meta es lograda, los medios, el tiempo o los recursos involucrados en su ejecución. Dicho de otra forma, se refiere a la materialización de un propósito.

Su etimología proviene del latín *efficax*, que quiere decir “cualidad de hacer lo que está destinado ser”. De allí que la palabra “eficaz”, entonces será aquella organización con la cualidad o capacidad de llevar a cabo un plan propuesto y cumplir su misión. De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española (ESPAÑOLA, R. A., 2020), la palabra está definida como la capacidad de lograr el efecto que se desea o espera. También define la palabra “eficaz” como el dicho sobre alguna cosa que produce el efecto propio o esperado, o aquella organización competente que cumple su objetivo.

Dentro del ámbito administrativo organizacional, la eficacia administrativa se trata de la consecución de las metas de una institución con los recursos disponibles para tal fin, realizando los procesos de manera correcta.

Nunca debe confundirse la noción de eficacia con la idea de “eficiencia”, ya que es la utilización racional de los recursos con los que se cuenta, para así lograr alcanzar el objetivo previamente propuesto. Es decir que la eficiencia es el uso adecuado de los recursos disponibles, al menor costo y tiempo posibles (siendo eficaz en la administración del tiempo), pero sin dejar a un lado el factor calidad. La idea es evitar el derroche, lo que demuestra que hay más de una manera de alcanzar los objetivos planteados. Se puede ser eficaz sin ser eficiente y

viceversa, pero es importante equilibrar ambos aspectos para lograr notoriedad y productividad en la ejecución de las acciones (Martínez, A., 2021).

La calidad implica eficacia y eficiencia, esto se puede traducir en reducir costes e incrementar la rentabilidad. Incluye todas las funciones y fases que intervienen en la vida de un producto o servicio, involucrando a todo el personal en la prevención de los errores, mejorando el ambiente y las relaciones entre los miembros, reduciendo así las pérdidas provocadas por una gestión insuficiente, tomando en cuenta la totalidad de las necesidades de los clientes con el objetivo final de la plena satisfacción de las necesidades del cliente y sus expectativas, supone actualmente, y supondrá en el futuro, tanto un valor estratégico como una ventaja competitiva.

Además, es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie. Como refiere (Pérez Quintero, A. L., 2013), la palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

Por otra parte, se ha convertido para las organizaciones actuales en uno de los pilares para alcanzar el éxito. El mundo globalizado ha ocasionado que la competencia y el flujo de conocimiento se incrementen en un ritmo vertiginoso, lo que ha traído aparejado una evolución del cliente, quien hoy por hoy es mucho más exigente que en tiempos pasados. Las organizaciones ante este panorama han adoptado a la calidad como una respuesta al entorno en el que se encuentran inmersas, como una forma de mantener la competitividad y elevar la productividad, maximizando su rentabilidad. Es el objetivo y la referencia de cualquier actividad desarrollada en la empresa. Se ha convertido en un instrumento de gestión

poderoso y avanzado que en manos de las empresas les permite alcanzar importantes cuotas de mercado, esgrimiéndose como estrategia competitiva diferenciadora.

En la actualidad, la filosofía de la calidad total se configura por los líderes corporativos como el elemento estratégico más importante a su disposición, al fundamentar la búsqueda de un sistema efectivo para lograr clientes plenamente satisfechos mediante la consecución de una perfección tanto en la fabricación de productos como en la prestación de servicios. Ahora bien, estos objetivos sólo pueden ser alcanzados si las organizaciones reorientan sus propias culturas empresariales y asumen desde este nuevo estilo de gestión el seguimiento de una máxima fundamental: la mejora continua e integral en el desarrollo de sus procesos operativos, involucrando a todos los niveles empresariales quienes recibirían formación para emplear métodos científicos en la toma cotidiana de decisiones.

Las actividades relacionadas con la rama petrolera siguen mostrando una halagadora perspectiva de expansión casi ilimitada. Constituye el sector un entorno de mercado fuertemente competitivo por lo que se han establecido estrategias de diferenciación basadas en lograr la satisfacción del cliente por medio de la calidad en el servicio. Se requiere plantear como una meta principal cubrir necesidades, y expectativas de los clientes a través de una administración basada en la calidad de la oferta, que se trata de una nueva concepción empresarial que asume el compromiso de hacer esfuerzos permanentes por asegurar sistemática y eficazmente la calidad.

A pesar de que Cuba no se considera un país rico en yacimientos de petróleo, desde el triunfo de la Revolución comenzó un impetuoso desarrollo en la industria petrolera. La Unión Cuba-Petróleo (CUPET) es la organización estatal cubana encargada de satisfacer eficazmente el suministro de combustibles y lubricantes al mercado nacional, maximizando el valor de los combustibles nacionales con productos competitivos en el área del Caribe, basados en la aplicación de tecnologías de avanzada y un potencial humano altamente calificado y

comprometido con el desarrollo del país. Su estrategia general es incrementar las reservas de petróleo y gas, garantizando su óptima utilización como vía fundamental para satisfacer el suministro de combustibles y lubricantes a los clientes y al pueblo de forma oportuna con alta calidad y bajos costos ("CUPET (Unión Cuba Petróleo)").

Entre las empresas que componen este sistema se encuentra: La Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP) creada en febrero de 2003 con el objetivo de prestar servicios de perforación, reparación, cementación de camisas de revestimiento, liquidación de pozos y servicios especializados a pozos de petróleo y gas con gran calidad y seguridad (CUPET, 2016). La alta dirección de EMPERCAP asume el compromiso de ofrecer servicios especializados de Perforación y Reparación de pozos de petróleo y gas, bajo un Sistema de Gestión de Calidad, con personal competente, para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y partes interesadas, con una mejora continua, cumpliendo con la legislación aplicable, en aras de lograr el desarrollo sustentable y sostenible.

Es de reconocer la preparación del personal de la empresa, integrado por jefes de equipo, operadores y brigadas con toda una dotación competente que garantizan y contribuyen a la obtención de resultados favorables para el país. Uno de sus componentes es la división de equipos de intervención que genera ingresos considerables para la empresa, resultando ser imprescindible para el proceso productivo, por lo que, se han realizado grandes inversiones para su completamiento en la compra de equipos modernos de intervención.

La actividad que realizan los equipos de intervención, pese a los resultados obtenidos, no llega al estado deseado por parte de los especialistas y del país, ya que se generan pérdidas de tiempo en su trabajo dadas por diferentes causas que afectan la obtención de resultados óptimos deseados y planificados; situación ésta que puede ser perfeccionada para lograr cumplir con el mejoramiento de los coeficientes de eficacia, de manera tal que resulten favorables los programas de mejora, con una consiguiente recuperación en los ingresos de EMPERCAP y en

los resultados productivos; por lo que la autora propone como **problema científico**: ¿Cómo contribuir a elevar los coeficientes de eficacia por parte de los equipos de intervención en el proceso de reparación subterránea y capital de pozos?

El **objeto de estudio** de la investigación son las afectaciones de los coeficientes de eficacia de los equipos de intervención.

El **campo de acción** se enmarca en los tiempos perdidos por los equipos de intervención, en el proceso de reparación subterránea y capital de pozos, lo cual afecta los coeficientes de eficacia.

El **objetivo general** del estudio es: proponer un procedimiento para el diagnóstico de las causas que afectan el cumplimiento de los coeficientes de eficacia por parte de los equipos de intervención en el proceso de reparación subterránea y capital de pozos.

Para dar cumplimiento al objetivo general se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Sistematizar los referentes teóricos sobre eficacia, calidad y equipos de intervención.
2. Seleccionar las herramientas de diagnóstico para la determinación de las principales causas que generan tiempos perdidos por parte de los equipos de intervención que influyen en los coeficientes de eficacia.

Como metodología general que guió toda la investigación fue el método dialéctico materialista. Además, se aplicó un sistema de **métodos teóricos y empíricos** como son:

- El método de **análisis – síntesis**, que asociados al de **inducción – deducción**, permitieron reconocer los elementos específicos o particulares y las regularidades del campo de acción.
- El método **histórico – lógico**, aplicado para reconocer las principales causas que provocaron tiempos perdidos por parte de los equipos de

intervención de EMPERCAP, relacionados con el proceso de reparación subterránea y capital de pozos en los tres primeros trimestres del año 2021.

- El método **enfoque de sistema**, aplicado para la interpretación, diseño y valoración de todos los elementos investigados, reconociendo en ellos unidad interna, una organización funcional y en su conjunto integral y jerárquico que en su totalidad generan el resultado que se desea.

Los **métodos empíricos** aplicados fueron:

- La **entrevista** a trabajadores y directivos de EMPERCAP relacionada con las causas y consecuencias de los tiempos perdidos por parte de los equipos de intervención de EMPERCAP, relacionados con el proceso de reparación subterránea y capital de pozos.
- El **estudio documental** de los registros de tiempos perdidos y sus posibles causas, que permitieron identificar las regularidades.
- **Consulta a especialistas**, relacionada con ideas acerca de las posibles causas que pudieron generar tiempos perdidos e incidir en el no cumplimiento de los indicadores de eficacia por parte de los equipos de intervención de EMPERCAP, relacionados con el proceso de reparación subterránea y capital de pozos.
- También fueron utilizados **métodos estadísticos** que permitieron el procesamiento de los datos.

La estructura del trabajo se expondrá a través de diferentes etapas:

En el **Capítulo I** se presentará la fundamentación teórica de la tesis, donde se abordan los aspectos teóricos fundamentales relacionados con eficacia, calidad y equipos de intervención.

Seguidamente, en el **Capítulo II**, se realiza una caracterización de EMPERCAP y se proponen los instrumentos de diagnóstico, así como la metodología para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

## **Capítulo I: Marco teórico referencial.**

En este capítulo se aborda acerca de elementos empleados en el proyecto a partir de la revisión bibliográfica para analizar lo referente a eficacia, calidad y equipos de intervención.

### **1.1 Conceptos de eficacia.**

El término eficacia ha sido comúnmente relacionado con otros como rendimiento, competitividad, productividad, resultados, desempeño, efectividad, eficiencia, excelencia y calidad. Todas estas categorías han sido utilizadas por diversos autores indistintamente como significado de eficacia. Es muy probable que pocos investigadores argumenten que estos conceptos comparten el mismo significado o que la utilización que se hace de ellos, es fundamentalmente divergente. No está claro en qué medida representan diferencias paradigmáticas, son consecuencia de un lenguaje impreciso (Daft, R. L., 1980) o son, simplemente, variaciones de idioma y estilo sin importancia.

La mayoría de los autores describe el término de manera similar, pero en sus propias palabras, se tiene que la eficacia es (Martínez, A., 2021):

- Idalberto Chiavenato (Doctor en administración): La medida del logro de resultados.
- Stephen Robbins y Mary Coulter: Hacer las cosas correctas.
- Reinaldo Oliveira Da Silva: El logro de los objetivos propuestos con la realización de actividades para alcanzar las metas establecidas; y la medida en que se alcanza el objetivo o resultado.
- Simón Andrade: La manifestación administrativa de la eficiencia, o eficacia directiva.
- Manuel Fernández Ríos y José Sánchez: Capacidad de una organización para lograr los objetivos, incluyendo la eficiencia y factores del entorno.
- Peter F. Drucker: Condición mínima para sobrevivir luego que el éxito se ha alcanzado.

- Christopher Freeman: El grado de congruencia entre los objetivos y los resultados observables.

