



**UNIVERSIDAD**  
Privada  
**DR. RAFAEL BELLOSO CHACÍN**



# X Jornada de Investigación y Postgrado

“Investigación e innovación desde los escenarios de la  
Cuarta Revolución Industrial”

Del 24 al 28 de noviembre de 2020

ISBN 978-980-414-075-4

**CIDETIU**

Centro de Investigación de Desarrollo  
Tecnológico e Ingeniería

**CICAG**

Centro de Investigación de Ciencias  
Administrativas y Gerenciales

**CICJPS**

Centro de Investigación de Ciencias  
Jurídicas, Políticas y Sociales

**CIHE**

Centro de Investigación  
de Humanidades y Educación

## Autoridades Rectorales

Dr. Oscar Beloso Medina. Rector  
Dr. Mike González Bermúdez. Vicerrector Académico  
Dr. Ángel Villasmil Rangel. Vicerrector Administrativo  
Dr. Humberto Perozo Reyes. Secretario

### Comité Organizador

Dra. Janeth Hernández Corona. **Decana de Investigación y Postgrado.**

Dra. María Govea de Guerrero. **Directora del Centro de Investigación de Ciencias Jurídicas Políticas y Sociales (CICJPS).**

Dr. Francisco Guerrero. **Director del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales (CICAG).**

Dr. Johan Urdaneta. **Director del Centro de Investigación de Humanidades y Educación (CIHE).**

Dra. Adolfin Amaya. **Directora del Centro de Investigación de Desarrollo Tecnológico e Ingeniería (CIDETIU).**

#### Coordinadores de Postgrado:

Dra. Jennifer Quintero. Coordinadora del Doctorado en Ciencias Gerenciales

Dra. Cruz Barreto. Coordinadora del Doctorado en Ciencias Mención Gerencia.

Dr. Paulino Montilla Coordinador del Doctorado en Ciencias Políticas y Sociales.

MSc. Daniel Romero. Coordinador de la Maestría en Gerencia Empresarial

Dr. Darwin Villamizar. Coordinador de la Maestría de Proyectos Industriales

MSc. Nerio Abreu. Coordinador de las Maestrías en Gerencia del Mercadeo y Ciencias de la Comunicación

Dra. Marisol Marcano Coordinadora de la Maestría en Recursos Humanos

MSc. Bárbara Ordoñez. Coordinadora de las Maestrías de Telemática y Control y Automatización de Procesos

MSc. Massiel Nava. Coordinadora de la Maestrías en Derecho del Trabajo y Derecho Mercantil

MSc. Felipe Villalobos Coordinador de la Maestría en Gerencia Tributaria

MSc. Andreina Montiel. Coordinadora de la Maestría en Gerencia Educativa

Dra. Liliana Rosales Coordinadora de la Maestría en Proyectos de Investigación y Desarrollo

Dra. Delkis Parra. Coordinadora de las Especializaciones

© **UNIVERSIDAD PRIVADA DR. RAFAEL BELLOSO CHACIN. 2020**

Decanato de Investigación y Postgrado

© **MEMORIAS DE LAS X JORNADAS DE INVESTIGACION Y POSTGRADO: “Investigación e innovación desde los escenarios de la Cuarta Revolución Industrial”**

Publicación Científica Arbitraria

**ISBN: Nro.978-980-414-075-4**

**Concepto Grafico:** Dirección de Relaciones Institucionales e Información

**Diagramación y Montaje:** Dirección de Tecnologías de la Información. Unidad de Servicio Web

**Editado por:** Fondo Editorial

**Impreso en** Maracaibo-Venezuela

Reservados todos los derechos. Salvo excepción prevista por la ley, no se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos conlleva sanciones legales y puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

### Comités Científicos

#### Comité de Recepción y Logística

Dra. Adolfin Amaya  
Dra. Jennifer Quintero  
MSc. Nerio Abreu

#### Comité de Arbitraje

Dra. Ivonne Mogollón  
Dra. Yoleny Suarez  
Dr. Martin Leal  
Dra. Branda Molina  
Dra. Marisol Marcano  
MSc. Geryk Núñez.  
MSc. Elina González  
MSc. Marisela Zabala  
Dra. Isabel Portillo  
Dra. Raysa Chirino  
MSc. Reynaldo Jiménez  
MSc. Heberto Martínez  
Dra. Elizabeth García  
MSc. Zobeida Geles  
Dr. Carlos Sue  
MSc. Manuel Machado  
Dra. Gladys Contreras  
Dr. Sandro Pérez  
Dr. Ramón Casanova

#### Comité de Forma y Estilo

Dr. Jesús Arocha  
MSc. Jenifer Rojas  
Dr. Miguel Negrón  
Dra. Verónica González  
MSc. Rocelia Rodríguez  
Dr. Cesar Bohórquez  
Dra. Helen Hernández

## PRÓLOGO

Klaus Martín, ingeniero y economista alemán, nacido el 30 de marzo de 1938, ha abordado en su obra la Cuarta Revolución Industrial diversas variables que nos impulsan a creer que la sociedad actual está en el umbral de un nuevo proceso de cambio que supone un impacto significativo a todos los niveles de la realidad social y económica mundial.

Las instituciones educativas universitarias deben ser protagonistas y líderes de este proceso acelerado e incontenible de la llamada revolución 4.0. Variables como la pandemia del COVID 19 son parte importante e impactante de la ruta a seguir para actuar y permear la economía mundial en los nuevos modelos y paradigmas educativos, que están marcando el accionar de una realidad “virtual” que nos impacta y nos reta a demostrar lo que los investigadores llaman los límites entre las esferas físicas, digitales y biológicas.

El catedrático e investigador, Luis Bonilla Molina, afirma en su artículo Ciencia, tecnología, educación, COVID-19 y cuarta revolución industrial, que una parte importante de los análisis en el pre y durante la pandemia desestimaron su impacto en el modelo educativo actual. Desde esa perspectiva, la cuarentena es el “intro” del desembarco de la Cuarta Revolución Industrial.

La Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, consciente del compromiso que como institución generadora del conocimiento supone, asume de manera inmediata la necesidad de aportar investigaciones que impulsen el desarrollo sostenido de una educación de avanzada, soportada en una política educativa capaz de evolucionar e impactar el reordenamiento social y educativo del ámbito global.

Las X Jornadas de Investigación y Postgrado de la URBE son el escenario ideal para aportar conocimientos y competencias, que coadyuven a enfrentar los desafíos de un entorno que se transforma día a día con un impacto social y tecnológico impredecible, el cual nos obliga y nos compromete a formar profesionales de avanzada, dispuestos a asumir el compromiso de impulsar los cambios necesarios para el desarrollo de una sociedad más justa, más preparada y sobre todo más identificada con la dinámica social que nos permitirá elevar la calidad de vida de la población.

El reto es innovar, transformar, desarrollar y crecer para lograr los cambios necesarios que nos permitan superar las barreras del entorno físico y traspasar el entorno virtual. Como lo indica la UNESCO, en su agenda 2030 para el desarrollo sostenible, debemos apostar por una educación inclusiva de calidad y un aprendizaje permanente para todos.

Maracaibo, 05 de noviembre 2020.

**Dr. Mike González Bermúdez**  
Vicerrector Académico

## ÍNDICE GENERAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE INGENIERÍA

<a href="#">CIDETIU006</a> Modelo Geoestadístico de los yacimientos b6 de edad eoceno del campo la ceiba. Escobar, Úrsula .....	<b>6</b>
<a href="#">CIDETIU022</a> Celulosa como aditivo para prevenir la deshidratación y fraguado prematuro de la lechada de cemento en el pozo RL-01. Linares, Rafael .....	<b>15</b>
<a href="#">CIDETIU024</a> Cuadro de mando integral: herramienta estratégica gerencial para negocios. Márquez, Édison .....	<b>24</b>
<a href="#">CIDETIU027</a> Automatización inteligente: herramienta para el entorno productivo en la industria del siglo XXI. Mata, Clemente y Morales, María .....	<b>34</b>
<a href="#">CIDETIU029</a> Habilidades transversales en universidades como factor de oportunidad en el contexto de la cuarta revolución industrial. Villalobos, Javier, Guevara Sandra y Barreto Cruz .....	<b>43</b>
<a href="#">CIDETIU031</a> Confiabilidad de la gestión de mantenimiento para sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana. Acevedo, Jorge .....	<b>52</b>
<a href="#">CIDETIU035</a> La innovación como proceso fortalecedor del desarrollo sostenible. Socorro, Carolina .....	<b>62</b>
<a href="#">CIDETIU036</a> Caída de presión crítica para el proyecto de inyección de agua fase 1 en Campo Boscan. Andrade, Juan.....	<b>71</b>
<a href="#">CIDETIU037</a> Medidor virtual de producción para estimar el flujo másico en pozos petroleros Andrade, Juan y Arellano, José .....	<b>82</b>
<a href="#">CIDETIU038</a> Aplicación del cloruro férrico como coagulante durante el tratamiento de efluentes de una industria procesadora de harina. Mejías Donaldo, Villalobos, Enrique y Carrasquero, Sedolfo.....	<b>91</b>
<a href="#">CIDETIU040</a> Tecnologías inteligentes para el calentamiento de crudo en plantas de deshidratación de Occidente. Hernández, Luis y Briceño, Ledy.....	<b>100</b>
<a href="#">CIDETIU042</a> La gestión tecnológica como estrategia competitiva en las empresas del sector de telecomunicaciones. Panarito. Ana .....	<b>110</b>
<a href="#">CIDETIU045</a> Relación entre el crecimiento de población y la cobertura en educación superior en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Ciudad de Cartagena de Indias (Colombia). Fong, Waldyr, Barreto, Cruz y Linares, José .....	<b>119</b>
<a href="#">CIDETIU047</a> Modelo para la ejecución de proyectos de remodelación en las áreas de despacho en empresas mixtas del sector petroquímico venezolano. Castellano, Samuel y Amaya, Adolfina .....	<b>130</b>
<a href="#">CIDETIU051</a> Análisis del sistema benchmarking para el sector crudos pesados y extrapesados, basado en la selección de indicadores de competitividad Nava, Junior.....	<b>145</b>

[CIDETIU064](#) Gestión de requerimientos en la ejecución de proyectos de automatización en las empresas de telecomunicaciones Butrón, Ángel ..... **156**

[CIDETIU066](#) Plan maestro para el incremento de la producción de aire industrial en la industria petroquímica del estado Zulia Arenas, Andrea y Amaya, Adolfina..... **166**

[CIDETIU069](#) Los principios de gestión ambiental desde los escenarios de la cuarta revolución industrial Hurtado, Karla.....**175**

[CIDETIU070](#) Estrategia de innovación tecnológica para el desarrollo sustentable de los laboratorios clínicos Pérez, Karen.....**186**

[CIDETIU072](#) Gerencia de la innovación en el escenario de la cuarta revolución industrial González, Freddy y Lugo, Nelson ..... **196**

[CIDETIU073](#) Técnicas para alcanzar la ecoeficiencia en empresas de la cuarta revolución industrial Guerra, Jenny y Páez, Norkaglis.....**207**

CIDETIU006

**MODELO GEOESTADÍSTICO DE LOS YACIMIENTOS B6 DE EDAD EOCENO  
DEL CAMPO LA CEIBA.**

GEOESTATICAL MODEL OF EOCENO B6 DEPOSITS IN LA CEIBA FIELD  
RESERVOIRS

**Escobar, Úrsula**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4540-2682>

[uedelross@gmail.com](mailto:uedelross@gmail.com)

Petróleos de Venezuela S.A, Venezuela

**RESUMEN**

La explotación del Campo La Ceiba ha sido desarrollada, sin tener una caracterización previa de yacimientos. Por tal motivo se planteó como objetivo de esta investigación, proponer un modelo geoestadístico de los yacimientos B6 de edad Eoceno, que permitiera integrar la información estructural, geológica, petrofísica y de yacimientos generados durante el modelo estático generado previamente. Los referentes teóricos que fundamentaron la investigación, fueron Bauza L. (1999), Caers, J. (2005), Pdvsa (2009), Acosta, A. (2010) y Viloría, N. (2015). En cuanto a la metodología, la investigación fue del tipo proyectiva, de diseño no experimental, transaccional descriptivo. Se utilizó como insumo principal para la construcción de la malla, la nueva interpretación estructural y estratigráfica, para luego poblarla con los datos sedimentológicos y petrofísicos, utilizando para ello los algoritmos geoestadísticos adecuados. Luego se generaron múltiples realizaciones, sobre el cálculo del Petróleo Original en Sitio, obteniendo el valor estadístico; este fue comparado con el valor oficial, examinando los parámetros que influenciaron en su diferencia. Así mismo se analizaron variables los cuales afectan la estimación del POES. El desarrollo del modelo geoestadístico, permite obtener una caracterización más real del Campo, para posteriormente generar un plan de explotación óptimo.

**Palabras clave:** Yacimiento, Modelado, Geoestadística, La Ceiba.

**ABSTRACT**

The exploitation of the La Ceiba Field has been developed, without having a previous characterization of deposits. For this reason, the objective of this research was to propose a geostatistical model of the B6 deposits of Eocene age, which would allow integrating the structural, geological, petrophysical and reservoir information generated during the static model previously generated. The theoretical references that based the research were Bauza L. (1999), Caers, J. (2005), Pdvsa (2009), Acosta, A. (2010) and Viloría, N. (2015). Regarding the methodology, the research was of the projective type, non-experimental design, descriptive transactional. The new structural and stratigraphic interpretation was used as the main input for the construction of the mesh, and then populated it with the sedimentological and petrophysical data, using the appropriate geostatistical algorithms. Later, multiple realizations were generated, on the calculation of the Original Oil in Place, obtaining the statistical value; this was compared with the official value, examining the parameters that influenced its difference. Likewise, variables were analyzed which affect the estimation of the POES. The development of the geostatistical model allows to obtain a more real characterization of the Field, to later generate an optimal exploitation plan.

**Keywords:** reservoir, strainGeoestatical, Model, La Ceiba.

## 1. Introducción

En los últimos años se han desarrollado estrategias enmarcadas principalmente en la caracterización de yacimientos, mediante la integración multidisciplinaria de las distintas ramas de la geociencias. La ejecución del estudio integrado se fundamenta en la aplicación de métodos de análisis de datos, como las técnicas geo estadísticas, conjuntamente con simulación numérica de yacimientos. En general, se trata de combinar diferentes disciplinas con la finalidad de obtener un modelo de la distribución de facies y propiedades petrofísicas lo más aproximado a las condiciones reales del Yacimiento, de tal manera que pueda aportar información valiosa sobre las características del mismo, para la definición de zonas económicamente importantes y propuestas para los futuros planes de explotación.

El Campo La Ceiba fue descubierto con la perforación del pozo CEI-1X, siendo en el año 1996 cuando el área fue otorgada en convenio a las empresas Exxon-Mobil. A partir del año 1997, la campaña de pozos exploratorios por parte del extinto convenio operativo, no incluyó pozos delineadores, razón por la cual la distribución y saturación de fluidos en algunos compartimientos presenta cierto grado de incertidumbre. Debido a que el área está siendo desarrollada sin tener una caracterización previa de yacimientos, se decidió emprender un estudio estático, con la finalidad de generar un modelo Geoestadístico el cual, permitirá corroborar Petróleo Original en Sitio (POES) y optimizar la explotación del Campo.

Los trabajos realizados por Suárez, D. (2008), Acosta, A. (2010), PDVSA (2015), Vilorio, N. (2013), fueron seleccionados por vinculación teórica y metodológica antecedentes para este estudio.

Para la generación del modelo Geoestadístico, fue integrada y analizada toda la información estructural y estratigráfica, con lo cual fue generada la malla fina. Esta fue poblada con el modelo sedimentológico conceptual, en conjunto con las propiedades petrofísicas, utilizando para ello los algoritmos geoestadísticos adecuados, requiriendo además evaluar la continuidad espacial de los datos. Luego, múltiples realizaciones fueron desarrolladas con el objeto de definir el POES estadístico (P50), para luego, su confirmación con respecto al POES oficial. Así mismo fueron analizadas las variables que más influencias tienen, en la estimación del mismo.

## 2. Descripción de la investigación, objetivos y resultados

Para realizar esta investigación, se plantearon una serie de objetivos con una metodología que permitiese generar un Modelo Geoestadístico de los Yacimientos B6 edad Eoceno del Campo La Ceiba, con el fin de caracterizarlos de manera integrada y validar el POES asociado. La descripción de la metodología junto a los resultados por objetivos se presenta a continuación.