A partir del resultado de revisiones bibliográficas se tienen además las siguientes definiciones de eficacia:

**Tabla 1.1** Definiciones de eficacia.

Se refiere a la consecución de metas. Logro de los objetivos.	Quijano (2006)
Capacidad administrativa para alcanzar las metas o resultados propuestos.	Díez De Castro <i>et al.</i> (2002)
Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.	(ISO 9000: 2008)
Resultados alcanzados que cumplen los objetivos o requisitos de calidad.	Gutiérrez (2005)
Grado en que las salidas actuales se corresponden con las salidas deseadas.	Mallo y Merlo (1995)

Fuente: (Rojas, M., Jaimes, L., y Valencia, M., 2018)

Como bien se ha expuesto anteriormente, el concepto es relacionado con varias acepciones, de ahí la importancia de exponer sus significados, pero antes comenzando por el tema de estudio según el Diccionario Enciclopédico Color, de la Lengua Española ("Diccionario Enciclopédico Color,"):

- Eficacia, del latín "eficaccia", es "virtud, actividad, fuerza y poder para obrar".
- Eficaz del latín "efficaxacis", es "activo, fervoroso, poderoso para obrar" que logra hacer efectivo un intento o propósito, "calidad de efectivo".
- Efectivo (del latín "effectivus") es "real, verdadero en oposición a lo quimérico, dudoso o nominal".
- Efectividad: calidad de efectivo.

- Eficiencia (del latín “efficientia”) es “la virtud y facultad para lograr un efecto determinado; acción con que se logra este efecto”.
- Excelente: que sobresale en bondad, mérito o estimación entre las cosas que son buenas en su misma especie.
- Éxito: resultado feliz de un negocio o actuación.
- Productividad: capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc.

Aunque los conceptos de eficacia, eficiencia y productividad no se deben confundir, tienen una estrecha relación desde el punto de vista empresarial. En términos administrativos, son conceptos que se utilizan mucho, tanto por su impacto dentro de la actividad diaria de la empresa, como por su aplicabilidad. Sergio Hernández y Rodríguez, catedrático de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México, los define así ("Eficiencia, Eficacia y Productividad en una Empresa," 2016):

- Eficacia: Consiste en alcanzar las metas establecidas en la empresa.
- Eficiencia: Se refiere a lograr las metas con la menor cantidad de recursos. Obsérvese que el punto clave en esta definición es ahorro o reducción de recursos al mínimo.
- Productividad: Se trata de la relación producto-insumo en un período específico con el adecuado control de la calidad.

Los conceptos productividad, eficacia y eficiencia, pueden ir de la mano, pero siempre según los objetivos que persiga el negocio, ya que la productividad es la diferencia entre eficiencia y eficacia, lo que indica que, aun en una misma empresa, se debe considerar que existirán unidades con diferentes niveles de productividad. Es claro que el sólo deseo de ser eficiente y de alta calidad, o de calidad mundial, no es suficiente para lograr esa meta, es necesario contar con una estructura adecuada y capaz de cumplir con los requerimientos, teniendo en cuenta estas tres variables que se complementan y que forman la base para un negocio exitoso.

Mientras se entiende por eficacia como la capacidad de lograr un objetivo mediante el desarrollo de una acción, o de igual forma como la capacidad de alcanzar el efecto que se espera o se desea tras la realización de una acción, por otra parte, se tiene que la eficiencia se refiere al uso racional de los medios para alcanzar un objetivo predeterminado (es decir, cumplir un objetivo con el mínimo de recursos disponibles y tiempo) (Pérez Porto, J. y Merino, M., 2021). Por tanto, se puede establecer que la principal diferencia entre eficiencia y eficacia es que la primera sería la que se consigue cuando se alcanzan los mismos objetivos, pero utilizándose el menor número posible de recursos o también cuando se consiguen muchos más objetivos con el mismo número de recursos.

En general, la combinación de eficacia y eficiencia supone la forma ideal de cumplir con un objetivo o meta. No sólo se alcanzará el efecto deseado, sino que se habrá invertido la menor cantidad de recursos posibles para la consecución del logro.

A lo largo de la historia, y concretamente en el ámbito empresarial y de los negocios, muchos son los importantes personajes del mismo que han establecido sus propios criterios acerca de lo que significa la eficacia. Así, para muchos es simplemente la consecución de los objetivos marcados mientras que para otros la citada es el hacer las cosas bien, tal y como deben ser para así poder alcanzar las metas previstas.

Como se evidencia, es imprescindible establecer las relaciones y diferencias entre estas acepciones debido a su utilización en diferentes contextos y a las disímiles conceptualizaciones desde el punto de vista de numerosos autores. A pesar de no existir consenso frente a estas, en términos generales, ambos conceptos son complementarios, su principal diferencia es que la eficacia se centra en el alcance y logro de resultados, mientras la eficiencia en la utilización de recursos.

Es importante apreciar que estas variables son independientes y su conceptualización tiene puntos de vista divergentes; sin embargo, aunque estos términos se usan cotidianamente en múltiples ámbitos, no existe una

conceptualización única conocida y aceptada por igual por los diferentes profesionales.

Uno de los retos de la gerencia moderna es el de la medición del desempeño. Con frecuencia lo que se desea es un sistema de indicadores que permitan realizar análisis de eficacia en la empresa. De ahí que la eficacia se puede definir como el grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuánto de los resultados esperados se alcanzó. Consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las actividades y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados (Mejía C., C. A., 1998).

De la anterior definición se puede apreciar que los indicadores de eficacia son susceptibles de ser utilizados para todo tipo de áreas de una organización, independientemente del carácter de su actividad, es decir, sean labores comerciales, intelectuales, de producción, de control, de servicios, etc. En cualquier área siempre será posible definir un resultado esperado (expresado como una meta, una cantidad, una variación, un porcentaje, entre otros), un costo estimado y un tiempo especificado para llevar a cabo la labor que se propone como meta o tarea. Pues bien, la combinación de esos elementos, o sea, el resultado, el costo y el tiempo, permiten medir objetivamente el grado de eficacia de una organización (Mejía C., C. A., 1998).

La eficacia es simplemente la comparación entre lo alcanzado y lo esperado. Los niveles superiores de eficacia corresponden a porcentajes de ejecución muy altos, cuya calificación es cada vez más difícil de obtener. Normalmente, niveles superiores de cumplimiento exigen mayores esfuerzos e imponen mayores grados de dificultad. Es importante familiarizarse con estimaciones globales sobre el tiempo y los costos de operaciones, elemento esencial para generar una racionalización sobre el uso de los recursos, expresado en los costos, y la necesidad de emplear adecuadamente el tiempo, expresado en el cumplimiento oportuno de lo requerido. Es posible establecer estos indicadores como parte de la medición del desempeño y de la evaluación de la gestión. Se pueden, inclusive,

realizar comparaciones sobre cada uno de los indicadores y las causas que los generan (resultados, costo y tiempo) (Mejía C., C. A., 1998).

La disciplina que genera el establecimiento de metas de eficacia, produce como resultado un elevamiento continuo de la competitividad de la empresa, lo cual es, por sí mismo, un objetivo altamente deseable.

Cuando se habla de eficacia, se busca acentuar aquello que la organización consigue, relativamente a lo que había sido previsto y estaba estipulado conseguir; o sea, el grado en el que la organización es eficaz en la consecución de sus objetivos. Y esos objetivos pueden ser: de producción (productividad), de buenas prácticas de gestión (excelencia y calidad total), e incluso objetivos de optimización de recursos (eficiencia) (Rodríguez Pompa, Á. y Mayo Alegre, J. C., 2014).

## **1.2 Definiciones y aspectos generales sobre calidad.**

Las organizaciones en general, buscan mejorar sus productos y/o servicios, con el fin de aumentar su productividad, competitividad u obtener reconocimiento, y de esta manera garantizar su supervivencia y crecimiento en el mercado, en el cual existen nuevas exigencias cada día. Uno de los mecanismos que mayores resultados ha proporcionado es la implantación de una dirección basada en la calidad; es decir, hoy día son muchas las entidades que invierten en Gestión de la Calidad, de ahí la importancia de este término como también el significado que ha adquirido durante las últimas décadas.

Diversos hechos y aportes realizados por diferentes autores, el contexto y la época en que fueron emitidos marcaron cada una de las etapas de la evolución de la calidad en la historia, desde la inspección hasta la gestión de la calidad total o excelencia (Saumeth, K. M. T., Afanador, T. S. R., Ospino, L. S., y Barraza, F. M., 2012). La inspección, se dio desde 1450 (año del que data la primera evidencia que demuestra la presencia de un inspector) hasta 1920, el objetivo en esta etapa era detectar defectos en el producto terminado y la calidad era vista como la forma de resolver el problema, pero de manera correctiva. Para esto, el departamento de

inspección fijaba estándares (que el producto terminado debía cumplir), y realizaba mediciones de tal manera que la responsabilidad de la calidad recaía sobre el departamento de inspección y esta solo era tomada en cuenta en el producto final. Los autores más influyentes de esta época fueron Frederick Taylor, Henry Ford y Eli Whitney.

Posteriormente alrededor de 1920 se dio la etapa del control de calidad en donde la calidad estuvo orientada no solo en el producto terminado si no en los procesos, por tanto, la responsabilidad era del departamento de producción. El control se realizaba mediante técnicas estadísticas y muestreos, lo cual permitía no solo identificar el problema y resolverlo de forma correctiva, sino también identificar sus causas. Los autores que marcaron esta etapa fueron William Edwards Deming y Walter Shewhart.

A partir de 1960 los aportes de autores como Joseph Juran y Kaoru Ishikawa llevaron a que la calidad fuese percibida como una responsabilidad de todos los departamentos, como un sistema, en donde la coordinación y organización eran la clave para resolver los problemas de forma activa y estableciendo acciones preventivas, mediante el uso de programas y planificación estratégica, es así como nace la etapa del aseguramiento de la calidad.

Los avances en cuanto al tema de la calidad fueron muchos, tanto así que la calidad se convirtió en una estrategia para alcanzar una ventaja competitiva entre las empresas, ahora la responsabilidad recaía sobre la dirección y con ella toda la organización, además la calidad estaba orientada no solo al producto y a los procesos sino también a las personas. Esta etapa se da a partir de 1980 y es llamada calidad total, en donde el impacto estratégico de la calidad constituyó su principal objetivo. Una de las organizaciones que más influyó en esta etapa fue la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

La etapa gestión de la calidad total o excelencia se da a partir de 1990 en donde organizaciones como la Fundación Europea para la Administración de la Calidad (EFQM) (Henderson García, A., 2011) crean sus modelos de gestión e instituyen premios a la calidad dando a las empresas la oportunidad de mejorar e innovar,

mediante autoevaluación, procurando que toda la organización trabaje con el objetivo de satisfacer las necesidades y expectativas de todos los grupos de interés, estableciendo que la meta a alcanzar es la excelencia.

### **1.2.1 Enfoques de la calidad.**

La calidad ha experimentado un profundo cambio hasta llegar a lo que hoy conocemos por Excelencia, inicialmente el enfoque era hacia la calidad del producto, después hacia la satisfacción de las necesidades o expectativas de los clientes y posteriormente hacia todos los grupos de interés de la organización. Los responsables de la calidad también han ido cambiando, primero era responsabilidad única de la persona que elaboraba el producto pasando por los inspectores para luego convertirse en responsabilidad de todos los que hacen parte de la empresa. En base a esto David A. Garvin en 1988, agrupa las definiciones de calidad en cinco enfoques básicos: enfoque trascendente, enfoque basado en el producto, enfoque basado en el cliente, enfoque basado en la producción y el enfoque basado en el valor (Garvin, D. A., 1988).