## 3. Recopilación, carga y validación de datos

Durante esta etapa se recopiló, cargó y analizó los resultados de los modelos Estructural, Petrofísico, Sedimentológico, Estratigráfico e información de Yacimientos, provenientes de los modelos de Datos y Caracterización, del Estudio Integrado del Campo La Ceiba.

## 4. Modelo Estructural y Modelo Estructural 3D

De la información del modelo Estructural, generado en el estudio de Caracterización de Yacimientos (Modelo Estático), se proporcionaron las superficies principales en profundidad, resultantes de la interpretación y conversión del modelo de velocidades. De esto se generaron los planos de fallas, quedando constituido por un total de 49 fallas.

Para la construcción de la malla, se consideraron características geológicas, como: dirección preferencial de sedimentación, configuración estructural, espaciado entre pozos, posibles direcciones de flujo, etc. Así mismo, la dirección de las celdas se generó con 0° de azimut, representando los cuerpos del modelo sedimentológico, los cuales muestran una dirección preferencial sur-norte.

## **5. Modelo Estratigráfico**

Para el modelo estratigráfico se construyeron los horizontes principales, interpretados en la columna geológica, como son: ER-EO, A-10, B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6 y B-7; dichos horizontes fueron generados a partir del dato y ajustado a los topes de pozo, considerando las 3 erosiones presentes (Discordancia del Eoceno, Discordancia base de B-2.1 y Discordancia base de B-4).

## **6. Construcción de la Malla Fina**

La estimación del espesor de capas de la malla fina es un proceso iterativo, el cual tiene como objetivo lograr un modelo que represente la heterogeneidad del yacimiento, y a la vez cuente con un número manejable de celdas (Lafferriere, 2005). El modelo completo quedó dividido en 363 capas. El número de capas se reduce significativamente cuando se filtra por intervalos estratigráficos de interés.

## **7. Escalamiento de propiedades**

El escalado de las propiedades consiste en llevar a la resolución de la malla, las interpretaciones realizadas, a escala de registros de pozos (Lafferriere, 2005). Para las propiedades discretas (facies, tipo de roca), el método más aplicado es la moda, encontrándose también: punto medio, mínimo o máximo. Para el escalamiento de las propiedades continuas, se probaron varios métodos con cada propiedad

## **8. Análisis Geoestadístico Y Distribución De Propiedades**

En el análisis Geoestadístico de Variables Discretas, el principal concepto que conduce a la caracterización de yacimientos, es la distribución de propiedades petrofísicas es gobernada por la litología, en otras palabras, los cambios en la porosidad y permeabilidad están fuertemente relacionados a las variaciones litológicas. Los cuales son regidas a su vez por la sedimentología.

El análisis estructural se trabajó a través de los varioagramas, donde se analiza la variabilidad espacial por medio del ajuste del variograma experimental (datos escalados) a uno teórico (exponencial, esférico, gaussiano, entre otros).

### **• Propiedades Discretas**

Se generaron todos los varioagramas por subunidad para cada uno de los ambientes preestablecidos por el equipo de sedimentología. Para complementar, se construyeron curvas de proporción vertical (CPV), las cuales representan la proporción (probabilidad), de ocurrencia de facies, a lo largo de cada capa o sección vertical de yacimiento.

De la misma manera que para la variable Sedimentología, para la propiedad discreta Tipo de Roca, se construyeron las curvas de proporción vertical, en donde en cada capa "layer" esta representa la probabilidad de ocurrencia.



## 9. Propiedades Discretas

### • Ambientes Sedimentarios

Para cada uno de los ambientes sedimentarios interpretados, se generaron los variogramas por subunidad. Con la finalidad de complementar la interpretación proporcionada por los variogramas, se generaron las curvas de proporción vertical (CPV). El algoritmo utilizado para la propagación de esta variable fue la Simulación Secuencial de variables Indicadoras (SIS).

Debido a la escasa información de pozos para permitir análisis geoestadísticos, se realizaron una serie de análisis soportados con las interpretaciones geofísicas y sedimentológicas para predecir de mejor manera, la geometría y distribución de los cuerpos sedimentarios de interés en el área, sin encontrar resultados satisfactorios.

Como otra alternativa, se construyeron mapas conceptuales de litología por subunidad de estudio, esto basado en las experiencias de distribución de los cuerpos en las áreas vecinas (Franquera y Moporo) y usando de forma integrada, los atributos sísmicos: redes neuronales, descomposición espectral, amplitud ponderada por frecuencia instantánea.

Uno de los resultados de la propagación de facies sedimentaria a nivel de la subunidad B-4.0 se muestra a la derecha de la siguiente figura. Se observa la continuidad de los cuerpos en la zona norte, la cual corresponde a propagación de modelos anteriores.

Figura 1. Derecha, distribución de facies. Izquierda, mapa conceptual B-4.0.

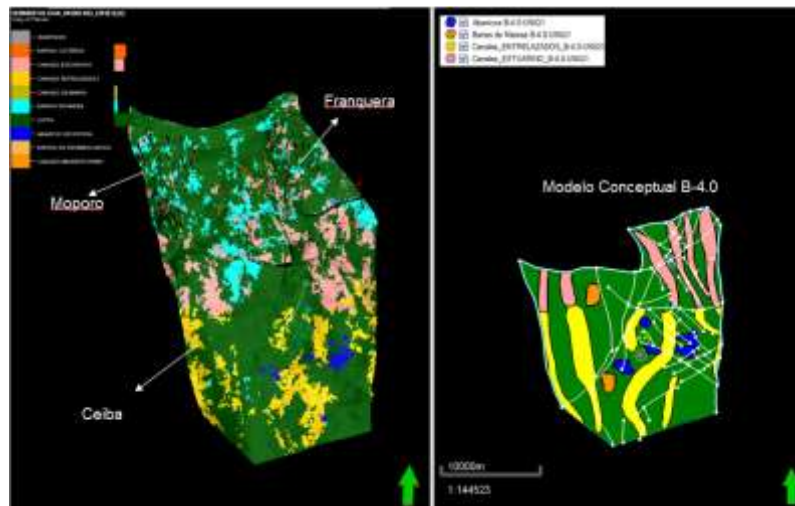
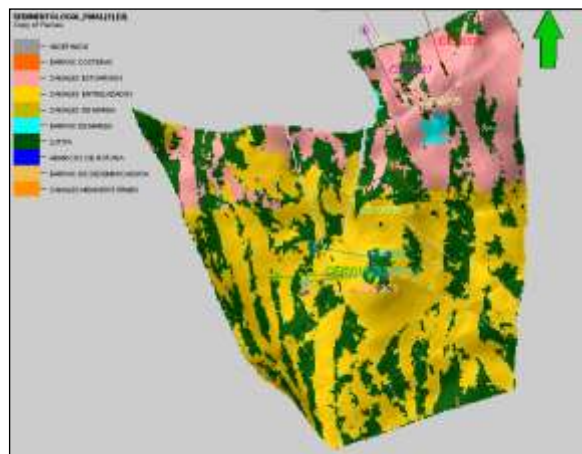


Figura 2. Distribución de facies B-4.2.



- Tipo de Roca

En el modelado del Tipo de Roca, se construyeron variogramas para cada ambiente sedimentario. En el caso de existir en una misma unidad distintos Tipos de Roca, se debe hacer un variograma para cada ambiente interpretado, en caso contrario se usa el mismo para todas las fases definidas.

De la misma manera que para la variable Sedimentología, para esta se construyeron las curvas de proporción vertical. El método escogido para la distribución de variables discretas fue el de simulación de indicador secuencial (SIS).

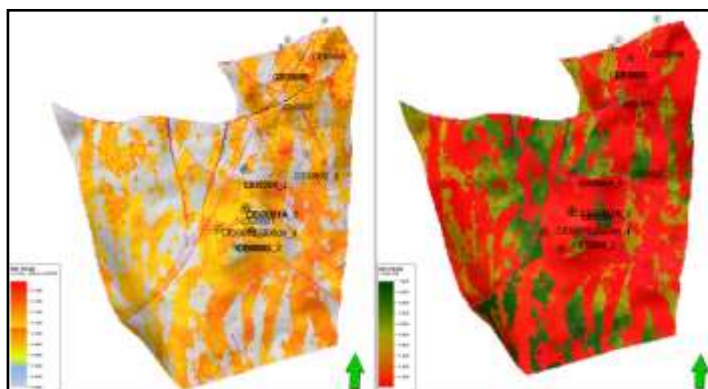
## 10. Propiedades Continuas

Para las variables continuas, debido a la compartimentalización geológica-estructural del área y a la poca información de pozos existente, no fue posible la realización de los variogramas buscando tendencias de los depósitos sedimentológicos. Esto conllevó a trabajar con variogramas omnidireccionales (no dependen de la dirección, por lo que buscará información en todas las direcciones posibles).

Las variables porosidad efectiva, saturación de agua y volumen de arcilla, se trabajaron usando la distribución normal, puesto que de los datos provenientes del modelo de datos y caracterización de yacimientos, maneja valores promedio y desviaciones estándar. Para la permeabilidad se aplicó la distribución lognormal, a fin de obtener una distribución similar a la distribución normal.

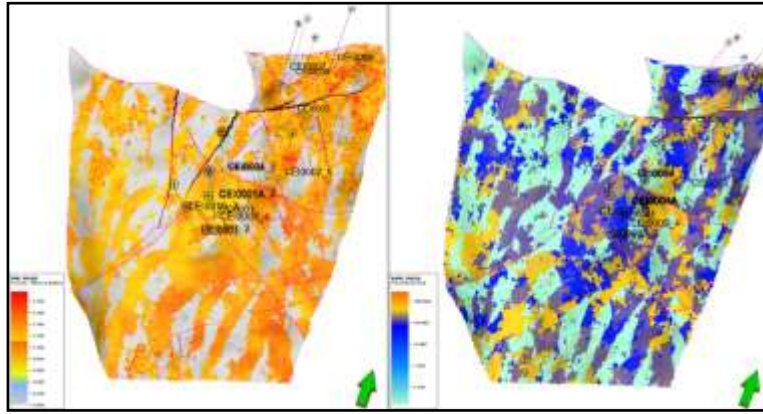
La distribución de la porosidad efectiva se hizo con el método Simulación Gaussiana Secuencial al igual que el volumen de arcilla. Las siguientes figuras, muestran en su parte izquierda las distribuciones de porosidades y a la derecha, volumen de arcilla.

**Figura 3.** Izquierda PHIE, a la derecha Vshl subunidad B-4.2



La distribución de la permeabilidad absoluta se ejecutó utilizando como variable secundaria la información de porosidad (cokriging), de manera de encontrar la correspondencia en áreas de altas porosidades con altas permeabilidades, o en áreas de bajas porosidades - bajas permeabilidades. Esta propiedad fue segada a tipos de rocas, para establecer valores límites de esta variable dentro de las subunidades. El método que mejor resultado arrojó fue el de Simulación Gaussiana Secuencial SGS.

**Figura 4.** Izquierda PHIE, a la derecha KABS subunidad B-4.2

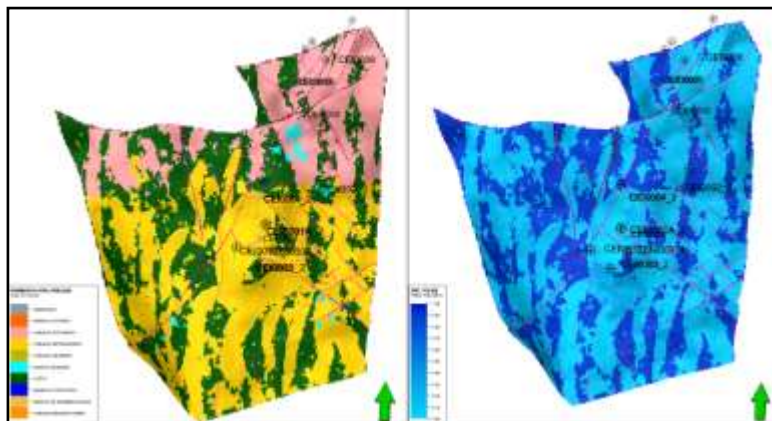


El modelo usado para la distribución de la saturación de agua inicial en el yacimiento, resulta una de las claves más impactantes al momento de determinar el petróleo original en sitio y por ende la cuantificación de las reservas de hidrocarburos. Teniendo en cuenta que el dato fuente para la predicción a través de los modelos matemáticos es la resistividad, cuya propiedad no es representativa para ser propagada en los modelos estocásticos, se buscan métodos alternativos de predicción de dicha propiedad. Debido a esto, se llevaron a cabo varios ejercicios, a fin de predecir el mejor comportamiento de esta variable en el modelo, estos se mencionan a continuación:

a.) El primer ejercicio se realizó utilizando el modelo de saturación de agua, generado durante el estudio de modelo de datos y caracterización de yacimiento. Luego, para validar la propiedad se generó un registro sintético, con la finalidad de compararlo con los registros de saturación de agua total (Sw<sub>t</sub>) de cada pozo

b.) Como segundo paso se escaló la curva de saturación de agua total (Sw<sub>t</sub>) sesgado a cada tipo de roca. La propagación se realizó con Simulación Gausiana de Función Aleatoria

**Figura 5.** Izquierda el modelo de facies, a la derecha SW<sub>t</sub> propagada.



## 11. Contactos y Límites de Fluidos

Para modelar la distribución de los fluidos en los yacimientos y estimar el Petróleo Original en Sitio (POES), es necesario incluir los límites de fluidos identificados durante el análisis integrado de las disciplinas de yacimiento, geología y petrofísica.

## 12. Cálculo del POES

La cuantificación de los volúmenes de hidrocarburos en sitio, es uno de los más importantes objetivos finales, el cual persigue todo modelo geocelular, este a su vez va a dar cabida para cuantificar las reservas con las que cuentan los yacimientos.

El método empleado por el Software utilizado para estos cálculos es de tipo volumétrico, sin embargo, este método guarda distancias importantes con métodos tradicionales de variables determinísticas y las estimaciones realizadas con el uso de mapas. En los modelos tridimensionales, existe una mejor precisión en la cuantificación de los volúmenes, ya que celda tiene asignada sus propiedades de volumen, porosidad y saturaciones.

A continuación la ecuación usada para determinar los POES.

$$(Ec. 1) \quad POES = \frac{\text{Volumen bruto} * NTG * \phi * So}{Boi}$$

Donde:

Volumen Bruto: Es el volumen total de las celdas

NTG: de las siglas en inglés "Net to Gross", este parámetro controla las celdas que van a ser contabilizadas en los volúmenes.

Porosidad efectiva de la variable distribuida en cada celda.

So: saturación de petróleo, determinada a través de la resta (1-Sw propagada en cada celda)

Boi: Factor volumétrico inicial de cada yacimiento, parámetro suministrado por el equipo de ingeniería de yacimientos.

**Tabla 1.** Resultados del Cálculo Estocástico del POES del Yacimiento B4 CEI8

	STOIIP(STB)
B-4.0 - B-4.1	8069534
B-4.1 - B-4.2	8086265
B-4.2 - B-4.3	96287088
B-4.3 - B-4.4	18458583
B-4.4 - B-4.5	23642505
B-4.5 - B-4.6	23723144
B-4.6 - B-4.7	31350293
B-4.7 - B-4.8	23459976
B-4.8 - B-5	10984093

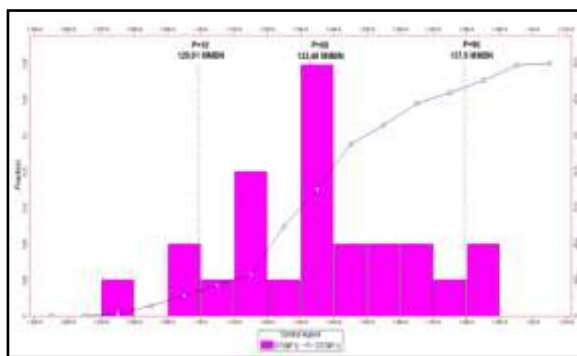
### 13. Análisis de incertidumbre

Los métodos estadísticos utilizados para la estimación de los parámetros de yacimiento no son exactos, por lo que, evaluar el error estimado en forma de análisis de incertidumbre es muy importante.

En este estudio se corrieron 25 realizaciones de cada uno de los casos bases donde se identificó prospectividad. Se modificó la semilla en la distribución de las facies y las propiedades petrofísicas, usando el Método de Monte Carlo; el mismo es definido como un algoritmo de muestreo estocástico que selecciona las variables desconocidas al azar para asignar su valor de distribución.

Sobre la distribución de propiedades en función de las diversas semillas, se seleccionaron los casos pesimista, media y optimistas de valores de POES, P10, P50, P90, respectivamente.