Enfoque Trascendente: Este concepto se remonta a la época de los filósofos griegos como Platón para el cual la calidad es lo mejor, algo absoluto, la más alta idea de todo (Saumeth, K. M. T. et al., 2012).

Enfoque basado en el producto: Definiciones como las de Lawrence Abbott en 1955 y Keith B. Leffler en 1993 (Benavides Velasco, C. A. y Quintana García, C., 2015), afirman que la calidad es función de una variable específica y medible, de forma que las diferencias en calidad reflejan diferencias en la cantidad de algún ingrediente o atributo del producto (Miranda González, F. J., Chamorro Mera, A., y Rubio Lacoba, S., 2007).

Enfoque basado en el cliente: Este enfoque se basa bajo la teoría que un producto será de calidad si satisface o excede las expectativas del cliente o usuario. En esta línea, Juran en 1946 (Juran, J. M., 2005), define la calidad como “la adecuación para el uso, satisfaciendo las necesidades del cliente”.

Enfoque basado en la producción: Bajo este enfoque encajan las definiciones de Deming y Crosby que consideran que la “calidad es la conformidad con los requerimientos, con las especificaciones de fabricación” (Saumeth, K. M. T. et al., 2012).

Enfoque basado en el valor: Los autores Carl P. Zeithmol, Christopher Lovelock, Robert A. Broh y Armand V. Feigenbaumen (Benavides Velasco, C. A. y Quintana García, C., 2015) que defienden esta definición indican que tanto el precio como la calidad deben ser tenidos en cuenta en un mercado cada vez más competitivo. La calidad de un producto no se puede desunir de su costo y su precio.

### **1.2.2 Evolución conceptual de la calidad.**

La importancia de la calidad para la competitividad de las empresas es innegable; la función de calidad dentro de las organizaciones, su impacto en el mercado, el progresivo aumento del interés de la comunidad académica, los cambios que ha sufrido en sus principios y prácticas, la organización de los expertos en la materia, son indicadores de su avance.

La calidad es un concepto inherente a la misma esencia del ser humano. Desde los mismos orígenes del hombre, éste ha comprendido que el hacer las cosas bien y de la mejor forma posible le proporciona una ventaja competitiva sobre sus congéneres y sobre el entorno con el cual interactúa.

En la actualidad, cambios en el esquema empresarial mundial, como la globalización, conducen a que la calidad deje de tener el contexto de moda que se percibía en años anteriores, para convertirse en una herramienta para la toma de decisiones de obligatorio manejo en cualquier organización que pretenda asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

Teniendo como base el proceso de evolución cronológica de la calidad, se observa que el concepto de calidad propiamente dicho, inicia en la etapa de la administración científica, específicamente con la aparición del control de calidad por inspección, que da comienzo formal al concepto de calidad, ya que en este punto empiezan a definirse los criterios para catalogar si un producto es bueno o

malo de acuerdo con las especificaciones previamente establecidas (Cubillos Rodríguez, M. C. y Rozo Rodríguez, D., 2009).

La evolución del proceso de control de calidad, evidenciada por el cambio de un proceso de control realizado por inspección a todas las unidades a un proceso de control realizado con criterios y herramientas estadísticas, determina el punto de partida para la aparición de una definición formal de calidad. Esta definición de calidad puede analizarse desde dos dimensiones fundamentales: la dimensión cronológica y la dimensión conceptual, que se inicia con el surgimiento del control estadístico de calidad. Desde el punto de vista conceptual, se pueden identificar claramente cuatro etapas del desarrollo de la calidad: control de calidad, aseguramiento de la calidad, proceso de calidad total y mejora continua de la calidad total (Cubillos Rodríguez, M. C. y Rozo Rodríguez, D., 2009).

A través de la historia hay bastante que mencionar acerca de personajes estudiosos de la calidad, reconocidos mundialmente por sus aportaciones académicas de disciplinas. A continuación, se exponen una serie de definiciones sobre el tema con sus respectivos autores (Cubillos Rodríguez, M. C. y Rozo Rodríguez, D., 2009):

William Edwards Deming: Una serie de cuestionamientos hacia una mejora continua.

Joseph M. Juran: Juran (1981) la define como la aptitud para el uso, satisfaciendo las necesidades del cliente.

Kaoru Ishikawa: Ishikawa (1986) define el control de calidad (CC) como: desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

Philip Crosby: Crosby tiene el pensamiento que la calidad es gratis, es suplir los requerimientos de un cliente, al lograr cumplir con estos se logra cero defectos.

William Ouchi: Para Ouchi calidad es hacer las cosas bien desde la primera vez.

Armand Vallin Feigenbaum: En 1986, la define como el resultante total de las características del producto y del servicio de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través de los cuales el producto o servicio en uso satisfará las esperanzas del cliente. Define un sistema de gestión de calidad total (GCT) como la estructura de trabajo operativo acordada, que abarca a la empresa y a la planta, documentada en procedimientos de técnicos y administrativos integrados, a fin de orientar las acciones coordinadas del personal, las máquinas y la información, de la compañía y la planta de una manera eficaz. El sistema de GCT proporciona un control permanente e integrado de todas las actividades clave, que alcanza verdaderamente a toda la organización.

La definición de calidad es a menudo un tema muy debatido y un concepto difícil de definir con precisión y más en la Gestión de Calidad. La definición más fundamental de un producto de calidad es la que cumple con las expectativas del cliente. Sin embargo, incluso esta definición es de un nivel demasiado elevado para considerarse adecuada. David Garvin, profesor universitario de la Universidad de Harvard, consiguió definir ocho dimensiones, expuestas a continuación, que pueden usarse estratégicamente para analizar la calidad de las características (Martín, J., 2018).

1. Rendimiento: Se refiere a las características operativas principales de un producto.
2. Características: Se hace referencia a las características adicionales que aumentan el atractivo del producto o servicio para el usuario.
3. Confiabilidad: Es la probabilidad de que un producto no falle dentro de un período de tiempo específico.
4. Conformidad: Es la precisión con la que el producto o servicio cumple con los estándares especificados.
5. Durabilidad: Mide la duración de la vida de un producto.

6. Facilidad de servicio: La capacidad de servicio es la velocidad con la que el producto puede volver a ponerse en servicio (repararse) cuando se descompone, así como la competencia y el comportamiento del técnico.

7. Estética: Es la dimensión subjetiva que indica el tipo de respuesta que un usuario tiene a un producto.

8. Calidad percibida: Es la calidad atribuida a un bien o servicio basado en medidas indirectas.

El prestigioso docente David Garvin estableció estas ocho dimensiones detalladas con el objetivo de que el concepto de "Gestión de Calidad" fuese más operativo, para aplicarse a diferentes empresas, tanto de servicios como de manufacturas de todo el mundo. Estas dimensiones hoy en día son una referencia y especialmente útiles en la gestión de la calidad de todo tipo de organizaciones.

El significado del concepto calidad es algo complejo y requiere de un largo y gran recorrido para ser comprendido tanto en la vida económica como en la vida social. Para poder comprenderlo en profundidad se puede tomar como punto de inicio algunas de las definiciones aportadas por diferentes autores ("Desarrollo del concepto calidad," 2016):

Ernesto Ché Guevara (1963): Definió la calidad como el respeto al pueblo.

Parasuraman, B. Zeithaml y L. Berry (1985, 1988): Entendieron la calidad como aquella discrepancia existente entre lo esperado y lo percibido.

Berry (1988): Mantuvo la opinión de que la calidad es un tema de servicio, es decir, la calidad debe ser previsión, no una ocurrencia tardía. Según Berry, debe ser un modo de pensamiento. Este influye en cada paso del desarrollo de nuevos servicios, nuevas políticas, nuevas tecnologías y nuevas instalaciones.

Kaoru Ishikawa (1988): Supuso que la calidad es el hecho de desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad. Este producto debe ser el más económico, el más útil y resultar siempre satisfactorio para el consumidor final.

E.W. Deming (1988): Determinó al concepto calidad como ese grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo coste. Este grado debe ajustarse a las necesidades del mercado. Según Deming la calidad no es otra cosa más que “una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua”.

Harrington (1990): Definió la calidad como el hecho de cumplir o exceder las expectativas del cliente a un precio que sea capaz de soportar.

V. Feigenbaum (1991): Entendió la calidad como un proceso que debe comenzar con el diseño del producto y finalizar sólo cuando se encuentre en manos de un consumidor satisfecho.

Roger. G. Scholder (1992): Fue firme en la opinión de que la calidad es incluir cero defectos, mejora continua y gran enfoque en el cliente. Cada individuo tiene la facultad de definir la calidad con sus complementos.

M. Juran (1993): Supuso que la calidad es el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes. Además, según Juran, la calidad consiste en no tener deficiencias. La calidad es “la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente”.

Crosby (1996): Determinó que la calidad es el cumplimiento de normas y requerimientos precisos.

NC/ ISO 9000 2005: Según la norma, la calidad es entendida como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Valls (2007): Explicó que para alcanzar la calidad deben de cumplirse una serie de requisitos. Estos requisitos vienen demandados por el cliente. Debe priorizarse la eficacia en la consecución de dicho objetivo, lo más eficientemente posible y así se alcanzará una gestión efectiva de la organización.

Analizando y profundizando en el concepto calidad según expresan los autores anteriormente mencionados, se puede llegar a la conclusión de que existen elementos comunes, que se encuentran tanto explícitamente como de

forma implícita, referidos a: necesidades, expectativas, mercado, cliente y satisfacción. Se puede afirmar que la calidad de un producto viene determinada solo por aquellas características que defina el cliente. La diversidad de criterio se justifica en base a la complejidad y alcance de esta categoría.

La calidad se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro, un cumplimiento de requisitos de cualidad. Es un concepto subjetivo y está relacionada con las percepciones de cada individuo para comparar una cosa con cualquier otra de su misma especie, y diversos factores como la cultura, el producto o servicio, las necesidades y las expectativas, influyen directamente en esta definición.

### **1.2.3 La calidad del servicio, indicadores e ingeniería de la calidad.**

La calidad del servicio prestado por una determinada empresa es asociada a su cualidad en relación a la percepción de satisfacción y la calidad de un producto en general se refiere a la cualidad y durabilidad del bien. En relación a los productos y/o servicios, tiene varias definiciones, como que el producto se ajuste a las exigencias de los clientes, el valor añadido, algo que no tienen los productos similares, la relación costo / beneficio, entre otros ("Significado de Calidad," 2017).

Existe también el control de calidad, la garantía de calidad y la gestión de calidad son conceptos que están relacionados con la calidad en la industria y los servicios. Estos conceptos se utilizan en diversas áreas a través de indicadores de calidad, como los estándares o normas de calidad, por ejemplo, ISO 9000, ISO 14000, y otros, definidos por la Organización Internacional de Normalización desde 1947 ("Significado de Calidad," 2017).

Calidad de Servicio es un concepto que deriva de la propia definición de Calidad, entendida esta como satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente o, expresado en palabras de J. M. Juran, como aptitud de uso. Toda organización o departamento, ya produzca bienes o servicios, acompaña la entrega de unos u otros con un conjunto de prestaciones accesorias agregadas a la principal. La calidad de servicio supone el ajuste de estas prestaciones accesorias a las

necesidades, expectativas y deseos del cliente ("Qué es la Calidad de Servicio," 2021).

No es solo un diferencial competitivo, sino un elemento de extrema importancia para las relaciones comerciales. Es un conjunto de estrategias y acciones que buscan mejorar el servicio al cliente. La clave para ese soporte está en la construcción de buenas relaciones y un ambiente positivo, servicial y amigable, que garantice satisfacción a los clientes. De esta forma, el consumidor quedará feliz con el soporte y lo utilizará con más frecuencia. Además de eso, ofrecer un servicio de calidad ayuda a corregir errores, ya que es posible identificar los momentos en que los consumidores necesitan más ayuda (Zenvia, 2021).

Un servicio de calidad puede influir en los resultados de una empresa. Vale recordar que no sirve solo para mejorar la relación con los clientes, es posible utilizar esa área para montar estrategias que alcancen la organización interna de la empresa, ayudando a los equipos a organizar mejor sus demandas y a optimizar procesos operativos. Ofrecer un servicio de calidad no es algo que debe ser visto solo como una estrategia o área de la empresa, sino como una cultura organizacional. Esto debido a que tanto el cliente como la empresa, salen ganando, y se mantendrá en frente de la competencia.

Monitorear, mantenerse al tanto y contar con el apoyo de la tecnología, son algunos de los pilares que garantizan la calidad en el servicio al cliente. Es importante tener esos puntos al día para evitar errores durante el proceso y garantizar una relación duradera. Los pilares según (Zenvia, 2021) son: monitoreo, innovación, tecnología, abordaje y entrenamiento del equipo.

Las causas que motivan el resultado final del proceso deben buscarse en el origen, ya que un defecto o error detectado en la primera actividad evita la posible ejecución defectuosa del resto del proceso. Si se desea obtener un determinado resultado es necesario controlar las causas que lo motivan. Los indicadores de calidad de los procesos van orientados a controlar la cadena causa-efecto de las actividades de la compañía que impactarán en sus niveles de servicio.

Tipos de indicadores de calidad de servicio (Moya, M. V., 2016):

1. Indicador de calidad del proceso / actividad: Reflejan el nivel de cumplimiento de las especificaciones previstas en la realización de las actividades de la empresa, basándose en los datos generados por las mismas.
2. Indicador de calidad del servicio: Reflejan las características del servicio final ofrecido al visitante, a partir de los datos de inspección o verificación recogidos internamente.
3. Indicador de calidad de la percepción del cliente: Reflejan la opinión del cliente respecto al servicio recibido, recogándose mediante encuestas o métodos afines.

Un sistema de indicadores de calidad completo debe contemplar los tres tipos de indicadores, de manera que exista un control global de las actividades de la empresa y de los resultados generados frente al cliente por las mismas.

El Sistema de Indicadores debe constituir una herramienta a disposición de la compañía que facilite la gestión de la calidad en el servicio y la satisfacción del cliente. Los indicadores de calidad influyen sobre los indicadores de gestión, que son los que utilizará la dirección para proponer acciones globales del departamento o del establecimiento, o bien para controlar la situación de determinados parámetros de la empresa (Moya, M. V., 2016).

La Ingeniería de la Calidad es una metodología que consiste en la aplicación de técnicas cuantitativas para optimizar productos y procesos de manufactura ("¿Qué es Ingeniería de la Calidad?," 2020). Este conjunto de técnicas agrega calidad a lo largo del proceso de producción, incluyendo el diseño, fabricación y control de productos y procesos. Fue desarrollada por Genichi Taguchi, que tiene como objetivo combinar métodos de ingeniería y estadística con la finalidad de mejorar el rendimiento de costo y calidad.

#### **1.2.4 Cultura de calidad.**

Con la reducción de las barreras geográficas y la presión de competir en el mercado global, la excelencia operativa se ha convertido en una necesidad para

que las empresas sigan siendo competitivas a nivel mundial. La cultura de calidad enfatiza de forma natural la mejora continua de los procesos y da como resultado un lugar de trabajo saludable, clientes satisfechos y una empresa rentable y en crecimiento.

Es esencial tener sistemas y estructuras adecuados para respaldar mejoras de la calidad. Helmut Sy Corvo, Máster en Ingeniería Industrial, expone que los procesos deben establecerse con criterios claros de desempeño enfocados en el cliente como: tener una sólida estructura de mando que impulse las iniciativas de calidad y garantice así que la organización sea responsable de cumplir los objetivos, asegurar que los datos sean analizados y reportados de manera eficiente y utilizar los datos para provocar la toma de decisiones y las mejoras (Corvo, H. S., 2018).

La organización nunca debe estar contenta con su desempeño operativo, sino que debe esforzarse constantemente por ser mejor. Los empleados deben utilizar habitualmente herramientas y métodos de mejora de la calidad para resolver problemas y ofrecer mejoras.

Helmut expresa que para desarrollar una cultura de calidad se requieren hábitos sostenibles que proporcionen una plataforma para el cambio a largo plazo como son: enfocarse en los procesos y hacer seguimiento y mediciones (Corvo, H. S., 2018).

Se debe exigir un enfoque proactivo dirigido a prevenir los problemas, en lugar de apagar incendios. Esto se dificulta cuando las personas de calidad solo realizan inspecciones de productos ya dañados. Una cultura de calidad analiza también los procesos anteriores. Chequear las áreas vinculadas a problemas de calidad fomenta la estandarización del proceso y reduce las variaciones. Así, esta consistencia es un sello de la cultura de calidad.

Se debe invertir tiempo y recursos en revisiones y mediciones proactivas. Más allá de solo mirar los costos de una falla, las organizaciones deben desarrollar indicadores que brinden una alerta temprana de los problemas. Cuando se vea

que los indicadores principales se están desviando, se podrá actuar antes que los clientes se vean afectados.

La calidad debe ser entendida y más que ello, sentida o vivida como un compromiso, una forma de pensar y actuar, una cultura que produzca resultados en satisfacción no sólo para clientes internos y externos, sino para la sociedad; que genere cambios y mejoras continuamente, orientados a la excelencia.

### **1.3 Equipos de intervención.**

Los equipos de intervención en la industria petrolera son de gran importancia por las labores de reparación, completamiento de pozos y recuperación de fluidos que realizan. Todo su desempeño es con el objetivo de prevenir paros inesperados en la producción, así como grandes demoras en los trabajos y gastos considerables.

La división de equipos de intervención perteneciente a EMPERCAP cuenta con los siguientes equipos para el logro de sus objetivos:

**Tabla 1.2** Equipos de la división de equipos de intervención.

Equipos de Intervención	Fabricado
Service Rig SXJ-250S	R.P. China
Service Rig XJ-350S	R.P. China
Service Rig XJ-450S	R.P. China
Equipo de intervención "HYDUKE"	Canadá
Equipos para Swab EW	R.P. China

Fuente: Elaboración propia.

#### **1.3.1 Equipo de intervención Service Rig SXJ-250S.**

El equipo Service Rig SXJ-250S o también llamado Service Rig 7, según (Valenzuela, Y. R. y Hernández, O. M., 2018), tiene como propósito operar en campos de petróleo y gas, se emplea para ejecutar operaciones de reparación subterráneas de averías en pozos de poca profundidad y dar Swab, con una carga máxima en el gancho de (147 400 Lbs / 67 ton); el cual es usado para operar hasta 2 500 m con tuberías de producción de Ø 2 7/8" y 3 1/2" EUE; para

comprender la conversión de unidades ver Anexo 1. El equipo está compuesto por la estructura principal y el equipamiento auxiliar como muestra el Anexo 2.

### **1.3.2 Equipo de intervención Service Rig XJ-350S.**

Este equipo de intervención también se conoce como Service Rig 2 (Ver Anexo 3).

Descripción: Tiene como propósito operar en campos de petróleo y gas, se emplea para ejecutar operaciones de reparación de averías en estos, perforación de tapones de cemento y dar Swab, con una carga en el gancho entre (134 880 / 202 320 lb); el cual es usado para operar hasta 4 000 m con una tubería de perforación de  $\varnothing 2 \frac{7}{8}$ " DP; para comprender la conversión de unidades ver Anexo 1. El equipo está compuesto por la estructura principal y el equipamiento auxiliar como muestra el Anexo 2 (Valenzuela, Y. R. y Hernández, O. M., 2018).

Características generales (EMPERCAP):

- Equipo de intervención de fabricación china.
- Peso del equipo: 45 390 Kg.
- Es de última generación y está equipado para trabajos nocturnos.
- Puede trabajar con tubería de:  $4 \frac{1}{2}$ ",  $3 \frac{1}{2}$ ",  $2 \frac{7}{8}$ ",  $2 \frac{3}{8}$ ".

Realiza los siguientes servicios (EMPERCAP):

1. Realiza trabajos de reparación subterránea y capital de pozos de petróleo y gas.
2. Puesta en bombeo con todo tipo de tecnología.
3. Servicios de completamiento, ensayos y puesta en producción de pozos.
4. Perforar tapones de cemento y trabajos de limpieza de fondo.
5. Trabajos de liquidación de averías.
6. Participa en estimulaciones masivas y selectivas.

**Tabla 1.3** Composición de la dotación del equipo.

No	Cargo	Cantidad por "turno" de 12 horas
1.-	Jefe de equipo	1
2.-	Jefe de Turno	1
3.-	Winchero "A"	1
4.-	Auxiliar "B" Torrero	1
5.-	Auxiliar "C"	4
6.-	Chofer A	1
7.-	Mecánico D de equipos de petróleo	2
8.-	Chofer D	2
Total		9

Fuente: (EMPERCAP)

Nota: El equipo se puede contratar para trabajar 12 ó 24 horas.

### 1.3.3 Equipo de intervención Service Rig XJ-450S.

Descripción: El Service Rig XJ-450S (Ver Anexo 4) o igualmente denominado Service Rig 5, referenciando a (Valenzuela, Y. R. y Hernández, O. M., 2018) se emplea para ejecutar operaciones de reparación de averías en pozos complejos con ángulo de inclinación hasta 90<sup>0</sup> y de gran longitud, perforación de tapones de cemento, limpieza de caño y dar Swab, con una carga en el gancho entre (300 000 lb); el cual es usado para operar hasta 5 500m con una tubería de producción de Ø 2 7/8" EUE y a 4 500 m con una tubería de perforación de Ø 2 7/8" DP y una cantidad de 6 x 5 líneas de aparejo; para comprender la conversión de unidades ver Anexo 1. El equipo está compuesto por la estructura principal y el equipamiento auxiliar como muestra el Anexo 2.

Realiza los siguientes servicios (EMPERCAP):

1. Realiza trabajos de reparación subterránea y capital de pozos de petróleo y gas.
2. Puesta en bombeo con todo tipo de tecnología.

3. Servicios de completamiento, ensayos y puesta en producción de pozos.
4. Perforar tapones de cemento y trabajos de limpieza de fondo.
5. Trabajos de liquidación de averías.
6. Participa en estimulaciones masivas y selectivas.

**Tabla 1.4** Composición de la dotación del equipo.

No	Cargo	Cantidad por "turno" de 12 horas
1.-	Jefe de equipo	1
2.-	Jefe de Turno	1
3.-	Winchero "A"	1
4.-	Auxiliar "B" Torrero	1
5.-	Auxiliar "C"	4
6.-	Chofer A	1
7.-	Mecánico D de equipos de petróleo	2
8.-	Chofer D	2
Total		9

Fuente: (EMPERCAP)

#### **1.3.4 Equipo de intervención HYDUKE.**

El Service Rig (Hyduke BW 600) o Hyduke 2 (Ver Anexo 5) se describe a continuación (Valenzuela, Y. R. y Hernández, O. M., 2018):

Es un equipo que se emplea para ejecutar operaciones de reparación de averías en pozos, perforación de tapones de cemento y dar Swab, con una carga en el gancho entre (220 000 Lbs / 97,900 daN); el cual es usado para operar hasta 5 000 m con una tubería de producción de  $\varnothing 2 \frac{7}{8}$ " y a 3 200 m con tubería de perforación de  $\varnothing 2 \frac{7}{8}$ "; para comprender la conversión de unidades ver Anexo 1. El equipo está compuesto por la estructura principal y el equipamiento auxiliar como muestra el Anexo 2.