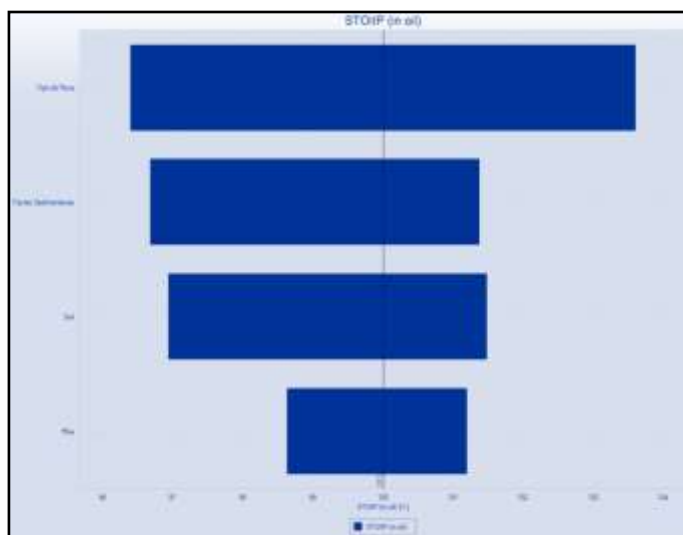
**Figura 6.** Percentiles de estimación de POES, caso B4 CEI-3



#### 14. Análisis de Sensibilidades

Una vez efectuado el análisis de incertidumbre, es necesario establecer cuales parámetros ejercen mayor peso en la estimación del POES. A través del análisis de sensibilidades se puede identificar desde la variable de mayor impacto, hasta la que menos está afectando dichos resultados.

**Figura 7.** Gráfico Tornado Bloque B6 CEI0003.



En la Figura 7 se muestra un ejemplo del gráfico de Tornado, correspondiente al Yacimiento B-4 - Bloque CEI0003, se observa la variable Tipo de Roca, es aquella que ejerce mayor influencia en la cuantificación del POES, es decir una variabilidad en esta propiedad podría generar una diferencia en el POES calculado de 3% a 4%.

#### 15. Conclusiones

- En la construcción del modelo estratigráfico, se asignaron las nomenclaturas de las secuencias litoestratigráficas de 3er orden, interpretadas a partir del marco estratigráfico regional de las áreas vecinas, quedando los yacimientos Misoa B6 del Campo La Ceiba, establecido como unidades operacionales Misoa B4.
- De acuerdo a lo observado, al norte de área, parte más alta de la estructura, afloran las areniscas de A-10, y a medida que se avanza al sur, se acentúa el proceso erosivo.

- Al construir la malla fina, fue necesario representar espesores de lutitas presentes, siendo la mayoría de ellos menores a 10 pies.
- Al norte del área se observa degradación de los cuerpos arenosos, con mayor presencia de niveles de arcilla que los presentes al sur del área.
  - Las 9 facies identificadas, corresponden a ambientes continentales y ambientes de carácter transicional.
  - Debido a la poca información disponible, no se lograron construir mapas de anisotropía que permitieran determinar la dirección de mayor y menor continuidad de datos,
    - Como consecuencia de la compartimentalización geológica y a la poca información de pozos existentes, en el análisis estructural de los datos, las propiedades continuas de trabajaron con variogramas omnidireccionales, debido a que no se logró encontrar tendencia de los datos.
      - La variación entre el POES determinado por el modelo geocelular (657 MMBN) y el valor oficial (1304 MMBN), está basado el cambio de volumen, resultante de las nuevas interpretaciones del área y espesor, provenientes de estudio de datos y caracterización de yacimientos.
        - En el análisis de sensibilidad, la variable que mayor influencia ejerce en la cuantificación del POES, es el tipo de roca.

## 16. Referencias Bibliográficas

- González, R. (1996). Manual de Curso Introductorio a la Geoestadística.
- Bauza, L. (1999). Manual de Geoestadística Aplicada a los Estudios Integrados de Yacimientos de Hidrocarburo, PDVSA E&P División Centro-Sur.
- Schlumberger Information Solution (2005). Process Manager Course v2004. Petrel Workflows Tools. Houston.
- Schlumberger Information Solution (2005). Reservoir Engineering Course v2004. Petrel Workflows Tools. Houston.
- Lafferriere, F. (2005). Curso de Geoestadística Aplicada, Earth Decisión Sciences. Modelos petrofísico, estratigráfico, estructural y sedimentológico Fase II Framolac. Año 2014. PDVSA.
- Caers Jet, Petroleum Geostatistics, SPE (2005).
- PDVSA E&P División Oriente, Distrito Norte (2007). Procedimiento de Modelaje Geoestadístico.
- Pdvsa. Manual De Estudios Integrados De Yacimientos. Volumen 2. Elaboración Del Modelo Geoestadístico. EIY-02-02-03. 2009.
- Suárez, Dayveni. (2008). "Modelo Geoestadístico del Yacimiento Lagunillas en el área noreste de Tía Juana."
- Chambers, R., Yarush, J., Liceras, V. (2006). Geostatistics for petroleum engineers and geoscientists. Quantitative Geosciences, LLP.
- Pdvsa, Estudios Integrados de Yacimientos. (2015). Informe Modelo Estático Campo La Ceiba.
- Acosta, Alejandro. (2010). Modelo Estocástico 3D de la unidad B-4 del Yacimiento "B-SUP VLG-3729", Campo Ceuta-Tomoporo, cuenca de Maracaibo.
- Viloria, Neline. (2013) " Modelo Geoestadístico del Yacimiento Lagunas, Bloque Geográficos Y4, Y5, Z4 y Z5 del área sur del Campo Lagunillas Tierra".

**CIDETIU022**  
**CELULOSA COMO ADITIVO PARA PREVENIR LA DESHIDRATACIÓN Y**  
**FRAGUADO PREMATURO DE LA LECHADA DE CEMENTO EN EL POZO**  
**RL-01**  
(CELLULOSE AS ADDITIVE TO PREVENT DEHYDRATION AND  
PREMATURE FRAGUATING OF THE CEMENT MILK IN WELL RL-01)

**Linares Revilla, Rafael Ediver**  
[Rafael.ediver@gmail.com](mailto:Rafael.ediver@gmail.com) / [Rafael\\_ediver@hotmail.com](mailto:Rafael_ediver@hotmail.com)  
**I.U.P. Santiago Mariño**

## **RESUMEN**

La cementación de pozos petroleros se realiza para cumplir diversas funciones, entre las cuales las más importantes es garantizar el fraguado de la lechada para generar un aislamiento zonal entre formación; con el fin de proteger el revestidor de presiones externas, sellar zonas no productoras de fluidos, entre otros. Por ende fue necesario aplicar un análisis sobre la celulosa lo cual permitirá mejorar la estructura mecánica del pozo de temperaturas elevadas. El propósito de esta investigación es lograr el análisis del pozo RL-01 a partir de los registros Cement Bond Log (CBL) y Variable Density Log (VDL) para determinar la cementación inadecuada con el fin de poder aplicar una cementación forzada con una lechada preparada con un aditivo retardador como la celulosa la cual evita el fraguado y deshidratación de la lechada de cemento en pozo donde la temperatura sea elevada. Metodológicamente la investigación se desarrolló bajo una modalidad documento descriptivo – evaluativa, la recolección de datos con el análisis de los mismos estuvieron enmarcados en fuentes secundarias, revisión bibliográfica, entre otros. A la vez esta investigación está enmarcada en la línea de investigación de perforación; bajo un área de estudio de cementación

**Palabras Clave:** Celulosa, Registro, Aditivo, Cementación.

## **ABSTRACT**

The cementation of oil deposits is a process that is made to fulfill a diversity functions, and one of the most important ones is to guarantee the solidification of the cement mix to generate a sound void between fluid formations, to the end of giving protection to the casing of external pressures, and seal productive zones of fluids. Because of this it will apply the cellulose that will help accelerate the cementing of the high heat deposits, the model of the investigation is to document and the type is descriptive documental-evaluative. The purpose of this investigation is fulfill the analisis of deposit cementation RL-01 from the registers CBL and VDL to determine the bad cementation and apply and forced cementation with a cement mix that contains cellulose as retarding additive to avoid the solidification and desidratation of the cement mix in deposits where the heat is high. The techmique of recollection and data analisis used are secondary sources, bibliographic revition, and others. Also this investigation is enmarked to the line of investigation of perforation and it's area cementation

**Keywords:** Cellulose, Additive, Register, Cementation.

## 1. Introducción

La cementación de pozos de hidrocarburos, específicamente en la zona productora, es una operación la cual requiere una planificación adecuada en función de las condiciones específicas de cada pozo con respecto a la formación a cementar; sobre todo en aquellas donde existen altas temperaturas, las cuales requieren lechadas con condiciones especiales. En este tipo de cementación es necesario determinar no solo la adherencia del cemento a la tubería de revestimiento y a la formación, sino también identificar las posibles causas de fallas presentadas para así mejorar futuras cementaciones forzadas; además determinar la longitud de sello hidráulico presente el cemento localizado detrás de los revestidores sobre el tope y base de la arena o de la zona cañoneada.

El propósito de esta investigación estuvo enmarcado en lograr el análisis de la cementación pozo RL-01 a partir de los registros CBL y VDL para determinar la cementación inadecuada con el fin de aplicar una cementación forzada con una lechada preparada con celulosa como aditivo retardador para evitar el fraguado y deshidratación de la lechada de cemento en pozo donde la temperatura sea elevada, estableciendo unos objetivos que permitan la caracterización geológica de la formación, se realizó una descripción de la utilidad de la celulosa en el pozo RL-01, mediante la interpretación de los registros CBL y VDL de la zona a evaluar. Los parámetros requeridos para la evaluación antes dicha, son la porosidad, permeabilidad, saturación, temperatura, presión, entre otros.

## 2. Fundamentación teórica

Para el desarrollo de esta investigación teóricamente estuvo sustentados por: American Petroleum Institute (2011), Halliburton (2001), Izaguirre (2014), Nelson (2013), Schlumberger (2014), Sociedad de ingenieros de petróleos (SPE, 2013), Superior Energy Services (2015), Vega y col. (2014),

## 3. Metodología

La investigación se llevó a cabo bajo una modalidad documental basado en las teorías de hurtado (2014), el tipo de investigación se enmarco en descriptivo con un procedimiento definido en cuatro fases de estudios, la técnica para la recolección de datos utilizada fue la observación documental bajo las teorías de Bastidas (2006) y para el análisis de la información se implementó un interpretación cualitativa de los datos.

## 4. Resultados

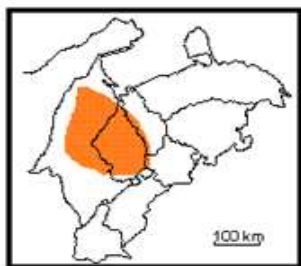
### 4.1. Características geológicas de la formación donde se encuentra el pozo RL-01

El pozo RL-01 se encuentra ubicado al oeste de la ciudad de Maracaibo, en una alineación estructural de más de 100 km de longitud aproximadamente 30 km al este de los afloramientos graníticos cercanos al viejo campo de El Totumo. En el campo Mara-La paz exactamente en la formación Guasare Marcelina Es importante conocer las características geológicas de las formaciones mencionadas; los estudios realizados demuestran son muy prospectivas.



## 4.2. Formación Guasare

Se encuentra al Margen sur del río Guasare, a unos 4 km aguas arriba de El Carbón y 300m bajo la desembocadura del caño Colorado, en el límite norte del distrito Mara, estado Zulia. Liddle describió la sección expuesta en las cabeceras del Cachirí, a unos 200 m aguas abajo de la confluencia de los caños Grande y Norte. Según Miller & San Juan; propusieron la sección del río Socuy como otra sección de referencia. La sección de referencia a unos 6 km aguas arriba de la desembocadura del caño Pedrú a unos 2 km al oeste del embalse Socuy.



**Figura 1.** Ubicación formación Guasare  
**Fuente:** PDVSA 2010

## 4.3. Descripción litológica

En los afloramientos de los ríos Guasare, Socuy y Cachirí, la formación consiste en calizas pardo grisáceo a gris amarillento o gris, generalmente glauconíticas. Algunas capas son ricas en restos de *Ostrea* con *Venezulia*. Intercaladas con las calizas, se presentan lutitas con limolitas grises a parduscas con areniscas grises, calcáreas y glauconíticas. En el subsuelo del campo Alturitas, la litología consiste principalmente en lutitas gris oscuro, arenosas, macizas o laminadas, areniscas marrón claro, calcáreas,

## 4.4. Espesor

En la sección tipo, el espesor de la Formación Guasare es de unos 120 m. En el río Cachirí es de 390 m, y en el río Socuy, de 370 m. En el subsuelo de Alturitas, de 165 a 193 m.

## 4.5. Extensión geográfica

Los afloramientos de la Formación Guasare se presentan a lo largo de una faja de 50 a 60 km de ancho, que se extiende a lo largo de los contrafuertes de la sierra de Perijá, desde el río Guasare, hasta el área sur del distrito Perijá. Aflora en la isla de Toas, y al lado oriental del lago de Maracaibo.

## 4.6. Expresión topográfica

Las calizas y areniscas de la formación originan serranías, generalmente más prominentes que las de la suprayacente Formación Marcelina.

## 4.7. Formación Marcelina

En estudios estableció la localidad tipo de la formación en el río Guasare, desde el tope de una caliza maciza, 550 m aguas arriba de la desembocadura del caño

Colorado, hasta la base de una unidad de areniscas gruesas y masivas, a 50 m bajo la boca del caño Santa Rosa, también afluente del Guasare. Las secciones de referencia están respectivamente en el río Socuy, entre los caños Pedrú y La Arena, al oeste del embalse Socuy y en el río Cachirí, unos 700 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Cruz (caño del Norte).



**Figura 2.** Ubicación formación Marcelina.

**Fuente:** PDVSA 2010

#### 4.8. Descripción Litológica

Intercalación de areniscas, lutitas, lutitas arenosas con capas de carbón. En la base de la unidad, las areniscas son macizas, gruesas, de color gris claro y localmente calcáreas. Más arriba se hacen delgadas, están intercaladas con lutitas color gris que presentan planos de estratificación con mica y carbón. Las lutitas son de color gris oscuro a negro, con fractura concoidal o de lápices. Tanto en las areniscas como en las lutitas.

El carbón es de tipo subbituminoso a bituminoso, se presenta principalmente hacia la base de la formación, en capas de 2 hasta 10 m de espesor. En el río Socuy existen además, capas de caliza con areniscas calcáreas con restos de moluscos. Las calizas son generalmente delgadas, aunque en la parte inferior de la sección, señalan una capa de 3 m. Ruíz (1983), describe en detalle la litología de la Formación Marcelina a partir de núcleos, en el área tipo de areniscas gris claro a blancuzco, de grano muy fino a medio, subangulares, moderadamente escogidas, con pequeñas cantidades de mica con feldespatos; areniscas limosas gris oscuro, a veces micáceas; conglomerados oligomícticos (-asperonoes) y polimícticos; lodolitos con lutitas gris oscuro a negro, arcilla gris y carbón.

En la Formación Marcelina se observa un conjunto de rocas alteradas por el calor de la oxidación (combustión) de mantos de carbón, fueron estudiadas en forma detallada por Moticska (1977), quien determinó tres tipos principales: porcelanitas producto de limolitas carbonáceas, areniscas finas, calizas y conglomerados; brechas soldadas con flujos de brechas formados por fragmentos líticos embebidos en roca fundida; lavas (para-lavas) formadas por la fusión completa del material rocoso. Todas estas variedades presentan diversas tonalidades de rojo, marrón y ocre.

#### 4.9. Espesor

En la sección tipo, la Formación Marcelina tiene alrededor de 610 m de espesor. En el río Socuy, el espesor es de unos 550 m, en el subsuelo del campo Alturitas el espesor es de unos 265 m, en la mina Paso Diablo la formación tiene un espesor de 550 m, al sur de la localidad tipo. En el campo Alpuf, al noreste de Machiques, Perijá, la formación tiene un espesor promedio de 137 m.

#### 4.10. Extensión geográfica

Los afloramientos de la Formación Marcelina abarcan una faja de unos 54 km de largo, por no más de 4 km de ancho, que va desde unos 3 km al norte del río Guasare, hasta la confluencia del caño Colorado con el río Palma, al sur. En el subsuelo, ha sido identificada en los campos de Alturitas y Alpuf, en el distrito Perijá. Miller y San Juan (op. cit.) señalan su extensión en la vertiente occidental de la sierra de Montes de Oca, en el valle del río Ranchería, Colombia. La formación desaparece hacia el este, en el lago de Maracaibo, por erosión.

#### 4.11. Expresión topográfica

La Formación Marcelina soporta un relieve de cerros de poca elevación y contornos suaves.

#### **Celulosa como aditivo para prevenir la deshidratación y fraguado prematuro del cemento**

Una vez establecidas las características geológicas y los datos de los pozos entre ellos las profundidades de asentamiento de los Revestidores, en los laboratorios de cemento se formulan las lechadas de cemento con la finalidad de prevenir cualquier inconveniente durante el proceso de fraguado de la lechada de cemento en este particular los aditivos utilizados para prevenir la deshidratación y fraguado del cemento son los aditivos controladores de pérdidas de fluido.

Los aditivos controladores de pérdida de fluido se usan para prevenir la deshidratación de las lechadas de cemento y evitar un fraguado prematuro. Generalmente los reductores de filtrado son productos derivados de celulosa. La celulosa es un biopolímero de gran abundancia el cual presenta una gran variedad de aplicaciones. En la cementación de pozos el aditivo con base celulosa más utilizado es la carboximetilcelulosa.

La carboximetilcelulosa o carmelosa que es un compuesto orgánico, derivado de la celulosa, compuesto por grupos carboximetil, enlazados a algunos grupos hidroxilo es fabricado mediante la reacción de la celulosa natural con ácido monocloroacético e hidróxido de sodio [NaOH] para formar la sal sódica de CMC. Hasta el 20% en peso de la CMC puede ser NaCl, un subproducto de la fabricación, pero los grados purificados de CMC contienen sólo pequeñas cantidades de NaCl. Para producir CMC, los grupos OH en los anillos de glucosa de la celulosa se unen por enlace éter a los grupos carboximetilo (-OCH<sub>2</sub>-COO-).

Todos estos fenómenos pueden poner en peligro la actividad de perforación y cementación debido al ingreso de fluido a las paredes de la formación. Por lo se necesita mantener los valores de densidad con las pérdidas de fluidos controlados para garantizar la integridad durante la construcción de un pozo. Por lo cual se utilizan aditivos como el CMC para estabilizar dichos parámetros con el fin de garantizar el buen funcionamiento del fluido de perforación y las lechadas de cemento.

Las características físicas químicas se puede decir que es un Polvo granuloso, blanco o casi blanco, higroscópico tras su desecación. Prácticamente insoluble en acetona, en etanol al 96%, y en tolueno. Se dispersa fácilmente en agua dando disoluciones coloidales. Oscurece a aprox. 227°C, y quema a aprox. 252 °C.

Este aditivo es fundamental en la preparación de la lechada de cemento ya que la deshidratación del cemento y el mal fraguado puede generar disminución en la resistencia a la compresión lo cual ocasionaría fracturas en el cemento cuando este expuesto a algún esfuerzo, estas fracturas sirven de canales para el movimiento de fluidos indeseables a la formación. Un cemento fracturado o mal

fraguado necesitara un cementación forzada para corregir dicha problemática por lo cual los costos durante la operación de cementación aumentarían.

La celulosa ayuda a evitar que la formación robe la fase acuosa de la lecha de cemento y de esta manera debilitar el cemento fraguado. Para garantizar una buena cementación se debe tener una buena formulación de la lechada de cemento, una buena remoción de lodo y una buena adherencia del cemento tanto con el revestidor como con la formación, si esto se logre los riesgos operacionales se disminuiría evitan así los costos adicionales en las operaciones de cementación serán mínimos. Para evaluar la calidad de la cementación se utilizan los registros CBL y VDL ya que son una herramienta para obtención de información del comportamiento de la lechada después de fraguado.

## Registros de cementación CBL y VDL del pozo RL-01

En la etapa de construcción de un pozo, la cementación es fundamental para brindarle estabilidad a las tuberías de revestimiento y separar zonas problemas del pozo, para conocer si el proceso de cementación se realizó de manera óptima es necesario evaluar la calidad de la cementación, esto se hace a través de la interpretación de perfiles de cementación (CBL-VDL), a través de estos registros se puede conocer cómo está la adherencia del cemento con el revestidor y como es a adherencia del cemento con la formación.

El registro CBL (Cement Bond Log – registro de adherencia de cemento) y VDL (Variable Density Log – registro de densidad variable) sirve para determinar si una zona potencialmente productiva que esta hidráulicamente aislada de otras zonas no deseables; permite la verificación de la integridad del cemento en el espacio anular, estudiando la adherencia al revestimiento y a las paredes del pozo. La evaluación de la calidad del cemento comprende tres fases:

- Evaluación de la calidad del cemento al revestimiento
- Evaluación de la calidad del cemento a la formación y
- Evaluación de la extensión vertical de buena calidad de adherencia

El principio de los registros CBL y VDL se basa en la energía acústica es energía mecánica. Estas ondas de sonido llevan suficiente energía a través de los diferentes medios a medida que se alejan de su origen. En la toma de registros un transmisor como fuente de energía y un receptor localizado a cierta distancia de la fuente detecta la onda de sonido y transforma su energía en impulsos eléctricos.

En el pozo RL-01 se han aplicado estos registros para conocer el comportamiento de la lechada de cemento frente a las características de la formación y a la tubería de revestimiento, estos registros son de muy baja incertidumbre por lo cual son una de las fuentes más confiables a la hora de diagnosticar la adherencia que tiene la lechada de cemento al revestidor y la formación.

Para la realización del análisis correspondiente de los registros de cementación se deben conocer los datos característicos de la perforación de pozos y el arreglo de Revestidores utilizados para la completación del pozo, en el caso del pozo RL-01 se muestran a continuación. Ver Tabla 1.

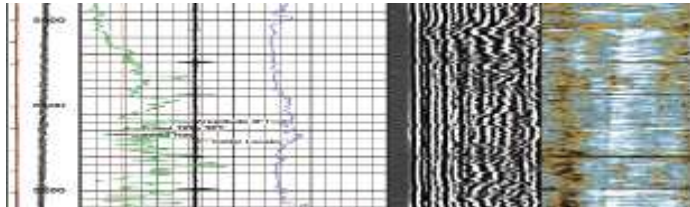
**Tabla 1.** Características de la perforación del pozo.

DATOS DEL HOYO						
Desde pies	Hasta pies					
17 500	0 00					
12 500	100 00					
8 800	4996 00					
8 875	7113 00					
	8264 00					
CASING / TUBING RECORD						
Tipo	Grado	Tipología	Tamaño pulg.	Densidad pes	Pc Zapata pes	Peso pie/c
CONDUCTOR	J-45	ELR	13 375	8 00	700 00	60 00
SUPERFCE	P-110	ELR	8 825	700 00	4996 00	53 50
LINEA	P-110	ELR	7 000	4996 00	7113 00	32 00

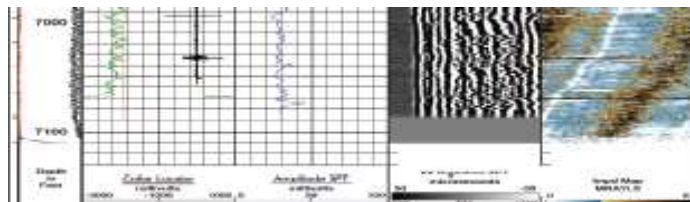
Fuente: PDVSA, 2014

En el pozo RL-01 Se aplicaron registros de cementación VDL y CBL a partir de los 4780 pies correspondiente a la zona producción, el perfil VDL es un perfil cualitativo y para su interpretación es necesario conocer las características litológicas y petrofísicas de la formación a través de estudios se ha determinado que la lechada de cemento se comporta diferente frente a diferentes tipos de litologías.

En el caso de los registros CBL es más fácil lograr identificar la problemática correspondiente debido a la interpretación de los registro la cual se basa principalmente en su escala que va de 0 a 100 milivoltios entre menor sea la amplitud de la curva mejor será la adherencia entre el revestidor y la formación.



**Figura 3.** Registros de cementación pozo RL-01.  
**Fuente:** PDVSA 2014



**Figura 4.** Registros de cementación pozo RL-01.  
**Fuente:** PDVSA 2014

En general el pozo presenta una adherencia regular con la tubería de revestimiento, se nota que la amplitud de la curva están entre 35 y 40 mv, sin embargo hay zonas donde se evidencia hasta 50 mv denotando en esos puntos inconsistencia en la adherencia del cemento. El comportamiento de la curva de amplitud muestra una tendencia similar durante todo el perfil, de acuerdo a análisis presentados por la empresa operadora recomienda utilizar removedores de lodo de acuerdo a la formulación de fluido de perforación.

En cuanto al VDL se logra ver un problema de adherencia entre los intervalos de 7000 a 7100 se presume un problema de deshidratación de la lechada, también se logra evidenciar entre el intervalo de 5000 a 5100 inconsistencia de adherencia con la formación de acuerdo a la características de la formación y tomando como referencia la zona de estudio. En líneas generales la empresa encargada de la corrida del registro recomienda utilizar aditivos para controlar la migración de la fase acuosa de la lechada a la formación ya que esto puede disminuir la resistencia probando grutas y migración de fluidos indeseables.

Antes de seguir con la preparación del pozo para la producción de hidrocarburos el análisis de registro es fundamental por lo cual permitirá tomar las decisiones acertada para corregir cualquier anomalía que ponga en peligro la producción del pozo, desde modificar las características físico químicas de la lechada hasta determinar los puntos más débiles dentro de la columna de cemento.

## **Proponer la celulosa como aditivo retardador para la aplicación de la cementación forzada**

Tomando en consideración las recomendaciones de la empresa encargada de la cementación, se propone realizarle al pozo una cementación forzada debido a fracturas presentadas en el cemento producto de la deshidratación de la lechada, por lo cual se pretende realizar mejoras que favorezcan la resistencia del cemento fraguado.

De acuerdo a las características presentadas de los compuestos de celulosa, este aditivo viene a ser el más adecuado para la lechada ya que evita la pérdida de la fase acuosa en la formación y origina una deshidratación temprana del cemento a demás es un aditivo de bajo costo.

Los compuestos a base de celulosa no son tóxicos, no son inflamables y se disuelve fácilmente en agua para convertirse en una solución viscosa transparente, además tiene buenas propiedades de espesamiento, adhesión, emulsionantes y estabilizantes, formador de membrana, retención de la humedad, la forma de contención, dispersión. El compuesto más adecuado es el CMC el cual está comprobado químicamente como un agente controlador de pérdida de circulación debido al agente de pegajosidad.

CMC puede proteger la pared del pozo y evitar la pérdida de la fase acuosa durante la cementación y en el lodo de perforación por lo tanto mejorar la eficiencia de recuperación. CMC tiene las siguientes características:

- a. Retención de agua excelente, incluso a baja concentración.
- b. Excelente efecto espesante
- c. Buena resistencia a la sal y los cambios de temperatura
- d. Imparte propiedades reológicas excelente

Debido a todas las propiedades brindadas por la celulosa es el compuesto perfecto para atacar el problema presentado durante la cementación del pozo RL-01, y corregir las fallas generadas durante la cementación del pozo, para así garantizar un óptimo aislamiento zonal y una columna de cemento que resista los esfuerzos a los cuales estará sometido.

## **5. Conclusiones**

La construcción de un pozo conlleva un esfuerzo en materia económica y operacional. Siendo la cementación una de las etapas más importantes para la ejecución de la misma se eleva una evaluación geológica con la cual se pueda determinar las propiedades de la formación y realizar de una lechada de cemento adecuada en este caso el pozo RL-01 pertenece a la formación Guasare-Marcelina. Lo cuales presentan excelentes características que favorecen el entrapamiento de hidrocarburos, la formación Guasare esta principalmente integrada por caliza con arenisca, por otro lado tenemos la formación Marcelina está constituida por Lutitas con arenisca. Siendo estas rocas esenciales para formación de hidrocarburo con acumulación en el subsuelo.

En la ejecución de la investigación se identificaron las características geológicas de la formación donde pertenece el pozo RL-01 donde se determinó que las formaciones pertenecen a edades geológicas de cenozoico y por ello se observa un incremento en la temperatura lo cual ocasiona que la lechada pierda su fase lo cual genera la deshidratación y su fraguado sea prematuro produciendo una cementación inadecuada.

Siguiendo en la misma línea, se pudo identificar la celulosa en específico de la carboximetilcelulosa (CMC) y las de sus propiedades físico-químicas, con

esto se permite estabilizar los parámetros de la lechada y así cumplir con los objetivos trazados a la hora de cementar.

Por otra lado tenemos los registros CBL y VDL son herramientas fundamentales las cuales permiten evaluar la calidad del cemento en el pozo RL-01; en la investigación se logró interpretar que en los intervalos 5000-5100 pies y 7000-7100 pies se evidencia inconsistencia en la cementación, recomendando aditivos para eviten la migración de la fase acuosa de la lechada de cemento.

Una vez determinado los problemas de cementación por interpretación de los registros estudiados se propuso la celulosa como el aditivo con las propiedades físico-químico adecuado que ayude a la lechada de cemento no pierda la fase acuosa, siendo este comprobado rápidamente como un agente controlador de pérdida de circulación debido al agente de pegajosidad y así atacar el problema presentado por el pozo RL-01, y corregir las fallas generadas durante la cementación del pozo, para garantizar un óptimo aislamiento zonal.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Halliburton Energy Instituto. (2001). Libro de Trabajo del Estudiante. Cementación I. Sección 01. Estados Unidos de América.
- Laura M, y Ezequias L. (2016). "Cementaciones Petrolera, Principios de Cementación en Pozos Petroleros" presentada en la Universidad LUZ por Halliburton Venezuela.
- Nelson E, Guillot D. (2006) Well Cementing 2da Edición, pp. 23-25, Sugar land, Texas, Estados Unidos de América.
- Rezola, J. (1976). "Característica y corrección aplicación de diversos tipos de cemento.
- Portland, Siderurgicos, Puzolanicos, Aluminosos, Compuestos y Naturales". Pp. 9. Editores Técnicos Asociados, S.A. presentados en España.
- .Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño" (2015), Manual de Trabajo Especial de Grado.
- Oil production (2007). "Terminación y mantenimiento de pozos". [Documento en línea]. Consulta: [2019, diciembre 30]. Disponible: [http://www.oilproduction.net/cms3/files/manual\\_terminacion\\_de\\_pozos.pdf](http://www.oilproduction.net/cms3/files/manual_terminacion_de_pozos.pdf).
- Schlumberger (2016), Oilfield Glossary en Español. Disponible: <http://www.glossary.oilfield.slb.com/>. Consulta: [2019, Julio 27].
- Schlumberger (2015), Jet-14 Manual de Cementación.

**CIDETIU024**

**CUADRO DE MANDO INTEGRAL: HERRAMIENTA ESTRATÉGICA  
GERENCIAL PARA NEGOCIOS**

**BALANCED SCORECARD: MANAGEMENT STRATEGIC TOOL FOR  
BUSINESS**

**Márquez, Édison**

ORCID ID:[orcid.org/0000-0002-3686-9934](https://orcid.org/0000-0002-3686-9934)

[edixonmarquez03@hotmail.com](mailto:edixonmarquez03@hotmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, URBE

Venezuela

**RESUMEN**

Este estudio tiene como objetivo analizar el Cuadro de Mando Integral (CMI) como herramienta estratégica para negocios. Metodológicamente, el estudio se caracteriza por ser analítico, documental y monográfico. Entre los fundamentos teóricos se consideraron: Kaplan y Norton (2016); Mora, (2009); Lozano (2008); Blanchard (2007); Schneider (2004). Definir los objetivos establecidos en una empresa, es un asunto exigente, que requiere de la ayuda de procesos que contengan un alcance holístico. En ese sentido, las herramientas estratégicas gerenciales son instrumentos, cuya función es identificar las acciones durante la ejecución de los procesos y llevarlas a esquemas simples de ejecutar. En la actualidad, las organizaciones se encuentran en un constante y competitivo cambio, dentro de los cual se hace imperiosa la necesidad de establecerlas, estas permitirán alcanzar los objetivos estratégicos de las empresas. Las mismas no solamente deben ser aplicadas en el entorno intrínseco de las organizaciones, como el caso de el Coaching Gerencial; Reingeniería; Empowerment; Subcontratación o Tercerización Outsourcing; Administración del Tiempo, son procesos propios de cada empresa, también existen técnicas, las cuales permiten recabar información de los distintos elementos externos hacia el interior de la empresa, constituyendo así una serie de aspectos de input o entradas para los cuales las empresas puedan procesar y utilizarlas para el mejoramiento de sus negocios.