Características generales (EMPERCAP):

- Equipo de intervención, tipo Hyduke (de procedencia canadiense).
- Peso del equipo: 45 390 Kg.
- Es de última generación y está equipado para trabajos nocturnos.
- Puede trabajar con tubería de: 4 ½", 3 ½ ", 2 7/8", 2 3/8 " .
- Carga máxima en el gancho de 85 ton bajo régimen de trabajo y de 95 ton en maniobra de desanclaje.
- Equipo de Reparación de pozos autopropulsado Modelo 600, con Motor Diésel CAT 3406, con radiador, cierre de aire controlado, motor de arranque, limpiador de aire, compresor de aire Tuflo 1000, dirección hidráulica, emergencia, todos los instrumentos de medición y filtros.
- Transmisión Allison HT 750 DB, con grupo de filtros, paquete de instrumentos de medición, dos posiciones de desconexión de salida, flange y cambios Wabco (caja de velocidad).
- Transportador de equipo (cuña) de 18" x 41 lb x 41 pie con parachoques (defensa) delantera y trasera.
- Malacate Modelo 600.
- Modelo Drum Principal 42" x 10".
- Modelo Drum para Swab 38" x 8".
- Ranuras Lebus 7/8" o 1".
- Freno Eaton 1-24 enfriamiento por agua.
- Torre Modelo 102-220 BW.
  - Altura: 102 pies (31 m), telescópica A-legs; Certificado CVIP; Tubería: 2" Stand pipe; Corona Standard: para 6 líneas de trabajo block convencional plano con la torre; Cuna de cabillas: Triple cabillas c/transfer.
- Tanque de lodo 220 barriles (35 m3).

- Oil Country type “G” Air operated spider c/w Oil Country 1.05-3.05” Slip Body s/n IF 448-03.
- Oil Country R-20 Rod Hook.
- 5/8”, 1” Oil Country rod wrench.

Puede realizar trabajos de (EMPERCAP):

1. Maniobra con cabillas de diferentes diámetros.
  2. Efectúa la puesta en bombeo con todo tipo de tecnología.
  3. Realiza trabajos de reparación subterránea de pozos de petróleo y gas.
  4. Participa en estimulaciones masivas y selectivas.
  5. Realiza estimulación por el método de Swab (Swabeo).
  6. Puede dar servicios de completamiento, ensayos y puesta en producción de pozos de petróleo y gas.
  7. Eliminación de averías simples.
- Realiza operaciones de snubbing.

**Tabla 1.5** Composición de la dotación del equipo:

No	Cargo	Cantidad por “turno” de 12 horas
1.-	Jefe de equipo	1
2.-	Jefe de Turno	1
3.-	Winchero “A”	1
4.-	Auxiliar “B” Torrero	1
5.-	Auxiliar “C”	4
6.-	Chofer de Camión	1
Total		9

Fuente: (EMPERCAP)

Nota: El equipo se puede contratar para trabajar 12 ó 24 horas.

### 1.3.5 Equipo de Swab EW.

Se cuenta con dos equipos de Swab EW, el 1 y el 2. En el Anexo 6 se muestra el equipo Swab EW - 1.

Características generales (EMPERCAP):

- Equipo de Swab, fabricación china. Tipo camión de recuperación de aceite colocado en la parte trasera.
- El equipo está montado en el chasis North-Benz ND1252B44, es excelente en velocidad de movimiento y estabilidad, es conveniente alinearlo con el cabezal del pozo.
- Todo el funcionamiento está centralizado en la cabina, el control será sencillo y cómodo. La mesa de control está montada en función de la profundidad y el peso, puede mostrar los datos de medición para que la operación de limpieza sea conveniente y directa.

Servicios que realiza (EMPERCAP):

1. Realiza trabajos de estimulación de pozos, disminuyendo el nivel dinámico por el método de Swab, como complemento de las operaciones acidificación o inyección de otros fluidos.
2. Realiza trabajos de swabeo cíclicos, en pozos cuya producción de petróleo solo depende de la aplicación del método de Swab.
3. Disminución del nivel de fluido en otros pozos con diferentes objetivos tecnológico.

**Tabla 1.6** Composición de la dotación del equipo.

No	Cargo	Cantidad por "turno" de 12 horas
1.-	Técnico en extracción de petróleo y gas	1
2.-	Winchero "A"	1
3.-	Auxiliar de labores petroleras	3
Total		5

Fuente: (EMPERCAP)

## **Capítulo II: Caracterización de la entidad objeto de estudio y diseño metodológico.**

En el presente capítulo se realiza una caracterización de la empresa objeto de estudio, se expone la metodología empleada en la investigación, así como las principales técnicas y métodos utilizados y se propone un procedimiento que permita dar solución al problema científico.

### **2.1 Caracterización de la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP).**

La Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP), fue fundada en febrero del año 2003 para asumir servicios que anteriormente daban compañías extranjeras que gradualmente fueron desplazadas al no poder competir con sus precios, incluso Sherritt, comenzó a utilizar los servicios de EMPERCAP. De carácter nacional, su Dirección General radica en la Finca “La Cachurra”, poblado de Guásimas, municipio de Cárdenas, en la provincia de Matanzas. La empresa posee varias Unidades Empresariales de Base ubicadas en Occidente, Centro y una Brigada de Equipos de Intervención ubicada en Majagua, Ciego de Ávila.

Traza su política en prestar servicios especializados a pozos e instalaciones petroleras con calidad, seguridad, personal competente y debidamente capacitado para satisfacer las necesidades de los clientes, se cumple con los requisitos de los mismos, asegura el cuidado al Medio Ambiente e introduce la mejora continua en todos los procesos tecnológicos. Tiene entre sus prioridades, reducir los costos de las empresas del sistema CUPET y compañías extranjeras con precios atractivos que permitan una mejor ampliación de los resultados de sus servicios (EMPERCAP).

La empresa responde a la misión, visión, valores compartidos de la organización y política de calidad que se declaran a continuación:

**Misión:** Satisfacer el mercado de los servicios especializados a pozos de petróleo y gas, caracterizándonos por la profesionalidad y prioridad del capital humano en nuestra gestión, contribuyendo a la autonomía energética de país.

**Visión:** Somos líderes en los servicios especializados a pozos de petróleo y gas, con reconocimientos internacionales e insertados en la modalidad costa afuera, distinguiéndonos por nuestro sistema integrado de gestión, la profesionalidad y compromiso de nuestros trabajadores.

**Valores compartidos:**

- Trabajo en equipo: Actitud colaborativa de todos los miembros de la Organización en función del cumplimiento de la Estrategia, a través de la buena comunicación, transparencia e intercambio.
- Profesionalidad: Ser competente en el desempeño de sus actividades, con un comportamiento ético moral acorde a los principios de la Organización enfocado a la satisfacción del cliente.
- Revolucionario: Ser capaz de transformar los aspectos necesarios en aras de cumplir con la Estrategia de la Organización, conservando siempre los valores y principios definidos por la misma.

**Política del Sistema de Gestión de la Calidad:** La alta dirección de EMPERCAP asume el compromiso de ofrecer servicios especializados de Perforación y Reparación de pozos de petróleo y gas, bajo un Sistema de Gestión de la Calidad, con personal competente, para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes y partes interesadas, con una mejora continua, cumpliendo con la legislación aplicable, en aras de lograr el desarrollo sustentable y sostenible.

**Ubicación territorial de la empresa:**

- Occidente: Basificada en Boca de Jaruco (División Occidente, División de Equipos de Perforación).
- Centro: Basificada en Cárdenas y Varadero (Dirección General EMPERCAP, Divisiones radicadas en Centro).

- Brigada de Equipos de Intervención y Cementación: Basificada en Majagua, Ciego de Ávila.

**Figura 1.1** Localización de las áreas de EMPERCAP.



Fuente: (EMPERCAP)

**Objeto empresarial de EMPERCAP.**

El Objeto Social de la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas aprobado mediante la Resolución 33 del MEP (Ministerio de Economía y Planificación) y de fecha 18 de enero de 2006 se define como sigue a continuación:

1. Brindar servicios de perforación de pozos de petróleo y gas, a las entidades de la Unión Cupet en moneda nacional, a entidades extranjeras en divisa y al Sistema del Ministerio de la Industria Básica en moneda nacional y en divisa.
2. Ofrecer servicios de reparación de pozos de petróleo y gas a entidades de la Unión Cupet en moneda nacional, y a entidades extranjeras en divisas.
3. Prestar servicios de liquidación de averías de pozos de petróleo y gas a entidades de la Unión Cupet en moneda nacional y a entidades extranjeras en divisas.

4. Prestar servicios de alquiler de medios y herramientas de perforación y reparación de pozos de petróleo y gas a entidades de la Unión Cupet en moneda nacional, a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.
5. Brindar servicios de suministro de fuerza de trabajo a entidades extranjeras y a empresas mixtas y extranjeras vinculadas con el petróleo en divisa, de forma transitoria hasta tanto se cree la Empresa Petroempleo.
6. Ofrecer servicios de recuperación de tuberías de revestimiento en pozos de petróleo y gas a entidades de la Unión Cupet en moneda nacional, a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.
7. Brindar servicios de fluidos para pozos de petróleo y gas a entidades de la Unión Cupet en moneda nacional, a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.
8. Prestar servicios de perforación y reparación a pozos de diámetros reducidos a entidades de la Unión Cupet y empresas nacionales en moneda nacional, a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.
9. Ofrecer servicios de bombeos de fluidos a bajas y altas presiones a entidades de la Unión Cupet y empresas nacionales en moneda nacional, a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.
10. Brindar servicios de traslados de sustancias químicas, líquidas y cemento a granel, a entidades de la Unión Cupet y empresas nacionales en moneda nacional y a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.
11. Ofrecer servicios de arrendamiento de locales a entidades extranjeras y empresas mixtas vinculadas con las actividades petroleras, en divisas.
12. Brindar servicios de registros geofísicos, perforación de camisas de revestimiento, investigaciones hidrodinámicas y técnicas especializadas, para la orientación de pozos para la perforación direccional, registros de hidrocarburos y parámetros de la perforación, a entidades de la Unión Cuba petróleo en moneda nacional, y a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.

13. Brindar servicios de desmontaje, traslado y montaje de equipos especializados de perforación e intervención a entidades de la Unión Cupet en moneda nacional, a entidades extranjeras y empresas mixtas en divisa.

14. Brindar servicios de reparación de equipos tecnológicos y herramientas de intervención a pozos a las empresas de la Unión Cupet, en moneda nacional.

15. Brindar servicios de recolección, tratamiento y deposición de residuales líquidos y sólidos a las empresas de la Unión Cupet, en moneda nacional.

16. Comercializar de forma mayorista recursos y materiales contenidos en sus existencias que sean necesarios para la continuidad del proceso productivo a las entidades de la Unión Cupet y previa autorización de esta, en moneda nacional.

**El Sistema de Gestión de la Calidad desarrollado e implementado en EMPERCAP lo componen los procesos citados a continuación (Barreto, A. D., 2020):**

Estratégicos: Proceso Gestión por la dirección; Proceso de Medición, análisis y mejora; Proceso de Contratación; Proceso de Gestión del Capital humano.