**Palabras clave:** Mando, integral, herramienta estratégica, negocio.

**ABSTRACT**

This study aims to analyze the Balanced Scorecard (CMI) as a strategic business tool. Methodologically, the study is characterized by being analytical, documentary and monographic. Among the theoretical foundations were: Kaplan and Norton (2016); Mora, (2009); Lozano (2008); Blanchard (2007); Schneider (2004). Defining the objectives established in a company is a demanding matter, which requires the help of processes that contain a holistic scope. In that sense, the strategic management tools are instruments, whose function is to identify the actions during the execution of the processes and take them to simple schemes to execute. At present, organizations are in a constant and competitive change, within which the need to establish them is imperative, these will allow to reach the strategic objectives of the companies. They should not only be applied in the intrinsic environment of organizations, as in the case of Management Coaching; Reengineering; Empowerment; Outsourcing; Time Management, are processes of each company, there are also techniques, which allow information to be collected from the different external elements within the company, thus constituting a series of input or input aspects for which companies can process and Use them to improve your business.

**Keywords:** Balanced Scorecard, strategic tool, business.



## 1. Introducción

La globalización y la transformación integral, así como los nuevos retos en el desarrollo de las organizaciones, demandan visualizar nuevas formas de alcanzar los objetivos y metas en las compañías. De tal forma que es necesario estudiar las diferentes alternativas o herramientas, las cuales la comunidad del conocimiento ha desarrollado, mostrando nuevas ventajas competitivas en las compañías emergentes.

Con esta investigación se procuró realizar un análisis comparativo de las herramientas estratégicas gerenciales más comunes, considerando la postura de algunos autores. En consecuencia, este trabajo tiene como objetivo analizar el Cuadro de Mando Integral como instrumento estratégico para negocios, en la cual se realizó un análisis comparativo con las siguientes herramientas estratégicas: el Coaching Gerencial, Reingeniería, el Empowerment y el Outsourcing, para así contrastarlo con el CMI. Aplicado para cualquier tipo de organización, su enfoque se centró en aspectos tales como: procesos en la cadena de valores; clientes; colaboradores de las organizaciones; formación de sus miembros.

## 2. Metodología

Este trabajo es de tipo documental donde la información es recopilada en artículos, documentos bibliográficos y trabajos de carácter profesional donde se describe el estudio de los diferentes instrumentos, la cual permitirá el desarrollo de futuras investigaciones. Posteriormente se realizó un análisis de cada herramienta considerada para luego hacer una integración y extracción de los aportes proporcionados por cada una.

## 3. Desarrollo

### 3.1. Consideraciones teóricas sobre Herramientas Gerenciales

Según Fernández, C. (2004), se entiende por herramientas gerenciales a los procedimientos desarrollados para optimizar el uso de los recursos de las empresas y organizaciones, las cuales pretenden ser competitivas. El objeto de estos instrumentos gerenciales es generar técnicas y destrezas para obtener la información pertinente con criterios de calidad, excelencia, creatividad y efectividad, para afrontar la problemática ambiental, mientras que con las estrategias se conjugan las condiciones requeridas para garantizar la aplicación de dichas herramientas.

Las herramientas gerenciales son un conjunto de técnicas, estrategias, planes o líneas de acción generadas ante un problema derivado de una mala gestión o de una incorrecta comprensión del sistema, las cuales le permiten al gerente establecer un proceso de toma de decisiones racional y eficiente, la cual le permitirá abordar cualquier inconveniente presentado en la organización durante la ejecución de un proceso o proyecto.

Entonces, se podría decir que las herramientas gerenciales son los diferentes métodos empleados, en la cadena de valor de la producción de los departamentos, gerencias o corporaciones para hacer más eficaz la labor en la dirección de una estructura, proporcionando apoyo a los líderes para determinar un modelo de gestión y así acoplarlo a su estructura.

Se han desarrollado un gran número de herramientas gerenciales durante la evolución de las grandes organizaciones, no obstante, para efectos de esta

investigación y especialmente considerando los factores mencionados previamente, el investigador consideró por su enfoque en el área para este trabajo las siguientes: Coaching Gerencial, Reingeniería, Empowerment, Outsourcing y Cuadro de Mando Integral.

### **3.2. Coaching Gerencial**

Para Lozano, L. (2008). Existen tres etapas en el Coaching Gerencial: La primera etapa: se inicia con la presencia y ayuda de un coach a un coachee, en donde el mismo le plantea el problema, es decir el Qué, el coach analiza los diferentes elementos con el objeto de determinar el punto de partida en busca de una solución a un problema.

La segunda etapa: es donde se hace una revisión y se cuestionan los paradigmas, el coachee establece una actitud más reflexiva para ayudarlo a encontrar una visión diferente de proceder. Es en esta etapa donde al coachee se le exige diluya paradigmas, la cual no le permiten su desarrollo integral para seguir nuevos modelos a fin de facilitar su desempeño en la organización. Por último, La tercera etapa: pasa a ser la fase uno para el coachee, debido a que es en este momento cuando puede dar una respuesta innovadora al problema abordado durante el proceso.

De acuerdo con Andrade, G. (2012), el Coaching consiste en transformar a las empresas mediante el cambio, la cual se realice a cada uno de sus colaboradores, dado a que cuando un individuo cambia, se impacta el medio en el cual se desenvuelve ocurriendo en primera instancia una transformación pequeña, pero con el paso del tiempo se va trasladando a nivel macro dentro del espacio de desempeño.

Por su parte, Martín, G. y Juan, F. (2010), establecen cómo las funciones de coaching gerencial en el ámbito de la definición (redefinición) estratégica, es decir, el acompañar los procesos de definición de la Misión, la Visión, los Valores y los Objetivos Estratégicos y Tácticos, en mucha menor medida se trabajará en este nivel con objetivos operativos a no ser que estén directamente ligados a acciones directas de los presentes con respecto a los objetivos finales del propio equipo directivo.

Se puede evidenciar como el Coaching, según los autores mencionados, focaliza su mayor esfuerzo en acompañar a los miembros de las organizaciones y desarrollar parte de los elementos de la misma, que, si bien son componentes muy significativos de un proceso de desarrollo para un negocio, es solo una fracción de los distintos elementos encontrados en el direccionamiento de una compañía hacia el éxito competitivo en el demandante mercado en la cual vivimos, y por lo tanto, son requeridas para lograr metas y objetivos estratégicos en una empresa.

En otras palabras, esta herramienta puede considerarse como un elemento de importante valor agregado en el inicio de la construcción o cambio de cultura, debido al hecho de considerar el principal recurso de las organizaciones, las personas, sin embargo, se ha podido observar cómo estas deben contar con instrumentos que complementen dicha estrategia.

### **3.3. Reingeniería**

Mora, (2009) plantea que, en el diseño o reinversión de los procesos de negocios, las estructuras, las creencias y el comportamiento organizacional. La Reingeniería de Procesos genera mejoras dramáticas en la calidad de la organización.

Por su parte, Morris y Brandon (2006), circunscriben el término de reingeniería de los nuevos diseños. Sin embargo, emplean otro término, el de posicionamiento o reposicionamiento, para abarcar el alcance de esta definición, así como también, para analizar las otras actividades necesarias que intervienen en el proceso.

Desde un enfoque diferente y mucho más novedoso, Zaratiegui, J. (2009) expone como la reingeniería implica normalmente enfrentarse a los cambios por adoptar con la mente limpia de la historia pasada; recomienda pensar en la situación a la esperada y a partir de ahí, idear para diseñar los medios necesarios, sin sentirse atados por lo que está haciendo, la cual supondrá un lastre a las nuevas ideas.

La Reingeniería según la posición de los autores considerados para su definición, enfocan el aporte de la herramienta en los procesos, la cual podrían conformar la cadena de valores desarrolladas en los distintos negocios u organizaciones, adicionalmente consideran el cliente como un elemento, el cual debe ser tomado en cuenta, debido a que el mismo conforma el modelo de negocio de una empresa.

Para concluir, se puede decir que la Reingeniería, como herramienta estratégica centra su mejor esfuerzo en una estrategia gerencial en dos aspectos entre los elementos presentes, el proceso y los clientes. Observando una debilidad en esta al dejar de considerar el aspecto financiero y el elemento o recurso más importante de una organización, la cual es su gente.

### **3.4. Empowerment**

Para García, I. (2018), es la herramienta de gestión empleada en las áreas de Recursos Humanos de muchas empresas para conseguir mejores resultados, la cual básicamente consiste en delegar o transmitir autonomía, responsabilidad y poder a los trabajadores de una organización para que ellos puedan resolver los problemas y tomar decisiones sin la necesidad de tener la aprobación de los superiores. De esta forma los empleados se sienten dueños de su propio trabajo.

Para Alles, M. (2007), el término empoderamiento se puede entender como un método, la cual tiene como objetivo acercar lo más posible la toma de decisiones al lugar y momento donde ocurren los hechos. A su vez Blanchard (2007), la define como la creación de un clima organizacional donde libera el conocimiento, la experiencia y la motivación residente en las personas.

En conclusión, se puede entender como el empoderamiento busca, en una organización alcanzar sus metas, basado en el conocimiento, experiencia y pasión del principal componente de una compañía, su gente. Adicionalmente también, se evidencia como el empoderamiento es una herramienta gerencial, la cual podría limitar el éxito de una empresa, al entregar el futuro de la misma a los años de experiencia y pericia alcanzada por cada uno de los miembros que conforman el negocio. Debido al margen de debilidad en otros aspectos requeridos para alcanzar la competitividad buscada en cada una de las empresas del mercado.

Esta debilidad está referida a la desventaja que se tiene al no tomar en cuenta aspectos como: el comportamiento del mercado o clientes; la cadena de valor definida en los procesos desarrollados por los competidores del mercado, entre otros. Es decir, estas debilidades conllevan a un estado de vulnerabilidad en las organizaciones focalizadas solo en esta herramienta.

### 3.5. Subcontratación o Tercerización (Outsourcing)

Para Schneider, B. (2004), este proceso se da cuando una organización transfiere la propiedad de uno de los procesos a un tercero. Los aspectos cruciales en esta transferencia son, justamente, la importancia y, consecuentemente, el grado de control sobre el proceso que se transfiere. Por esta razón, el Outsourcing, como herramienta gerencial, suele generar temores y aversión, sin contar el incremento de costos, la cual en ocasiones puede generar en empresas constituidas recientemente en los mercados.

Por su parte Huuhtanen, P. (2001), es contratar y delegar a largo plazo uno o más procesos no críticos para un negocio, a un proveedor más especializado para conseguir una mayor efectividad que permita orientar los mejores esfuerzos de una compañía a las necesidades neurálgicas para el cumplimiento de una misión.

Para Conde, A. (2009), teniendo en cuenta un enfoque financiero y económico global menciona la importancia de los procesos de Outsourcing como fuente de reducción de costos y aumento de la eficiencia de las organizaciones, sin embargo, hay un aspecto muy importante vinculado con el hecho que las mismas y en general la economía global se ha enfrentado a situaciones, la cual harán como este tipo de estrategias deban ser no suprimidas pero sí modificadas, de acuerdo con las nuevas exigencias presentadas en las compañías.

El Outsourcing, según las definiciones establecidas por los autores considerados, permite entender como este proceso aventaja a las organizaciones con respecto a la ejecución de las actividades no medulares para la misma. Ya que puede desahogarse de tiempo, procesos y hasta contratación de personal o equipos para la ejecución de procesos.

Sin embargo, la externalización de una actividad propia de una empresa a un tercero puede acarrear la pérdida de control en parte de los procesos, la cual componen la cadena de valores de dicha compañía. También genera una dependencia de un proveedor, y, en ocasiones, este tipo de efecto ha generado grandes problemas, tales como pérdida de información, a ciertas corporaciones en etapas de transición. Es decir, se corre el riesgo de poner el crecimiento en un estado de inestabilidad.

### 3.6. Cuadro de Mando Integral

Kaplan y Norton (2016) definen el Cuadro de Mando Integral como un sistema de gestión estratégica usada por las empresas innovadoras, dentro de sus procesos de planificación y definición de sus objetivos estratégicos establecidos a largo plazo.

Martínez, D. y Millas, A. (2012) lo conceptualizan como la herramienta que permite describir y comunicar una estrategia de forma tanto coherente como clara. No se puede aplicar una estrategia sin poder ser descrita. El Cuadro de Mando Integral presenta una metodología clara de enlace entre la estrategia de la empresa y la acción, algo habitualmente poco cumplido en la mayoría de planes estratégicos.

Se puede considerar como el CMI, representa una estructura con sentido lógico sobre la estrategia del negocio usando como canales los objetivos entrelazados entre sí, guiados a través de los indicadores de desempeño, a su vez estos se encuentran vinculados al cumplimiento de los objetivos y respaldados por una serie de iniciativas o proyectos de las organizaciones.

El concepto de los autores coincide al mencionar al Cuadro de Mando Integral como una metodología, la cual permite traducir la estrategia en acción

y monitorear este proceso desde los niveles superiores hasta los inferiores. El indudable valor de la metodología radica en la facilidad de clarificar, comunicar e implementar la estrategia, donde los indicadores definitivamente juegan un rol importante dentro del análisis de la dinámica organizacional. Adicionalmente en base a las consideraciones anteriores se puede mencionar que el Cuadro de Mando Integral incorpora a una organización una mejora en la comunicación de todo el personal hacia las metas, objetivos y una visión compartida hacia donde se dirige la empresa.

### **3.7. Perspectiva Financiera**

Según Francés, A. (2011) las perspectivas financieras tienen como finalidad dar respuesta a todas las expectativas de los accionistas. Su orientación está centrada en la creación de valor económico, con altos índices rentables y garantías de desarrollo, así como del mantenimiento de los negocios.

El área financiera de una organización, como es sabido por todos, es una de las más importantes dentro de una estructura de negocios y esta herramienta va dirigida a crear valor para los accionistas, siendo estas: las ganancias, el rendimiento económico, así como el desarrollo de la compañía. Utilizando como indicadores el índice de liquidez, el de endeudamiento e índice de rendimiento del capital invertido.

Considerando por último a Scali, J. y Tapia, G. (2012), plantea como los objetivos financieros de la organización presentan una doble participación, debido a que define la actuación financiera esperada de la estrategia corporativa, la cual funge como objetivo y medidas finales de todas las demás perspectivas desarrolladas.

Por lo tanto, la concepción de los autores establece que las medidas de actuación de las perspectivas financieras, indican si la puesta en práctica y ejecución de la estrategia de la organización contribuyen a la mejora del mínimo aceptable y a la satisfacción de las necesidades de los accionistas o inversores, pues los objetivos financieros acostumbra a relacionarse con la rentabilidad de la empresa, el crecimiento y el valor de las acciones.

En conclusión, la perspectiva financiera pasa a ser una herramienta, la cual aporta aspectos que unen objetivos y controles alineados a las metas estratégicas de las organizaciones garantizando el alcance de los controles para alcanzarlas en una de las áreas más relevantes de las compañías. La misma contribuye al mejoramiento requerida por los diferentes accionistas.

### **3.8. Perspectiva de los Clientes**

Según Francés, A. (2011) este elemento da respuesta a las esperanzas de los clientes. Ahora bien, el logro de los objetivos planteados en esta perspectiva dependerá en gran medida de la generación de los ingresos y de la generación de valor reflejada en las empresas el aspecto anteriormente mencionado (la financiera).

Los clientes son la razón de ser de cualquier organización, ellos son el punto de partida, es decir la motivación que inspira a una empresa a alcanzar los estándares de excelencia, por lo tanto, se puede observar como el Cuadro de Mando Integral lo toma en cuenta como parte de los elementos a aplicar y evaluar dentro de la estrategia gerencial.

Por su parte Aceves, V. (2011) señala como la perspectiva del cliente está enfocada hacia la parte más importante de una empresa, que son sus usuarios; sin consumidores no existe ningún tipo de mercado. En consecuencia, se

deberán cubrir las necesidades de los compradores entre las cuales se encuentran los precios, la calidad, tiempo, entre otras.

En total acuerdo con el autor, Aceves, los clientes son los entes reguladores de los elementos, caracterizadores de un producto o servicios, llámese calidad, tiempo de entrega y otros aspectos focalizados a elementos propios de los mismos. Ellos son los que marcarán, en cierta medida, la pauta en el desarrollo y crecimientos de cualquier empresa.

Se puede evidenciar la posición de los autores, las cuales coinciden en señalar sobre como en el pasado las organizaciones se concentraban en sus capacidades internas, haciendo énfasis en la actuación del producto y en la innovación tecnológica. En esta perspectiva, se toma en cuenta los principales elementos, generando importe para los clientes, integrándolos en una propuesta de valor, para poder así centrarse en los procesos más importantes para ellos, satisfaciendo sus necesidades.

En conclusión, el investigador concuerda con lo expuesto por Francés, A. (2011), donde indica que es preciso tener presente como la satisfacción de los clientes han de estar sujeta a la propuesta de valor proyectado por la organización. Tal propuesta debe cumplir básicamente con el espectro de expectativas compuestas por: la calidad, el precio, relaciones y la imagen reflejando en conjunto la transferencia de valor del proveedor al consumidor.

### **3.9. Perspectiva de Procesos Internos**

Según Aceves, V. (2011), señala lo importante de resaltar la revisión de la cadena de valor, la cual debe plantear la posibilidad de realizar un rediseño e innovación de todos los procesos y actividades de los mismos, recurriendo a aquellas oportunidades latentes en cuanto al mejoramiento continuo o a la reingeniería de los procesos, con el firme propósito de satisfacer las expectativas de los clientes, mejorar los costos y la eficiencia de los procesos, al igual que hacer un uso adecuado de los activos organizacionales utilizados en el conjunto de procesos internos.

Según Kaplan, R. y Norton, D (2016), es el proceso que deriva objetivos e indicadores, estos sistemas se centran en el control y mejora de los centros de responsabilidad existentes. Las limitaciones de una dependencia exclusiva de los indicadores financieros departamentales son, por supuesto, bien conocidas.

Es importante resaltar como la revisión de la cadena de valor debe plantear la posibilidad de realizar un rediseño e innovación de todos los procesos y actividades de los mismos, recurriendo a aquellas oportunidades latentes en cuanto al mejoramiento continuo o a la reingeniería de los procesos, con el firme propósito de satisfacer las expectativas de los clientes, mejorar los costos y la eficiencia de los procesos al igual que hacer un uso adecuado de los activos.

Esta perspectiva resalta la importancia que implica el cliente para las empresas, a través de la atención requerida en los procesos de la cadena de valor para su fortalecimiento y mejora continua en los entregables, productos y servicios, para así garantizar una productividad con los estándares exigidos por los clientes de las organizaciones.

### **3.10. Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento**

Aceves, V. (2011), señala cómo este enfoque puede convertirse también en un bloqueo de oportunidad para el desarrollo de grandes valores corporativos. El autor afirma que actualmente estos elementos se conciben como activos importantes en el desempeño del negocio, son considerados aspectos y merecen una gran atención, pues dentro del Cuadro del Mando Integrado, esta

perspectiva refuerza ese valor de invertir para crear un valor futuro, no solamente en las áreas tradicionales de desarrollo y crecimiento de nuevas instalaciones o de nuevos equipos, la cual de igual manera son importantes, pero estas no responden por sí solas a las nuevas realidades de las organizaciones dentro del actual mundo globalizado.

Por su parte Salazar, C. (2009) sugiere la utilización de indicadores en base a la implementación de equipos auto dirigidos, mejora el nivel de potencial de las personas, mejora del conocimiento en programas informáticos, además desarrollar indicadores para medir la satisfacción, lealtad, fidelidad laboral y participación en la toma de decisiones, los cual es una condición necesaria para cumplir con la satisfacción de los empleados de la organización.

En concordancia con Aceves, la preparación y formación de los colaboradores incrementa la capacidad del personal de una empresa, garantizando su productividad y a su vez aumentando el capital intelectual de las compañías, estos elementos permiten que las organizaciones alcances sus metas para así posicionarse en el mercado.

Tener presente y controlado la inversión en aspectos como los recursos dentro de las organizaciones es otra forma de labrar el camino para optimizar los procesos llevados a cabo dentro de la cadena de valores de las mismas, trayendo como consecuencia incremento de la productividad, aumento de la calidad de los productos y servicios, por lo tanto, se traduce en tener clientes más satisfechos.

Los autores coinciden en fundamentar cómo las organizaciones deben invertir en sus infraestructuras (personal, sistemas y procedimientos), si desean alcanzar unos objetivos de crecimientos financieros a largo plazo; ello debido a que, en última instancia, la capacidad de alcanzar las ambiciosas metas de los objetivos financieros, del cliente y de los procesos interno depende de la capacidad de crecimiento y aprendizaje de cada una de las mismas.

Se puede apreciar como el Cuadro de Mando Integral, aporta un acercamiento a los distintos elementos, como ya es conocido, tanto internos como externos de las organizaciones, las cuales impactan directamente en el cumplimiento de sus objetivos trazados, independientemente de las dimensiones (conformación de estructura organizacional) de dichas empresas.

#### **4. Consideraciones Finales**

Como consecuencia del acelerado proceso dinámico, la cual en la actualidad se desarrollan las organizaciones o negocios, contar con herramientas gerenciales estratégicas, permitirán tener una óptica más cercana sobre los distintos elementos, involucrando o canalizando los factores para alcanzar el éxito en el cumplimiento de sus metas, es prioritario para las mismas, de tal forma que el análisis realizado sobre algunas de los instrumentos gerenciales ha permitido conocer las fortalezas y debilidades de cada una de ellas.

Se puede apreciar como, por ejemplo, mientras el Coaching gerencial se encarga de llevar de la mano a los colaboradores de un negocio para solucionar los distintos problemas encontrados en la ejecución de sus actividades, descuida aspectos tan importantes como son los procesos de la cadena de valores de dicha organización.

En el mismo orden de ideas, se ha podido conocer de la Reingeniería como herramienta estratégica, perfecciona y hace su mayor esfuerzo por mejorar los procesos de productividad en las compañías, sin descuidar un elemento tan crítico como son los consumidores, sin embargo, el recurso, el cual impulsa los procesos y quienes hacen realidad como ese servicio o producto llegue con éxito al destino final (los clientes), es decir las personas que conforman una

organización, no son tomadas en cuenta para desarrollar la motivación y el sentido de pertenencia requerido por las empresas.

También se pudo conocer sobre el Empoderamiento, como herramienta gerencial, busca llevar a una organización a alcanzar sus objetivos, usando como principal medio el conocimiento y experiencia de las personas que constituyen dicha empresa. Sin embargo, como se sabe, con la dinámica competencia en los mercados hay muchos más elementos, la cual deben ser tomados muy en serio para lograr alcanzar el éxito en los negocios modernos.

Como último elemento analizado se tiene el Outsourcing, la cual tiene como objetivo delegar las actividades no medulares de las organizaciones a terceros. Probablemente esta herramienta, permita liberar de cargas a las mismas para focalizarse en las actividades especializadas. Sin embargo, conocer, así como manejar adecuadamente cada proceso dentro de la cadena de valores de una actividad productivas es crucial para optimizar cada fase conformada en dicha cadena, para así alcanzar los estándares requerido por los consumidores, deseados por la empresa, para así, posicionarse en el mercado. Para alcanzar este nivel, se requiere de herramientas para consolidar los objetivos de manera eficiente.

Luego de analizar cada uno de estos instrumentos considerados en este estudio como elementos comparativos, se pasó a describir el Cuadro de Mando Integral como herramienta gerencial para negocios. El misma tiene un alcance, el cual va más allá de solo focalizarse en uno o dos elementos dentro de las organizaciones. Rompiendo con el tradicional análisis financiero de las empresas, debido a que el mismo se enfoca en los requerimientos de crear valores tales como: las ganancias, rendimiento económico, desarrollo de la compañía y rentabilidad de la misma.

Adicionalmente, considera el mejoramiento de los procesos internos, así como el fortalecimiento y preparación de los colaboradores que conforman las empresas, garantizando así, un incremento en las pautas de calidad de los servicios o productos, la cual llevarán a su destino final, la razón de ser de los negocios, sus clientes. Una empresa preocupada por la satisfacción de los consumidores, genera un efecto de retroalimentación en el sólido crecimiento de su organización.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Aceves, V. (2011). Dirección Estratégica. México. McGraw Hill.
- Alles, M. (2007). Comportamiento organizacional: cómo lograr un cambio cultural a través de gestión por competencias. Buenos Aires: Editorial Granica. Argentina.
- Andrade, G. (2012). La importancia actual del Coaching en las organizaciones del siglo XXI. Disponible en [http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6893/2/AndradeVillarealL\\_ydaGisela2012.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6893/2/AndradeVillarealL_ydaGisela2012.pdf).
- Blanchard, K. (2007). Empowerment, 3 clave para lograr que el proceso de facultar a los empleados funcione en su empresa. Norma ediciones, México.
- Conde, A. (2009). Outsourcing bajo el nuevo paradigma. En: Revista Estrategia Financiera. No. 267.
- Fernández, C. (2004). Herramientas gerenciales para una mejor administración ambiental aplicables a la Región Andina. Revista del centro de investigaciones y desarrollo empresarial Cide. Universidad de los Andes, Venezuela.
- Francés, A. (2011). Estrategias y planes para la empresa con el Cuadro de Mando Integral. Editorial Prentice Hall.



- García, I. (2018). <https://www.economiasimple.net/glosario/empowerment>.
- Huhtanen, P. (2001). Implicaciones del teletrabajo para la seguridad y la salud. Instituto de Salud en el Trabajo de Finlandia. Helsinki (Trabajo publicado en CIT 2002).
- Kaplan, R. y Norton, D (2016). El Cuadro de Mando Integral (The Balanced Scorecard). Barcelona, España. Editorial Gestión 2000.
- Lozano, L. (2008). El Coaching como estrategia para la formación de competencias profesionales. Revista Escuela de Administración de Negocios. Núm. 63. Bogotá, Colombia.
- Martin, G. y Juan, F. (2010). Coaching organizacional. Fuente: Capital humano N. 240, pág. 82, febrero 2010. <http://pdfs.wke.es/9/1/0/6/pd00000491106.pdf>.
- Martínez, D. y Millas, A. (2012). Análisis del Entorno. Colección: Monografías. Serie: Administración / Marketing. Ediciones Díaz de Santos. Madrid. España.
- Mora Venegas, Carlos (2009). Reingeniería Aplicada a Los Recursos Humanos. Disponible en: <http://temas-gerenciales-modernos.lacoctelera.net/post/2009/03/18/reingenier-a-aplic>
- Morris, D. y Brandon, J. (2006). Reingeniería como aplicarla con éxito en los negocios. Mc Graw Hill Editores. Bogotá, Colombia.
- Salazar, C. (2009). Visión, Estrategia y Balanced Scorecard. Pearson Editorial. México.
- Scali, J. y Tapia G. (2012). Tablero de comando en la PyMEs. Alfaomega Grupo Editor, México.
- Schneider, B. (2004). Outsourcing. Editorial Norma, Bogotá, Colombia.
- Zaratiegui, J. (2009). Europa de entrada. Colección Europa. Eunsa, Barcelona, España.

**CIDETIU027**

**AUTOMATIZACIÓN INTELIGENTE: HERRAMIENTA PARA EL ENTORNO PRODUCTIVO EN LA INDUSTRIA DEL SIGLO XXI.**

**INTELLIGENT AUTOMATION: TOOL FOR THE PRODUCTIVE ENVIRONMENT IN THE INDUSTRY OF THE 21ST CENTURY**

**Mata, Clemente D.**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6710-5769>  
[cdavidmata@gmail.com](mailto:cdavidmata@gmail.com)

**Morales, María G**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2919-9044>  
[mgabrielamoralesm@gmail.com](mailto:mgabrielamoralesm@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín

**RESUMEN**

En un entorno de cambio rápido y continuo como el que se presenta actualmente, las transformaciones que está experimentando el sector industrial a partir de los avances tecnológicos recientes, van cambiando por completo los conceptos tradicionales de procesos de fabricación. En este sentido, la automatización de actividades por máquinas se había producido en áreas relacionadas con trabajo para los que se requería una intensa actividad física y poca formación, sin embargo, hoy en día la automatización está afectando procesos que cuentan con una mayor cualificación. De ahí, que el presente documento presenta como objetivo identificar los pilares que conllevan el desarrollo de los procesos automatizados en la industria actual y las implicaciones que estas nuevas tecnologías traen a la productividad de una organización. En este sentido, se desarrolló una investigación, de tipo documental, para la cual se realizó una revisión bibliográfica, basada principalmente en los postulados de Barro (2015), Hualde (2015), Lee (2016) y López-García (2018), lo cual permitió el estudio de los aspectos más resaltantes en base a la automatización inteligente, para así concluir que las innovaciones tecnológicas de este tipo son una tendencia que permiten integrar en el proceso productivo las tecnologías de operaciones con las de información o, en otras palabras, unir el mundo digital y el físico en lo que se conoce como sistemas ciberfísicos, en busca de obtener una mayor eficiencia y rentabilidad para las empresas.

**Palabras Clave:** Automatización, industria, inteligente, nuevas tecnologías.

**ABSTRACT**

In an environment of rapid and continuous change such as the one currently presented, the transformations that the industrial sector is experiencing from recent technological advances, are completely changing the traditional concepts of manufacturing processes. In this sense, the automation of activities by machines had occurred in work related areas for which intense physical activity and little training were required, however, today automation is affecting processes that have a higher qualification. Hence, the objective of this document is to identify the pillars that lead to the development of automated processes in today's industry and the implications that these new technologies bring to the productivity of an organization. In this sense, a documentary research was developed, for which a bibliographic review was carried out, based mainly on the postulates of Barro (2015), Hualde (2015), Lee (2016) and López-García

(2018), which allowed the study of the most outstanding aspects based on intelligent automation, in order to conclude that technological innovations of this type are a trend that allows the integration of operations technologies with information technologies in the production process or, in other words, unite the digital and physical world in what is known as cyber-physical systems, in search of greater efficiency and profitability for companies.

**Keywords:** Automation, industry, intelligent, new technologies

## 1. Introducción

Si bien desde la revolución industrial, se ha buscado la optimización de procesos y el ahorro en los costos de operación, las dinámicas actuales han impulsado la generación de diferentes mecanismos que incrementen los niveles de productividad y competitividad.

Alrededor de esto han nacido y evolucionado las teorías del pensamiento administrativo así como mejoras en los procesos productivos, pero todas con un objetivo común: los procesos de negocio deben ser más inteligentes, eficientes, flexibles, escalables y seguros, para garantizar la competitividad y productividad de la organización, ofreciendo grandes propuestas de valor. Y entendiendo además como la Cuarta Revolución Industrial, representa grandes retos para las compañías, debido a los profundos cambios sociales, tecnológicos, económicos y culturales que ha generado, por lo tanto, es imperativo empezar a recorrer o afianzarse en el camino hacia la transformación digital.

En este sentido, los avances tecnológicos de las últimas décadas han modificado las formas de producción, organización y consumo de las economías contemporáneas. En parte, ello se debe a la formidable capacidad de las computadoras u otras máquinas ligadas a la electrónica para almacenar, analizar y utilizar información, las cuales han alterado ritmos y velocidades en la producción de artefactos, en la organización de las empresas así como en las relaciones humanas. El aumento de la productividad además de la reducción de los costos de dichas tecnologías ha contribuido a su proliferación y se prevé que la ola de innovaciones pueda alcanzar nuevas fronteras en los próximos años.

Es así, como surgen, producto de estas innovaciones, los procesos de automatización, los cuales vienen avanzando desde el comienzo de la revolución industrial; aunque hace pocos años se habla del término como tal, este se refiere a la capacidad que ofrece la tecnología para llevar a cabo procesos laborales o de la vida cotidiana con un alto grado de facilidad y efectividad, ahorrando recursos, esfuerzos físicos y tiempo.

Hasta ahora, la automatización de actividades por máquinas se había producido en los segmentos relacionados con trabajos para los cuales se requiere una intensa actividad física o poca formación. Sin embargo, la automatización del trabajo está ya afectando al realizado por personas con una mayor cualificación, incluso con formación universitaria. Por lo que se advierte un riesgo inminente para el trabajo y el empleo de millones de los trabajadores. En este sentido, cabe preguntarse si otra vez estamos en el umbral del fin del trabajo. Aunque los analistas más sutiles no pronostican un futuro tan pesimista, sin embargo, la profundización de la automatización en sus distintas expresiones alterará sustancialmente las relaciones laborales.

Es por ello que, entender, por ende, los fenómenos relacionados con la automatización inteligente permiten a las diferentes empresas tomar decisiones sobre la implementación de dichos procesos, teniendo en cuenta los impactos en la productividad y eficiencia en las actividades empresariales a fin de

modelarlos para su propio beneficio lo cual es crucial en el entorno industrial y futuro.

## 2. Desarrollo

El hombre siempre ha buscado adaptar el mundo a sus condiciones, mientras las demás especies simplemente se han adaptado a él, Eumer (2018). Esta característica particular del ser humano, ha sido un motor de innovación y emprendimiento por cuanto modifica continuamente la forma de vivir de la sociedad y de las demás especies. Esto explica la tendencia mundial de crear sistemas que mejoren el rendimiento de procesos hasta el punto de llegar a automatizarlos, es decir, convertir los movimientos físicos y repetitivos en movimientos autónomos, con una motivación inicial relacionada con la productividad; la cual evoluciona al punto de adaptarlos a cualquier estructura edificada, naciendo así, la automatización.