Procesos Claves: Proceso de Perforación de pozos de petróleo y gas; Proceso de Reparación de pozos de petróleo y gas; Proceso de Cementación de pozos de petróleo y gas.

Procesos de apoyo: Proceso de Compras y almacenes; Proceso de Mantenimiento.

**Contexto de la organización (Barreto, A. D., 2020).**

- Contexto Externo:

Clientes: EPEP (Occidente, Centro y Majagua), Sherritt, PETRAF, Energas y otras empresas de CUPET, MINEN y otras compañías extranjeras, dependencias del Poder Popular y la población. Amparado en las relaciones contractuales que median para la ejecución del servicio.

Proveedores: Proveedores de servicios y de productos, tanto nacionales como internacionales.

Fuentes externas de financiamiento: Tesorería de CUPET.

Competencia: Compañías extranjeras radicadas en el país que prestan servicios a empresas de CUPET, Empresas del Polo Turístico, Cuentapropistas.

Ubicación Geográfica: La sede central se encuentra cercana al Polo Turístico Varadero, radicado al Norte de la provincia de Matanzas, que ofrece competencia al sector por ser uno de las opciones de empleo de mayor atracción en la zona. No existe esta problemática en la zona de la División radcada en la zona costera occidental, Boca de Jaruco y una con una competencia similar, la Brigada radcada en Majagua de la provincia Ciego de Ávila, mayoritariamente ubicada en una zona rural, aunque con una competencia en menor medida por el polo turístico de Cayo Coco en el área de Pina.

Marco legal y reglamentario, descrito en los registros siguientes: PR-DT/P 2001.A2 Listado general de documentos externos vigentes.

Marco Tecnológico: Tecnologías cada vez más sofisticadas y que responden a sociedades anónimas.

Marco Político: Sistema socialista PCC.

Marco Cultural: Pluricultural.

- Contexto Interno:

Clientes Internos: Los principales clientes internos son las petroleras: EPEPC Y EPEP-O, según sus necesidades, siempre que exista disponibilidad, las empresas comercializadoras de combustible, refinerías de petróleo EMPET, ENCOR, además de realizar otras actividades de apoyo, secundarias y eventuales reguladas en la resolución N0180/2016.

Estructura Organizativa: Estructura organizativa plana, desplegada en tres niveles.

Responsabilidades y autoridades: Los roles y responsabilidades están definidos en los perfiles de competencia, así como en la información documentada aplicable a los Sistemas de Gestión. Véase ficha de procesos en el Anexo 7.

Marco Político: Responde a los principios del Socialismo.

Personas: Personas con valores, habilidades, experiencia y competencias identificadas y evaluadas según periodo establecido, la composición es mayoritariamente por hombres alcanzándose el 80% aproximadamente, el 20% restante es ocupado por mujeres, alrededor de 293 son jóvenes menores de 35 años y solo el 8% son trabajadores que sobrepasan la edad de 65 años.

Marco Cultural: Pluricultural, en un asentamiento semirural cercano a la ciudad de Cárdenas y el consejo popular Santa Marta, además de encontrarse en el corredor turístico por la cercanía a Varadero.

Marco Legal y Reglamentario Interno: Se cuenta con todos los requisitos internos definidos en la información documentada bajo el alcance del Sistema de Gestión. Todas las especialidades y asesoría jurídica según los registros que se enuncian a continuación: PR-DT/P 2001.A1 Listado general de documentos internos vigentes; PR-DT/P 2001.A2 Listado general de documentos de origen externo.

Tecnología: Adecuada y mayoritariamente óptima para los procesos operacionales que se ejecutan con tendencia a la modernización por reparaciones capitales pertinentes efectuadas a la tecnología y la próxima incorporación de equipos para los 3 procesos claves.

### **Análisis de Mercado.**

En el país se cuenta, en la actualidad, con tres empresas petroleras nacionales y una compañía extranjera que tienen un fondo de 516 pozos en explotación, de ellos 55 son horizontales y otros tantos tienen gran ángulo de desviación (más de 80°), con un Plan de Perforación acelerado con la entrada de nuevos equipos de perforación e intervención que obliga a la reposición de los servicios o equipos.

Las Empresas Productoras aplican y realizan sistemáticamente en su fondo de pozos activos diversas medidas geólogo-técnicas relacionadas con la puesta en explotación de nuevos horizontes productivos o ampliación de otros que ya producen con el objetivo de poder cumplir con los compromisos de producción de crudos que tienen en el país.

Resulta obligatorio la ejecución de trabajos de punzado para cumplir con estas tareas, por lo que puede asegurarse que los equipos que se proponen adquirir por reposición tienen un mercado amplio, seguro y sistemático.

### **2.1.1 Divisiones de la empresa.**

EMPERCAP cuenta con las siguientes divisiones que trabajan en conjunto para el cumplimiento de sus funciones:

- División de Equipos de Perforación:

Brinda servicios de perforación de pozos profundos de Petróleo y Gas y perforación de pozos horizontales de grandes desplazamientos en tierra.

Está creada desde el año 2005, siendo su objeto el de brindar los servicios de equipos de perforación a empresas cubanas y extranjeras que así lo soliciten, tiene en su haber el alcanzar las profundidades de 6 470.00 m.

Para lograr las ejecuciones de las perforaciones esta división cuenta con equipos de perforación y dotaciones completas formadas por diferentes categorías. Los equipos poseen campamentos móviles para albergar su dotación durante la perforación del pozo y están aptos para perforar continuo las 24 horas del día y los meses necesarios para la terminación de un pozo.

Participa en el proceso de perforación con el objetivo de construir un canal de acceso debidamente acondicionado que permita la explotación de los yacimientos de hidrocarburos, realizándose las siguientes operaciones fundamentales: preparación del pozo para perforar, perforación, consolidación de las paredes del pozo y terminación del pozo.

- División de Servicios Técnicos a la Perforación e Intervención de Pozos:

Brinda servicios de: cementación a la perforación, tapones de cemento de aislamiento, bombeo de fluidos y vapor a altas y bajas presiones, desplazamiento por compresor, estimulaciones acidas e inyección de geles.

La división cementación y bombeo de fluidos está formada por dos brigadas: cementación y operaciones especiales.

Cementación es la encargada de mezclar los aditivos mejoradores de las calidades de las lechadas de cemento, preparar las lechadas de cemento e inyectarla al pozo perforado y con tubería de revestimiento de forma tal que el espacio entre la pared del pozo y la tubería de revestimiento (espacio anular) quede relleno con esta lechada, la cual al terminar el periodo de fragüe debe garantizar una piedra de cemento homogénea que no admita fuga de gases o líquidos a la superficie por dicho espacio anular, cosa esta que de producirse afectaría el medio ambiente e incluso pondría en peligro la vida de los seres humanos del entorno así como equipamientos del área circundante.

Operaciones Especiales es la encargada del bombeo de fluidos, inyección de vapor e inyección de aire.

- División de Mantenimiento:

Esta división brinda servicios de mantenimientos preventivos y correctivos a equipos tecnológicos.

Participa en el proceso con el objetivo de prestar servicio de mantenimiento constructivo, así como eléctricos y otros a las instalaciones de la empresa y realizar el mantenimiento mecánico a los equipos tecnológicos. Todos estos procesos fueron diagnosticados, al tener en cuenta las condiciones actuales en que se realizan (entorno favorable o no, situaciones peligrosas) y los elementos que participan en los mismos, tanto de tecnología (actualizada o no) y (estado de los equipos y medios de trabajo y seguridad). Se precisó detalladamente hasta dónde EMPERCAP es responsable en la ejecución de los servicios en cada proceso tecnológico.

- División de Transporte y Aseguramiento:

Brinda servicios de transportación de personal y reparación automotriz.

Es una División de reciente creación que participa en el proceso con el objetivo de apoyar a otras Divisiones de la empresa y clientes externos en el traslado de equipos, tráileres, tanques, tolvas, etc., para el aseguramiento de las acciones petroleras que realizan; además de prestar servicios de reparación al parque automotor de la empresa y transportar a los trabajadores de las Divisiones de EMPERCAP, durante los cambios de decenas.

- La División Occidente brinda Servicios de Intervención y servicios de Cementación y Operaciones Especiales.
- División de Tool Master y CUBALOG:

Esta división brinda servicios de: Reparación de Bombas de Profundidad, manómetro de profundidad e investigaciones hidrodinámicas además de:

Tool Master: Servicio que opera con herramientas de fondo para diferentes actividades en el pozo y herramientas de liquidación de averías (pesca).

Mud Logging: Control de la actividad de perforación con sensores que reproducen la información a través de un programa de computación especializado.

Registro a cable en pozos encamisados: Estudio del estado técnico del pozo y la calidad de la cementación de la camisa.

Punzado de camisas de revestimiento: Comunicar el caño del pozo con los horizontes productivos. Utilizando cargas explosivas.

La División de Servicios Especializados, Cubalog, está organizada en tres áreas o centros de costos que se corresponden con Registros y Punzado, Servicios de Mud Logging e Investigaciones Hidrodinámicas.

- La división de equipos de intervención donde se realiza el presente estudio.

## **2.2 División de Equipos de Intervención.**

División creada el 1ro de enero de 2006 mediante la Resolución 23/06 con alcance nacional y residencia central en Finca “La Cachurra”, Guásimas, Cárdenas, Matanzas. Es la encargada de los servicios de equipos de intervención a pozos de

petróleo y gas con el objeto de reparar las roturas de cabillas, bombas de profundidad, cambio de tuberías, aislamientos de zonas, limpiezas de fondo y otros trabajos afines.

Brinda servicios de:

- Reparación subterránea y capital de pozos de petróleo y gas.
- Completamiento y puesta en producción de pozos nuevos.
- Producción por swab (Operación que estimula la producción de petróleo del pozo).
- Perforación de pozos someros con la URB.
- Prestación de servicios auxiliares con retroexcavadora y paila de agua.

La División responde a la misión, visión y valores compartidos de la organización que se declaran a continuación:

**Misión:** Brindar servicios competitivos de Equipos de Intervención para CUPET y compañías extranjeras, con calidad y seguridad, con personal competente y certificado para el servicio que brindan; asegurando la satisfacción del cliente, el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad.

**Visión:** División líder en el mercado nacional y de compañías extranjeras, radicadas o no en el país, con reconocimiento internacional de los servicios que se prestan, consolidando el desarrollo tecnológico, la calidad, la profesionalidad y el trabajo en equipo.

Se asumen los valores que se encuentran determinados por la empresa: Revolucionario, Profesionalidad y Trabajo en equipo, ya descritos anteriormente en este capítulo.

Su objeto social es:

- Prestar servicios con equipos para la reparación subterránea y capital de pozos.

- Prestar servicios de herramientas de fondos y reparación de bombas de profundidad.
- Prestar servicios de completamiento y puesta en producción de pozos nuevos.
- Producción de petróleo por el método de swab.

### **Áreas de resultados claves (Valenzuela, Y. R., 2019):**

Proceso de reparación capital y subterránea de pozos de petróleo y gas.

Proceso de completamiento a pozos.

Proceso de extracción de petróleo y gas por el método de swab.