La automatización se ha entendido, como plantea Eumer (2018), como una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar, así como controlar la producción de bienes físicos de consumo, además involucra una gran variedad de procesos ejecutados con una mínima o ninguna intervención del ser humano. En este sentido, se trata de pasar de automatizar tareas repetitivas a automatizar procesos complejos al igual de predecir resultados para mejorar la toma de decisión, resolver problemas, utilizando softwares o robots, que puedan recolectar gran cantidad de datos, analizar información, identificar patrones y tomar decisiones de manera rápida y eficiente.

Y es allí donde surge la automatización inteligente de procesos, (Intelligent Automation) la cual, Según Santos (2011), está definida por un conjunto de tecnologías disruptivas que, junto con analítica avanzada de datos, hacen posible la transformación digital y la automatización de procesos de negocio. Asimismo, para los autores la automatización inteligente consiste, en términos sencillos, en la combinación de automatización e inteligencia artificial. Es además importante entenderlo como un cambio de paradigma, una reinención total de los procesos empresariales para obtener el máximo beneficio de estas tecnologías, no se trata de la simple implementación de unas nuevas tecnologías en la operativa de la compañía.

En síntesis, La automatización inteligente se le conoce a la aplicación de máquinas –o sistemas– capaces de emular o incluso superar la capacidad humana en la ejecución de tareas complejas cuya realización requiere de inteligencia. El auge de la automatización inteligente descansa en los grandes avances que se están logrando en las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC) en general y en la robótica y la inteligencia artificial (IA) en particular.

Según López-García (2018) La automatización es un paso más en la construcción de esta transformación tecnológica que establece renovados marcos para las actividades de mediación e intermediación profesional y ciudadana, ahora en un escenario el cual, alimenta la comunicación ubicua de muchos a muchos, en donde se emplea todo tipo de dispositivos, la mayoría móviles. Asimismo para Schwab (2016), es un paso más en la historia de la evolución tecnológica, ahora en la antesala de la cuarta revolución industrial, que ha suscitado muchas reflexiones e inspirado muchas creaciones literarias principalmente en el siglo XX.

En este sentido, los autores consideran que gracias al desarrollo de la automatización de procesos industriales, a través del tiempo, ha dado lugar a avances significativos que le han permitido a las compañías implementar procesos de producción más eficientes, seguros y competitivos.

## 2.1. Los Pilares de la Automatización Inteligente

De una manera general el fenómeno de automatización más importante es el que se encuentra atrás de la digitalización de casi todo. Una forma más concreta de clasificarlos los agrupa bajo la denominación común de Procesos de Automatización Inteligente (Brynjolfsson y McAfee, 2014). De acuerdo con la clasificación de los mismos autores hay cinco tipos de tecnologías clave:

a) Procesos de automatización robótica (PAR): es una herramienta de software que automatiza tareas rutinarias como extracción de datos y limpieza de los mismos a través de las interfaces existentes. Esta tecnología permite llevar a cabo tareas simples, repetitivas y manuales tales como introducción de datos en aplicaciones. Dado que libera de tiempo a los empleados, permite a éstos enfocarse en otras ramas de valor para la empresa como toma de decisiones o mejora de la relación con el cliente, por lo tanto, puede traer beneficios inmediatos (ahorro de tiempo y costes) a una empresa, si se consigue aplicar en cuellos de botella de determinados procesos organizacionales.

b) Flujos inteligentes (Smart workflow): un software de administración de procesos, el cual integra tareas llevando a cabo grupos de humanos y máquinas. Esto permite a los usuarios iniciar y monitorear el status de un proceso en tiempo real. En este campo se busca la capacidad de las máquinas, productos y piezas de comunicarse entre sí para facilitar oportunidades de optimización facilitando la toma de decisiones individualizadas en tiempo real durante el proceso productivo. En la actualidad, la adaptación al “Mundo Smart” es cada vez más factible gracias a que los dispositivos que permiten la automatización son más asequibles para la mayoría y mucho más fácil de manejar o programar.

c) Aprendizaje de Máquinas: son algoritmos que identifican patrones en datos estructurados. Machine Learning (ML) o aprendizaje automático, es una forma de inteligencia artificial la cual le permite a un sistema aprender de los datos y no de una programación explícita. ML utiliza algoritmos que aprenden y mejoran iterativamente, por lo cual está siendo utilizado en detecciones de fraude, análisis de créditos, diagnósticos médicos, entre muchas otras áreas. El análisis además de la gestión de grandes cantidades de datos está permitiendo optimizar diferentes procesos industriales, mejorar el consumo de energía y la calidad de la producción en aquellas factorías donde están sabiendo aprovechar este paradigma tecnológico.

d) Generación de lenguaje-natural (GLN): son motores de software que crean interacciones fluidas entre humanos y tecnología siguiendo normas para traducir observaciones de datos a prosa. El sofisticado software GLN tiene la capacidad de extraer grandes cantidades de datos numéricos, identificar patrones y compartir información de una manera fácil de comprender por los humanos. Respecto a las aplicaciones de GLN, estas son muy amplias y variadas. Existen en el mercado sistemas los cuales se encargan, por ejemplo, de la generación de partes de meteorológicos.

e) Agentes cognitivos: estas tecnologías combinan máquinas que aprenden y generación de lenguaje-natural para construir una fuerza de trabajo (o “agente”) completamente virtual que es capaz de ejecutar tareas, comunicar y aprender de conjuntos de datos e incluso tomar decisiones basadas en la “detección” de emociones. A pesar de ello, Hasta el momento, los ejemplos principales de esta tecnología han servido a los consumidores en lugar de servirle a los negocios.

De acuerdo a lo planteado, para los autores de la presente investigación, la automatización inteligente cuenta con la ventaja de proponer soluciones reales

a partir de los pilares descritos, principalmente a la administración de procesos, para orquestar usuarios, labores, sistemas y robots (RPA) dependiendo de la necesidad en todos y cada instante. Asimismo, contempla el uso de analítica y también Inteligencia Artificial (singularmente el Machine Learning) para tomar resoluciones de forma automatizada y también inteligente, como la integración de administración de casos para dotar a los procesos de flexibilidad suficiente para que se cumplan siempre y en toda circunstancia y en todo instante de principio a fin.

## 2.2. Aplicación en el campo industrial

Casi todos los estudios llevados hasta el momento, se han realizado sobre el impacto de la automatización inteligente en las empresas, salvo contadas excepciones, se refieren a países muy desarrollados, particularmente EE.UU. La implantación de herramientas de automatización inteligente, aquellas que aúnan tecnologías de estándares o reglas y de inteligencia artificial, tiene todavía un largo camino por recorrer dentro del terreno de la industria energética. Esta es la principal conclusión de un estudio del Instituto de Investigación de Capgemini, el cual indica que, aunque su uso es mayor, estos proyectos todavía no tienen protagonismo en las estrategias de las firmas del sector.

En febrero de 2019, el Instituto de Investigación de Capgemini realizó la encuesta a 529 directivos de la alta o media dirección de empresas de energía y utilities donde se está experimentando o implantando automatización inteligente. La encuesta se realizó en siete países (Estados Unidos, Alemania, India, Reino Unido, Francia, Países Bajos y Suecia) y abarcó empresas de cinco subsectores: compañías de electricidad, de petróleo y gas, de servicios energéticos, de suministro de agua, compañías de electricidad y gas. Los resultados son después comparados con otro estudio conducido en 2018 sobre la automatización inteligente para el conjunto de sectores de actividad.

El informe llama la atención sobre los potenciales beneficios para las empresas de adoptar tecnología de automatización inteligente, más allá de hacer frente a las actuales necesidades en materia de cambio climático y energía limpia. El 81% afirma como ha mejorado la experiencia del cliente al ganar en agilidad de respuesta, un porcentaje superior en 21 puntos al del conjunto de sectores que se detallaba en otra investigación de Capgemini. Además Un 40% de participantes en las encuestas dice haber incrementado la calidad de las operaciones y un tercio detecta mejoría en la productividad. También se ha conseguido ahorrar en costes y contribuir a la generación de ingresos incrementales más de lo esperado.

Como ejemplo de su implementación se puede mencionar como uno de los campos más visibles de la automatización, es el concerniente a la robótica, donde los datos son elocuentes cuando se señala que entre 2011 y 2016 la media de ventas de robots en el mundo se incrementó un 12% anual con un promedio de 212,000 unidades vendidas. Estas cifras suponen un incremento del 84% comparado con las ventas alcanzadas entre el año 2002 y el año 2008. Asia es el mercado de mayor crecimiento, pero en el año 2016 el 74% de las ventas globales de robots se concentraron en 5 países: China, Corea, Japón, Estados Unidos y Alemania, según International Federation of Robotics (2017).

Otro de los avances tecnológicos notables son las impresoras tridimensionales las cuales, de distintas maneras, están siendo adoptadas por más de dos tercios de las empresas de manufactura en Estados Unidos. Además, como comentan Araya y Sulavik (2016), el 35% de las mismas, están usando y recopilando datos generados por sensores inteligentes para fortalecer

los procesos de manufactura, y alrededor del 40% incorporan sensores en productos que posibilitan a usuarios recopilar datos.

Siguiendo los aportes anteriores, los autores del presente artículo consideran que si bien, el uso de la automatización inteligente está en sus inicios, como la mayoría de las tecnologías actuales, esta continuará evolucionando en la medida en que las organizaciones aprecian sus efectos en cuanto a la optimización de los procesos de negocio, al aumentar la productividad y mejorar los tiempos de respuesta, con lo que consigue además ahorro en costes.

### 2.3. El Futuro de la Industria

En función a la aplicación de estas tecnologías como los sistemas de control y automatización inteligentes, varios investigadores afirman que se incrementarán en los próximos años, llegando a impactar la cotidianidad de las personas. En efecto, en algunos años la ropa estará lavada y planchada, la cena preparada y la casa limpia gracias a mayordomos virtuales o la inteligencia artificial, los cuales, además usarán el reconocimiento facial para dejar entrar solo a conocidos a la casa, como comenta Discesur (2016).

Se pronostica que, a pesar de que las profesiones parecen ser más inmunes a los efectos de la automatización, no quedarán totalmente a salvo de sus efectos, como plantean Susskind y Susskind (2015), lo importante no es si las máquinas “piensan” como los humanos, sino si pueden actuar como ellos y resolver situaciones como profesionales. Al mismo tiempo, su conclusión principal es que a largo plazo las máquinas transformarán el trabajo de los profesionales dando lugar a nuevas formas de compartir la expertise práctica en sociedad. Y agregan que, aunque no se pueden pronosticar el ritmo de dichas transformaciones, confían en que se tratará de una transformación incremental y no de la noche a la mañana.

El pronóstico de especialistas como Susskind y Susskind (2015), es que muchas de las profesiones tradicionales quedarán desmanteladas y la mayoría de los profesionales serán reemplazados por gente menos experta y por sistemas de alto rendimiento. Frente a esta idea se esgrime el argumento que la automatización creará nuevos empleos. Desde una perspectiva macroeconómica, como plantea Hualde (2015), los aumentos en la productividad estimularán la economía, propiciarán un mayor crecimiento así como una mayor demanda. Esto se traducirá en la necesidad de producir más y, por tanto, emplear a nuevos trabajadores en actividades ya existentes con mayor demanda o en nuevas actividades.

A escala microeconómica los sistemas automáticos obligan a introducir cambios organizativos los cuales también requieren un aprendizaje de los trabajadores en sus distintos niveles y desplazamientos jerárquicos que benefician a algunos y perjudican a otros, lo cual puede ser fuente de tensiones y conflictos. En estos ambientes se afirma que las máquinas automatizadas no sustituirán a los trabajadores, sino que en este realizarán tareas complementarias.

En el mismo contexto, un informe del Gobierno de EE. UU, según Lee (2016), apunta cuatro categorías de trabajos que podrían crearse debido a la automatización inteligente:

- a. Aquellos empleos directamente ligados al propio proceso de automatización inteligente. Pensemos en los especialistas en big data o en aprendizaje en máquinas.
- b. Los que realicen tareas que la propia automatización inteligente amplifique, como los profesionales asistidos en su toma de decisiones por sistemas expertos en los más diversos ámbitos.

c. Los que supervisen los sistemas inteligentes, monitorizándolos y manteniéndolos operativos, por ejemplo.

d. Los creados por el cambio de paradigma, como aquellos relacionados con temas de legislación o seguridad derivados de las nuevas condiciones de operación de las máquinas inteligentes, como ocurrirá con los conocidos vehículos autónomos.

Aun así, no está nada claro como todos estos trabajos y otros que puedan derivarse de la introducción de las tecnologías inteligentes o del progreso y mayor productividad a la que estas puedan dar lugar compensen siquiera los empleos humanos que dichas tecnologías hagan innecesarios.

En el informe ya citado del Gobierno de los EE.UU. como explica, Lee (2016), se indica con claridad que los responsables políticos deberían prepararse y prepararnos ante cinco efectos principales en la economía basada en la automatización inteligente:

a. El crecimiento de la productividad.

b. Las nuevas competencias que demandará el mercado de trabajo a los trabajadores.

c. El desigual impacto en función del sector de actividad, lugar, tipo de trabajo y salario y nivel de formación de los trabajadores

d. las turbulencias en el mercado de trabajo debidas a la eliminación y creación de empleos

e. Y la pérdida de empleos, al menos a corto plazo.

Los estudios que analizan la posible pérdida de empleos ocasionada por la automatización inteligente coinciden en: esta será mayor en los trabajadores con menor cualificación; los conocimientos, competencias y habilidades que hoy requieren muchas ocupaciones y actividades no serán los mismos requeridos dentro de solo algunos años; y más que nunca, será imprescindible la formación a lo largo de la vida para que la vida laboral no se vea reducida rápidamente por la automatización inteligente. Según el estudio del World Economic Forum (2016), es necesario reconsiderar en serio los modelos educativos vigentes actualmente, algo que, se sugiere, corresponde sobre todo a los gobiernos.

La generalización de la automatización inteligente no será un proceso inmediato, pero sí imparable, como explica Barro (2015). Las diferentes velocidades entre países y dentro de estos provocarán desigualdades enormes, lo cual reducirá la competitividad de países poco desarrollados que pretendan seguir progresando solo por su capacidad de trabajo humano o precarizará el empleo en empresas en las que se busque competir con otras altamente automatizadas a base de reducir los salarios de sus empleados.

Para evitar los peores escenarios es fundamental la presencia del Estado, anticipando políticas públicas adecuadas, también en la educación. Por ejemplo, Lee (2016) considera apropiadas, entre otras medidas, aquellas que incrementen los salarios, la competencia y el poder de negociación de los trabajadores –los sindicatos, por cierto, todavía no están teniendo un papel relevante en este tema–, mejoren así como modernicen las prestaciones sociales, favorezcan la formación continua además de la incorporación y reincorporación de trabajadores al mercado laboral y ajusten las políticas impositivas a esta nueva economía y realidad social.

En este sentido, para Barro (2015), la automatización inteligente requiere de un cambio de modelo económico y en el reparto del trabajo y de los beneficios del mismo, sea este realizado por personas o máquinas. De no ser así, la riqueza se concentrará cada vez más en unos pocos, en particular en aquellos que sean capaces de diseñar y utilizar las tecnologías que permitirán una progresiva automatización del trabajo. Los trabajadores menos cualificados



perderán su empleo y tendrán muchas dificultades para reciclarse. Los más cualificados asumirán en muchos casos empleos por debajo de su teórica cualificación.

En función de los aportes anteriores, los autores están de acuerdo con Hualde (2015) al asegurar que el aumento en la productividad producto de la automatización estimula una mayor demanda. En este sentido, la AI ha representado una oportunidad para generar más valor, es decir, que no consiste necesariamente en sustituir a las personas, sino en transformar el trabajo que realizan y en crear nuevas formas de trabajar.

Por lo tanto, no debe percibirse la Automatización inteligente como una herramienta para eliminar puestos de trabajo, como plantea Barro (2015), sino como la posibilidad de que el personal más experimentado se concentre en resolver problemas de mayor importancia, en lugar de dedicarse a tareas diarias y repetitivas. Y del mismo modo se recomienda como una de las formas para paliar los problemas de descualificación ante estas nuevas tecnologías, la formación y reconversión de talentos propios hacia el ámbito digital en las empresas.

### **3. Metodología**

En relación a los aspectos metodológicos, la investigación es de tipo documental, para la cual se realizó una recopilación de información a través de una revisión bibliográfica, basada principalmente en los postulados de Barro (2015), Hualde (2015), Lee (2016), Eumer (2018) y López-García (2018), lo cual permitió la revisión teórica de las definiciones más resaltantes del tema en cuestión, con el fin de analizar con detenimiento los aspectos centrados en el tema y de integrarlos de una manera coherente y lógica, lo que posteriormente conlleva a las siguientes conclusiones establecidas por los investigadores.