#### **2.2.1 Situación Actual.**

Pertenciente a La División de Equipos de Intervención de Pozos de EMPERCAP, los equipos de intervención llevan más de 20 años en explotación. Los mismos, se encuentran deteriorados, sin piezas de repuestos en el mercado y a los cuales se le han hecho innumerables reparaciones, adaptaciones, etc. para ponerlos en funcionamiento. Dichos equipos, no sólo se dedican a la explotación de pozos, sino también a las reparaciones subterráneas de los mismos. El coeficiente de disponibilidad está por debajo de los índices permitidos y provoca paralizaciones continuas. Actualmente los gastos por roturas son mayores que los ingresos que aportan, haciéndolos irrentables.

Los equipos de intervención son utilizados para la realización de todas las operaciones que se realizan para el movimiento de tubería, cabillas o cualquier herramienta dentro del pozo. Estas operaciones abarcan desde la puesta en bombeo de pozos y cambio de bombas hasta las operaciones para la conservación o de abandono de pozos en su fase final.

En la medida que los pozos que producen petróleo ligero envejecen y su presión de capa disminuye, por otros métodos de explotación (bombeo, gas lift,) no muy eficientes, el método por swab se convierte en el más usado y efectivo y con la

ventaja de no crear depresiones bruscas a la capa productiva que frecuentemente es la causa que provoca que se invada el caño del pozo de sedimentos con el consiguiente gasto en operaciones adicionales. Inevitablemente el arsenal de pozos va en aumento en Centro y Occidente y en Majagua debe mantenerse.

La actividad de equipos de intervención, está basificada en 3 provincias del País (C. de Ávila, Matanzas y Mayabeque) coincidiendo con los mayores yacimientos en explotación y mayor perspectiva actuales y mediatas de desarrollo, cuenta para la prestación de los servicios de Ensayo, Reparación Subterránea y Capital de pozos de petróleo y gas, así como las puestas en bombeo, de un amplio parque de equipos tecnológicos, pero que se ha tornado insuficiente para enfrentar las necesidades actuales, con sensibles afectaciones a la producción de crudo y debiéndose éstas incrementarse en el futuro.

### **2.2.2 Caracterización del entorno.**

Como resultado del estudio realizado por la organización para definir la situación competitiva de la empresa en su mercado (situación externa) y de las características internas (situación interna) de la misma, se puntualizan las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) de mayor impacto que condicionan tanto su situación actual como su desarrollo futuro.

La matriz de impactos cruzados (DAFO) es un instrumento de diagnóstico que posibilita estudiar y combinar los diferentes factores internos y externos presentes en el análisis estratégico de la organización que permite trazar el problema estratégico y la solución estratégica (Valenzuela, Y. R., 2019).

Escenario: análisis estratégico.

- Análisis interno.

Fortalezas:

F<sub>1</sub>: Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) certificado.

F<sub>2</sub>: Personal comprometido, con gran sentido de pertenencia que trabaja en equipo.

F<sub>3</sub>: Personal capacitado en la labor que realiza.

F<sub>4</sub>: Flujo de la información entre los diferentes niveles de la División.

F<sub>5</sub>: Certificación de los estados financieros.

Debilidades:

D<sub>1</sub>: Deficiente respuesta de mantenimiento a las necesidades de la División que pone en peligro los servicios.

D<sub>2</sub>: Mal estado técnico de los vehículos ligeros al servicio de la División.

D<sub>3</sub>: Insuficientes piezas de repuesto para garantizar el trabajo de los equipos.

D<sub>4</sub>: Insuficientes medios de comunicación (Trunking).

D<sub>5</sub>: Insuficientes medios informáticos (impresoras, fotocopiadoras).

- Análisis externo.

Oportunidades:

O<sub>1</sub>: Prioridad que le otorga el estado al sector exploración-producción.

O<sub>2</sub>: Competencia con compañías extranjeras prestando servicios similares.

O<sub>3</sub>: Posibilidad de asociación y brindar servicios integrales a compañías extranjeras.

O<sub>4</sub>: Posibilidad de certificar al personal con las competencias necesarias.

O<sub>5</sub>: Posibilidad de certificar equipos y elementos de maniobras a nivel internacional.

Amenazas:

A<sub>1</sub>: Fluctuación del personal por estar cerca del sector del turismo.

A<sub>2</sub>: Dependencia de organismos superiores acrecentados por la crisis del país.

A<sub>3</sub>: No correspondencia de la dinámica del sistema de compras con las necesidades de la División.

A4: Dificultad para realizar un mantenimiento eficiente a los equipos tecnológicos y automotor. No correspondencia de la dinámica del sistema de compras con las necesidades de la División.

A5: Excesivas inspecciones durante el año.

Como se puede apreciar se identifican varias debilidades que inciden directamente en la calidad del servicio, lo que justifica la necesidad de realizar estudios en esta temática de manera que contribuyan a mejorar la calidad del servicio prestado.

### **2.3 Metodología de la investigación.**

A continuación, se expone el diseño metodológico de la investigación, para lo cual se decidió proponer el procedimiento de Ramírez Betancourt 2010 (Ramírez Betancourt, F. D., 2010), que permite obtener un diagnóstico de las principales causas que generan tiempos perdidos por parte de los equipos de intervención e influyen en el incumplimiento de los coeficientes de eficacia.

#### **Procedimiento para diagnosticar las causas que influyen en el incumplimiento de los coeficientes de eficacia.**

Se proponen los siguientes pasos a seguir.

**Paso 1.** Determinar el periodo de tiempo objeto de análisis.

Para la determinación del periodo objeto de análisis se propone la selección de un periodo de seis meses a un año.

**Paso 2.** Determinar la cantidad de intervenciones desarrolladas en el periodo.

Para este paso se propone revisar la documentación de las reparaciones realizadas en el periodo.

**Paso 3.** Determinar los tiempos normados para cada intervención a partir del registro de tiempos establecidos y compararlos con los tiempos reales de reparación para así determinar los tiempos perdidos.

Para ello se utilizará la siguiente expresión:

$$t_p = t_r - t_n$$

Donde:

$t_p$  = tiempos perdidos

$t_r$  = tiempos reales

$t_n$  = tiempos normados

Si el valor resultado del cálculo de los tiempos perdidos es negativo, significa que no existen problemas, en caso de resultar positivo, entonces significa que sí hay problemas.

**Paso 4.** Determinar los problemas que ocasionaron los tiempos perdidos.

**Paso 5.** Seleccionar el panel de expertos.

El panel de expertos se utilizará para el método Kendall. Se debe tener en cuenta seleccionar a un grupo de expertos igual o mayor de siete que tengan conocimientos y experiencias en el tema abordado.

**Paso 6.** Llevar la relación de los problemas al método Kendall para darles prioridad.

**Paso 7.** Una vez priorizados se llevarán a un diagrama Causa - Efecto para llevar a cabo la gran expansión.

**Paso 8.** Posteriormente se realizará un análisis causal de los problemas seleccionados para lo cual se utilizará la entrevista individual y en los casos que proceda la tormenta de ideas.

**Paso 9.** Con las causas de los problemas realizar una propuesta de acciones para ser analizada por los grupos de mejora.

**A continuación, se relacionan las herramientas a utilizar en la investigación.**

**Método del Panel de Expertos o Método del Coeficiente Kendall.**

Este método (Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., y Díaz Navarro, Y., 2012) consiste en priorizar los criterios de un grupo de especialistas

con conocimientos de la problemática sometida a estudio, de manera que cada integrante del panel vaya ponderando según el orden de importancia que cada cual entienda a criterio propio y así determinar la nomenclatura de las características o causas analizadas. Para ello se requiere de un procedimiento matemático que se basa en la suma de la puntuación para cada característica que será:

$$\sum_{i=1}^m A_i \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m A_{ij}$$

Se halla el factor de concordancia (T) a través de la fórmula siguiente:

$$T = \frac{1}{K} \left( \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m A_{ij} \right)$$

Las características o causas se seleccionan mediante el criterio que plantea que serán seleccionados los índices que cumplan la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^m A_i \leq T$$

Además de escoger los índices según criterios analíticos señalados anteriormente, debe cumplirse que:

$W \geq 0.5$ , lo que equivale a decir, que existe concordancia de criterios entre todos los miembros que conforman el panel de experto, por lo que el estudio realizado es confiable.

Si  $W < 0.5$  se repite el estudio, pero esto no indica que los expertos no sean expertos, solamente que hubo dificultades en la explicación y preparación del método, de haber un número de expertos  $m \geq 7$  y el estudio no ser válido, entonces se pueden eliminar los que más variación introducen en el estudio, respetando siempre  $m \geq 7$ .

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$\Delta = \left( \sum_{i=1}^m A_i - T \right) \quad \Delta^2 = \sum_{i=1}^m (A_i - T)^2$$

$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{m^2(k^3 - k)}$$

Donde:

A<sub>ij</sub>: Ponderación de la característica o causas i, según el experto j.

K: Número de índices.

m: Número de expertos.

T: Factor de concordancia.

W: Coeficiente de concordancia.

Análisis de los problemas que más afectan al incumplimiento de los coeficientes de eficacia (Ramírez Betancourt, F. D., El Assafiri Ojeda, Y., Salgado Cepero, G., y Cruz Hernández, L., 2020):

- Entregar el listado con los problemas seleccionados a cada uno de los expertos para que los ponderen acorde con su nivel de incidencia en el incumplimiento de los coeficientes.
- Hacer un resumen con el resultado de cada uno de los expertos y calcular las expresiones que aparecen en la Tabla 1.7.

**Tabla 1.7** Resultados de la valoración de los expertos.

Ítems	Expertos							Σa <sub>ij</sub>	Δ	Δ <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	.	m			
1										
2										

K										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: (Ramírez Betancourt, F. D., 2011)

Nota: En caso de que algún experto considere que dos o más preguntas tienen el mismo nivel de importancia, se otorgará la misma puntuación a estos, pero posteriormente se deberá variar el orden de la ponderación, suprimiendo aquellos que fueron marcados con igual puntuación.

Ejemplo: (Se suprime el número 3).

**Tabla 1.8:** Tabla de ponderación.

Ítems	Ponderación por Orden
1	1
2	2
3	2
4	4
5	5

Fuente: (Ramírez Betancourt, F. D., 2011)

- Se seleccionan los problemas por debajo de la media.
- Elaborar el diagrama causa y efecto.

**Diagrama Causa – Efecto.**

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio (Pérez, C. A., 2020). Es una herramienta efectiva para estudiar procesos, situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

El Diagrama de Causa y Efecto (Oruro, C. d. C. d., 2021) es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. Su naturaleza gráfica permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. El mismo no ofrece una

respuesta a una pregunta, como lo hacen otras herramientas, por otra parte, bien preparado es un vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido. Finalmente aumenta la probabilidad de identificar las causas principales: máquina o proceso tecnológico. La distribución en planta tiene que expresar la política establecida de la organización y no determinarla.

### **Entrevista individual y directa.**

La entrevista es una técnica de recogida de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, tiene ya un valor en sí misma. El principal objetivo de una entrevista es obtener información de forma oral y personalizada sobre acontecimientos, experiencias y opiniones de personas. Siempre participan como mínimo dos personas. Una de ellas adopta el rol de entrevistadora y la otra el de entrevistada, generándose entre ambas una interacción en torno a una temática de estudio (Bertomeu, P. F., 2016).

Siempre que se plantea la utilización de una técnica de recogida de información, en este caso la entrevista, se deberán incluir las tres fases siguientes:

- La elaboración.
- La aplicación.
- El análisis.

Se han utilizado diferentes términos para denominar las modalidades de la entrevista por lo que existen diversas tipologías según el criterio de clasificación utilizado. En esta investigación se propone la entrevista individual y directa o dirigida, es decir de boca a boca o en contacto.

La entrevista individual es una técnica de recopilación de información que tiene lugar cara a cara entre el evaluador y la persona entrevistada. Es una herramienta sencilla y rápida de utilizar y los recursos necesarios para su realización son moderados. Esto la convierte en una herramienta indispensable en evaluación.

Permite recopilar información cuantitativa y, sobretodo, cualitativa. Hay que distinguir claramente las informaciones, que son hechos verificables, de los puntos de vistas, análisis y opiniones (Devco, E. U., 2015).

Para aplicar la entrevista individual se necesita de etapas de preparación donde se comienza por formular las preguntas y abarca además su planificación, el listado de preguntas que está compuesto por todos los temas y preguntas que se desean abordar y la guía de entrevista que ofrece un marco de referencia.

Para realizar la técnica son necesarias las etapas que a continuación se mencionan (Devco, E. U., 2015):

- Fase de arranque y de creación de un clima de confianza.
- Fase de ajuste entre el tema y las respuestas de las personas objetivo.
- Fase de seguimiento de la guía de entrevista y de profundización.
- Fase de conclusión y post-entrevista.

La entrevista directa es aquella en la que el entrevistador tiene una mayor actuación o desempeña más actividades, realiza preguntas encaminadas a obtener más información de áreas específicas del entrevistado. En este tipo de entrevista se conserva que las preguntas utilizadas son más extensas, específicas y generalmente implican respuestas cortas. Es la que más se asemeja a un interrogatorio y se utiliza cuando se selecciona a las personas que van a intervenir en una investigación.

En la entrevista dirigida se aplica la guía de entrevista de manera estricta. El evaluador hace las preguntas una tras otra, sin dejar a la persona entrevistada la posibilidad de desarrollar otros puntos. El mismo evaluador no propone ni desarrolla preguntas que no están previstas en el listado. Las respuestas a cada pregunta son, en líneas generales, bastante breves. Este tipo de entrevista es útil cuando se quieren realizar muchas entrevistas minimizando el riesgo de subjetividad por parte del entrevistador (Devco, E. U., 2015).

### **Tormenta de ideas.**

Es una técnica interactiva de trabajo en grupo que se realiza con el objetivo de ganar gran cantidad de ideas en poco tiempo (Suárez, J. D.). Presenta 3 modalidades: Rueda libre, Tira de papel y Round Robín. Los principios que sustentan esta técnica son: la nueva agresión, la espontaneidad y el intercambio de ideas entre todos los participantes.

Para su realización puede ser aplicado el método de distintas formas (Vega, M., 2018):

a) Rueda libre: Es el más usado, los participantes intervienen libremente, espontáneamente, esta es su fundamental ventaja, además de ser creativo facilita la contribución de otros expertos con sus ideas. Desventaja: individuos fuertes pueden predominar, sobreviene la confusión, pueden perderse ideas si hablan todos a la vez.

b) Round Robín: La participación es ordenada, por turnos, los participantes dan su opinión cuando les toca el turno en cada vuelta hasta que concluyan las ideas nuevas. Desventajas: Se hace difícil aguardar por su turno, hay ciertas pérdidas de energía, resistencia a dar una opinión.

c) Tira de papel: Las ideas se recopilan por medio de una tira de papel. Ventaja: El anonimato permite que temas delicados afloren, se puede aplicar a grupos numerosos, no es necesario hablar. Desventaja: Es lento, algunas ideas pueden ser ilegibles, es difícil aclarar ideas.

## **Conclusiones**

1. Se obtuvo una vasta información sobre los términos referidos a eficacia, calidad y equipos de intervención.
2. El procedimiento propuesto permite determinar las causas que inciden en los tiempos perdidos y contribuye a la toma de decisiones.

## **Recomendaciones**

A partir de la investigación realizada, se recomienda:

1. Aplicar el procedimiento propuesto en la división de equipos de intervención perteneciente a EMPERCAP para evaluar las causas que generan tiempos perdidos.
2. Poner en práctica en el resto de las divisiones de la empresa el procedimiento para analizar los indicadores de eficacia y contribuir con la mejora de la calidad.
3. Realizar otras investigaciones relacionadas con el tema para elevar los resultados de la entidad.

## Bibliografía

- Barreto, A. D. (2020). MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE EMPERCAP (08 ed.).
- Benavides Velasco, C. A., y Quintana García, C. (2015). *Gestión del Conocimiento y Calidad Total*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Bertomeu, P. F. (2016). La entrevista
- Corvo, H. S. (2018). Cultura de calidad: características, desarrollo y ejemplo. Retrieved from <https://www.lifeder.com/cultura-de-calidad/>
- Cubillos Rodríguez, M. C., y Rozo Rodríguez, D. (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista de la Universidad de La Salle, 2009*.
- CUPET. (2016). Industria cubana del petróleo.
- CUPET (Unión Cuba Petróleo). *EcuRed*.
- Daft, R. L. (1980). *La evolución del análisis organizacional en ASQ 1959-1979*.
- Desarrollo del concepto calidad. (2016).
- Devco, E. U. (2015). Entrevista individual.
- Diccionario Enciclopédico Color. Barcelona.
- Eficiencia, Eficacia y Productividad en una Empresa. (2016).
- EMPERCAP. *Libro equipos y servicios*
- ESPAÑOLA, R. A. (Ed.) (2020) (23 ed.).
- Garvin, D. A. (1988). *Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge* (Simon and Schuster Ed. Ilustrada ed.): The Free Press.
- Henderson García, A. (2011). Los Premios a la Calidad en la Administración Pública. *ICAP-Revista Centroamericana de Administración Pública, 2011*.
- Juran, J. M. (2005). *Manual de Control de Calidad*. Buenos Aires: Ediciones Reverté.
- Martín, J. (2018). Las 8 dimensiones de calidad total de Garvin.
- Martínez, A. (2021). Definición de Eficacia. Retrieved from <https://conceptodefinicion.de/eficacia/>

- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., y Díaz Navarro, Y. (2012). Considerations and criteria for the selection of processes for the improvement: Diana processes. *SciELO*, 33.
- Mejía C., C. A. (1998). INDICADORES DE EFECTIVIDAD Y EFICACIA.
- Miranda González, F. J., Chamorro Mera, A., y Rubio Lacoba, S. (2007). *Introducción a la Gestión de la Calidad*. Madrid: Delta, Publicaciones Universitarias.
- Moya, M. V. (2016). Estrategia: Calidad de Servicio. *Logistec*.
- Oruro, C. d. C. d. (2021). ¿Qué es y para qué sirve el Diagrama Causa-Efecto?
- Pérez, C. A. (2020). El diagrama de Ishikawa y la investigación de accidentes laborales.
- Pérez Porto, J., y Merino, M. (2021). Definición de eficacia. Retrieved from <https://definicionde/eficacia/>
- Pérez Quintero, A. L. (2013). Eficiencia, eficacia y efectividad en la calidad empresarial.
- ¿Qué es Ingeniería de la Calidad? (2020).
- Qué es la Calidad de Servicio. (2021).
- Ramírez Betancourt, F. D. (2010). Eficiencia de la calidad de la gestión de la organización. Guía para la mejora. *Avanzada Científica*, 13.
- Ramírez Betancourt, F. D. (2011). Evaluación Integral de la Calidad de los Servicios.
- Ramírez Betancourt, F. D., El Assafiri Ojeda, Y., Salgado Cepero, G., y Cruz Hernández, L. (2020). Analysis of the effectiveness of management with an external focus in the private sector. *SciELO*, 41.
- Rodríguez Pompa, Á., y Mayo Alegre, J. C. (2014). *LA EFICACIA ORGANIZACIONAL COMO CONSTRUCTO SOCIAL*: Editorial Universitaria.
- Rojas, M., Jaimes, L., y Valencia, M. (2018). Effectiveness, efficacy and efficiency in teamworks. *Espacios*, 39.
- Saumeth, K. M. T., Afanador, T. S. R., Ospino, L. S., y Barraza, F. M. (2012). Quality and its evolution: a review, 10.

- Significado de Calidad. (2017). Retrieved from <https://www.significados.com/calidad/>
- Suárez, J. D. Tormenta de Ideas: ¿Cómo aplicar esta técnica para ser más creativos?
- Valenzuela, Y. R. (2019). OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA DIVISIÓN DE EQUIPOS DE INTERVENCIÓN PARA EL 2020 (00 ed.).
- Valenzuela, Y. R., y Hernández, O. M. (2018). Manual de Operaciones de los Equipos Hyduke BW 600, Service Rig XJ250S, Service Rig XJ350S, Service Rig XJ450S y Service Rig XJ650Z (04 ed.).
- Vega, M. (2018). *TOMA DE DECISIONES Y SOLUCION DE PROBLEMAS* (E. Torres Ed.).
- Zenvia. (2021). Calidad del servicio: qué es, su importancia y los 5 pilares fundamentales

## Anexos

### Anexo 1. Tabla de conversión de unidades.

*Nota: Con el objetivo de lograr uniformidad en el reporte de resultados de las mediciones se refleja la tabla de conversión de unidades.*

Para Service Rig SXJ250S			Para Service Rig XJ350S			Para Service Rig (Hyduke BW 600)			Para Service Rig XJ450S		
De	a		De	a		De	a		De	a	
Lb	daN	ton	Lb	daN	ton	Lb	daN	ton	Lb	daN	ton
147 400	657 04.2 2	67	1348 80	661 36	67,4 4	220 000	1078 73	110	2203 00	1080 20	110, 15
-----	-----	-----	2023 20	992 04	101, 16	-----	-----	-----	3000 00	1471 00	150

Ej.-Interpretación de datos:

134880 **lb** de carga en el gancho en el Service Rig XJ 350S, es igual a 66136 **daN** y en **ton** es igual a 67,44.

Fuente: (Valenzuela, Y. R. y Hernández, O. M., 2018)

### Anexo 2. Estructura principal y equipamiento auxiliar.

<b>Estructura principal o chasis: compuesto por seis sistemas.</b>	
Sistema neumático.	Sistema hidráulico.
Sistema mecánico.	Sistema eléctrico.
Sistema de motriz.	Sistema de aparejo (viajero o de elevación)
<b>Equipamiento auxiliar</b>	
Varios tipos de trailer (trailer del Jefe de equipo (dog house), trailer de herramientas)	
<b>Nota:</b> solo el equipo XJ450S cuenta con un generador auxiliar.	
Sistema de Control del pozo.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOP (blowout preventer)</li> <li>• Unidad de control de la BOP</li> <li>• Bomba de control de pozo</li> <li>• Tanque de almacenamiento de fluido con des gasificadores y canal</li> </ul>	
<b>Nota:</b> En el equipo XJ450S estos tanques tienen además la función de elaboración de fluido.	
Equipamiento de respiración autónoma	
Sistema de rotaria	
Power swivel	
<b>Nota:</b> el equipo SXJ250 no cuenta con sistema de rotaria ni power swivel.	
<b>Nota:</b> el equipo XJ450S no cuenta con sistema de rotaria y es el único que cuenta con un power swivel	

Fuente: (Valenzuela, Y. R. y Hernández, O. M., 2018)

**Anexo 3.** Equipo de intervención Service Rig XJ-350S.



Fuente: (EMPERCAP)

**Anexo 4.** Equipo de intervención Service Rig XJ-450S.



Fuente: (EMPERCAP)

**Anexo 5.** Equipo de intervención “HYDUKE”.



Fuente: (EMPERCAP)

**Anexo 6.** Equipo de Swab EW – 1.



Fuente: (EMPERCAP)

Anexo 7. Mapa del proceso.



Fuente: (Barreto, A. D., 2020)