### **4. Conclusiones**

Para los autores de este proyecto de investigación, desde el punto de vista teórico la automatización inteligente es un cambio de paradigma el cual trata, de pasar de automatizar tareas repetitivas a automatizar procesos complejos y predecir resultados para mejorar la toma de decisión, resolver problemas y analizar riesgos, utilizando softwares robots inteligentes, que pueden recolectar gran cantidad de datos, analizar información dinámica, identificar patrones y tomar decisiones de manera rápida y eficiente.

Este avance en la tecnología, es clave para incrementar la inversión e innovación, así como para obtener fuertes resultados y mejoras en los procesos de negocios, por lo tanto es necesario comenzar a implementar cosas distintas y hacerlo de diferente manera. Cabe destacar como la automatización inteligente está cambiando las reglas, cuando se trata de mejorar la resolución de problemas complejos, el análisis de riesgos además de la toma de decisiones empresariales y, por tanto, mejora en los procesos de negocios. Por lo que las compañías necesitan en la actualidad una visión clara acerca del impacto de la automatización, no sólo en las áreas corporativas o soporte al negocio, sino en toda la compañía.

Se observó además, que si bien las innovaciones tecnológicas de este tipo, están penetrando con gran velocidad en ámbitos productivos, de consumo, alterando las formas de relación entre las personas y las máquinas, sin embargo, los alcances, el ritmo, la distribución de la automatización entre países y sectores productivos, sigue siendo objeto de un debate permanente. En este sentido, es indiscutible como la AI es una herramienta efectiva para

poder unir tecnología, talento, organización y liderazgo para conseguir resultados incrementales en términos de eficiencia y valor al negocio.

De tal manera, es por ello necesario realizar una evaluación de oportunidades conjunta, para encontrar un óptimo portafolio de procesos susceptibles de ser automatizados en la industria y que brinden beneficios rápidos y tangibles en los procesos. Y además, es clave, preparar un plan de talento, para la capacitación de las personas en pro de evitar la estancamiento y la obsolescencia o adquirir nuevas capacidades permitiendo el total desarrollo de la tecnología.

Es importante considerar, como se presentó anteriormente, como estas tecnologías determinaran la rentabilidad a largo plazo de un mercado o segmento de mercado, por lo tanto, la empresa debe evaluar sus objetivos y recursos frente a estas nuevas tecnologías las cuales rigen la productividad y más adelante, la competencia industrial. Es una realidad entonces, que más allá de las operaciones, procesos y tecnología, la gestión de las personas dentro de la organización mediante la formación, junto a la necesaria atracción/retención de talento para su desarrollo, debe ser el principal foco de atención durante los próximos años.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Araya, D. y Sulavik, C. (2016) Interrupción de la fabricación: innovación y el futuro de la mano de obra calificada. Brown Center Chalkboard. Recuperado de: <https://goo.gl/lctiS>.
- Barro, S. (2015). La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades. Educación superior en Iberoamérica. Informe 2015. Santiago de Chile.
- Brynjolfsson, E. y McAfee A. (2014). La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de tecnologías brillantes. New York: W. W. Norton & Company.
- Esumer, I. U. (2018). Control y automatización inteligente. <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/handle/esumer/1903>
- Hualde, A. (2015). ¿Otra vez el fin del trabajo? La Nueva ola de Automatización y sus Consecuencias.
- Lee, K. (2016). "Artificial Intelligence, Automation, and the Economy". Executive Office of the President of the USA, 20 de diciembre.
- López-García, X. (2018) Panorama y Desafíos de la mediación comunicativa en el escenario de la denominada automatización inteligente. Revista el profesional de la información V.27 n. 4. ISSN: 1699-2407.
- Santos, M. (2011) Un enfoque aplicado al control inteligente. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 8 (2011) 283–296. Universidad Complutense de Madrid.
- Susskind, R. and D. Susskind. (2015).The future of the professions. How technology will transform the work of human experts." New York: Oxford University Press.
- World Economic Forum. (2016).The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report, enero de 2016.

**CIDETIU029**

**HABILIDADES TRANSVERSALES EN UNIVERSIDADES COMO FACTOR DE OPORTUNIDAD EN EL CONTEXTO DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**

**TRANSVERSAL SKILLS IN UNIVERSITIES AS AN OPPORTUNITY FACTOR IN THE CONTEXT OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION**

**Villalobos, Javier**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7056-1311>

[vjavieriutm@gmail.com](mailto:vjavieriutm@gmail.com)

Universidad Politécnica Territorial de Maracaibo, Venezuela.

**Guevara, Sandra**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3049-9773>

[saguero02@gmail.com](mailto:saguero02@gmail.com)

Universidad Politécnica Territorial de Maracaibo, Venezuela

**Barreto, Cruz.**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8786-6637>

[cbarreto@urbe.edu.ve](mailto:cbarreto@urbe.edu.ve)

Universidad privada Dr. Rafael Beloso Chacín  
Maracaibo, Venezuela

**RESUMEN**

El propósito del artículo es presentar un esbozo del estado con relación a las habilidades transversales necesarias para direccionar el potencial de las personas dentro sector universitario en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial. Sustentado bajos postulados de Conesa et al. (2019), Pombo (2018), Scarafia (2018), Rincón (2017), Pernías (2017), Chakravorti, Bhalla and Shankar (2017), González-Páramo (2017), Kubessi (2015) y Kagermann y Col. (2011, 2013) entre otros, con base a un diseño documental obtenido de revistas electrónicas de instituciones de educación universitaria. En consecuencia de estar en presencia de una megatendencia transversal expresada en un conjunto de transformaciones basadas en la convergencia de tecnologías, llevan invariablemente a la colusión entre disciplinas, áreas de conocimiento, procesos investigativos y factores de producción, donde de la cuestión de la protección, la privacidad y la propiedad se convierten en riesgos potenciales que fascinan y asustan a la vez; en consecuencia, requieren del sector universitario, además de las habilidades específicas de cada área de conocimiento, el desarrollo consciente de habilidades transversales en torno al procesamiento de la información, la resolución de problemas y la toma de decisiones, *so pena* de incrementar de la brecha tecnológica y el aumento de la desigualdad social.

**Palabras clave:** Habilidades Transversales, Cuarta Revolución Industrial, Sector universitario.

**ABSTRACT**

The purpose of the article was it was made the state with relations of transversal skills he need to orient the direction the persons potential into of university sector in the context of the Fourth Industrial Revolution. Supported low postulates of Conesa et al. (2019), Pombo (2018), Scarafia (2018), Rincón (2017), Pernías (2017), Chakravorti et al. (2017), González-Páramo (2017), Kubessi (2015) and Kagermann et al. (2011, 2013) mong others, backed in the descriptive methodology from the documentary technique represented refereed articles taken from magazines of university. This transverse mega-trend expressed in a

set of transformations based on the convergence of technologies invariably leads to collusion between disciplines, knowledge areas, research processes and production factors, where the issue of protection, privacy and property become in potential risks that fascinate and scare at the same time; consequently, they require the university sector, in addition to the specific skills of each area of knowledge, the conscious development of transversal skills around information processing, problem solving and decision making, under penalty of increasing the gap technological and the increase of social inequality. The objective of the paper is to present a set of reflections in relation to the transversal skills necessary for the development of the potential of the students of the university sector in the context of the Fourth Industrial Revolution that can cement ideas and initiatives that propitiate the reduction of the gap.

**Keywords:** Transversal skills, Fourth industrial revolution, University sector.

## 1. Introducción

La era del conocimiento, como escenario radical de fuerzas de transformación digital, modela una época soportada por el aumento del efecto combinado de destrezas en comunicación compleja y de expertos en procesamiento de información no programada, dado que las habilidades que implican actividades físicas delicadas o capacidades cognitivas rutinarias, ya no son suficientes para hacer frente a las expectativas, en torno a la escala de los cambios radicales a producirse en poco tiempo, la obsolescencia tecnológica temprana y el incremento de la demanda de uso de la tecnología.

En consecuencia, la constante actualización tecnológica, implica la necesidad de advenir herramientas orientadoras en torno al direccionamiento desde diversos puntos de interés convergentes, a los fines de desarrollar habilidades alineadas con las metas de los objetivos de la Agenda de la Ciencia para la Sostenibilidad 2030, dentro de una articulación motivada por las necesidades en el enfoque del subsistema educativo universitario, orientado hacia la consecución de fines prácticos, al aumento de la capacidad de conectividad tecnológica, el comportamiento de los consumidores, la masificación de uso caracterizado por la hiperconectividad y los nuevos modelos de negocio, por tanto, los cambios dependen fundamentalmente de la creatividad articulada en formas de cooperación en estructuras, orientadas en torno a la colaboración expresada en la explotación de la experiencia acumulada, de modo que contribuyan a la satisfacción efectiva de las necesidades.

El propósito del presente, es contribuir con la generación de conocimiento alrededor del concepto Habilidades Transversales, como aporte que coadyuve al desarrollo del potencial de los estudiantes en el sector universitario, para enfrentar la transformación en el orden cognitivo-tecnológico que representa la Cuarta Revolución Industrial; el estudio fue soportado desde el enfoque positivista, donde el saber se caracteriza por ser racional, observable y verificable (Martínez, 2013), ubicado dentro de los estudios descriptivos, desde la perspectiva de Méndez (2005), al relatar las características de los elementos que componen el objeto de estudio, bajo el método documental (Arias, 2006), ante la necesidad de revisar en forma sistemática, rigurosa y a profundidad, el conjunto de documentos electrónicos obtenidos en el periodo comprendido 2009-2018.

Con base a lo anterior, fueron preseleccionados todos aquellos documentos sobre el tema, encontrados en las bases de datos de revistas arbitradas e instituciones oficiales, disponibles en sus propios sitios web; como criterios de búsqueda ampliados, incluyó palabras clave combinadas de diversas formas al momento de la exploración, contenidas en títulos y resúmenes de los

artículos, tales como: “nuevas habilidades”, “competencias transversales”, “habilidades transversales”, “habilidades para la cuarta revolución industrial”, “cuarta revolución industrial”, “innovación 4.0”, “industria 4.0”, “universidad 4.0”; de allí, se obtuvo 80 documentos; de los cuales se escogieron finalmente 23, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos, agrupándolos de acuerdo a los temas abordados.

Posteriormente, se realizó el análisis de cada grupo por separado, definiendo lo más relevante y describiendo los aspectos comunes mediante un ejercicio de comparación constante, finalmente se realizó un análisis integral, para finalmente aportar la reflexión final.

## 2. Habilidades Transversales

El término competencias aparece a partir de los estudios David McClelland a mediados de la década de los años 70, como las características esenciales presentes en las personas con éxito en el desempeño laboral, en este caso, la capacidad para responder de forma adecuada a demandas complejas, conjugadas mediante la combinación de habilidades, conocimientos, motivaciones, valores éticos, actitudes, emociones, compromiso y comportamiento social, movilizados para potenciar el logro de una acción eficaz (Morales, 2012).

Visto desde esta perspectiva, la interacción entorno-finalidad requiere movilizar la actitud y aplicar correctamente conocimientos o habilidades propias, en un resultado definido en contexto en el cual se aplique; siguiendo a García-San Pedro (2009), las cualidades que permiten realizar actividades o tareas con eficacia y eficiencia, comprensión de la situación, coincidencia crítica, espíritu de reto, responsabilidad por las acciones y desempeño basado en indicadores de calidad, tal como lo expresan Barnett (2001) y Kubessi (2015) con base a las coordenadas competenciales aprendidas en un plan de estudios concreto o la combinación de conocimientos, comprensión y habilidades transversales incorporadas a lo largo de varios cursos con dependencia de la forma, la metodología y el enfoque de transferencia, pues implican campos sociales con grados de complejidad intelectual y autonomía diferentes.

Las habilidades transversales como parte de la combinación dinámica de las competencias, son aquellas que se relacionan con el desarrollo experiencial sin que exista una dependencia de un ámbito temático o disciplinario específico, es decir, se encuentra en todos los dominios y acciones actitudinales, a efectos de desarrollar capacidades de adaptación, integración y flexibilidad (Vega y Col., 2017), necesarias para ser incorporados al medio laboral, fortalecer la competitividad económica y eventualmente el progreso social; en palabras de Conesa y Col. (2019), el incremento de las habilidades permite continuar la formación de un modo autodirigido, para ser aplicados en entornos nuevos dentro de amplios contextos multidisciplinarios, con capacidad de coadunar juicios a partir de información incompleta o limitada de modo claro y sin ambigüedades.

Entre estudios que abordan el tema, El Proyecto Turnig (2014), investigó en 135 universidades europeas y latinoamericanas, a los fines de responder a la demanda social con el uso de modelos, técnicas o formatos, en torno al aprendizaje requerido por los estudiantes para mejorar los niveles de empleabilidad de los egresados; como consecuencia de estas observaciones, se agrupó en tres categorías las competencias y habilidades transversales que deben ser capaces de incorporar; la primera calificada como Instrumental, denota las habilidades manuales, así como las capacidades cognitivas que posibilitan la competencia profesional, entre ellas destacan el análisis-síntesis,

organización-planificación, comunicación escrita y oral, gestión de la información, resolución de problemas, además de la toma de decisiones.

La segunda, categorizada como Interpersonal, se corresponde con la habilidad para expresar los sentimientos de modo adecuado con las emociones, por ejemplo, la capacidad crítica y autocrítica, trabajo en equipo interdisciplinarios, capacidad para comunicarse con expertos en otras áreas de conocimiento, aparte del compromiso ético; la tercera, la Sistémica, enfatiza las destrezas y habilidades que permiten a las personas a ver las partes del todo articulado por medio de relaciones, con preeminencia de la capacidad práctica en la aplicación de los conocimientos, habilidades de investigación, capacidad de aprender, de adaptación, de creatividad, liderazgo, espíritu emprendedor, motivación al logro, diseño y gestión de proyectos.

Bajo esta perspectiva, Morales (2012) comparó la percepción de titulados en relación a las competencias logradas en la universidad con las requeridas en el desempeño laboral, el estudio desveló que el sector empleador considera significativamente inferior las habilidades que se pueden alcanzar en las casas de estudios, en comparación con las que poseen los estudiantes antes del ingreso a estas; aun así, las habilidades requeridas a nivel de empresas son mayores con respecto al trabajo autónomo en la identificación, planteo y solución de problemas a través de proyectos mediante la aplicación práctica de conocimientos; la capacidad creativa en la toma de decisiones en el ámbito del compromiso ciudadano en el marco de la responsabilidad social; la habilidad para motivar y conducir hacia metas comunes; así como la comunicación en torno a un segundo idioma.

Las evidencias anteriores se refuerzan desde el trabajo del Mckinsey Global Institute, para quienes un 40 % de los empleadores alegan sobre la insuficiente preparación de los egresados para enfrentar el mundo laboral, en líneas generales, no existe un buen ajuste entre lo que los empleadores y empleados buscan respectivamente, razón por la cual Pernías (2017), aprecia claramente una brecha importante entre las necesidades de las ocupaciones de avanzada en los llamados trabajos del futuro y las habilidades de quienes buscan ejercer esos cargos.

Por tanto, la finalidad del desarrollo de habilidades transversales en un contexto global, debe aprovechar las ventajas de las tecnologías para activar la creatividad e invitar a descubrir modos propios de gestión, es decir, entender el provecho de la automatización dentro de cada aplicación o solución de problema, de ahí que Duque y Col. (2018), las defienden como elementos clave en la dinámica de cambios, donde los estudiantes son agentes activos para construir múltiples estilos autónomos fuera del ámbito institucional, a efectos de empoderar conscientemente la capacidad de resolver problemas en torno a la similitudes existentes.

En consecuencia, la incorporación explícita de habilidades transversales en instituciones de educación universitaria, permitirá la institucionalización de herramientas definidas con niveles claros de dominio e intencionalidad (González y Col., 2017), y bien, surge como área de oportunidad a los fines de hacer entrega de información útil para el monitoreo y visualización mejor del desempeño laboral de los egresados, de ahí que, diseñar e instaurar un sistema de monitoreo para certificar el nivel de logro en los estudiantes permitirá la adquisición progresiva de capacidades (Jeldes y Col., 2017), por consiguiente, mejorará positivamente la percepción del rol de la institución universitaria como agente de cambio en lo que respecta a la transformación digital impulsada por la Cuarta Revolución Industrial.

### 3. Cuarta Revolución Industrial

En 2011, la Academia Alemana de Ciencias e Ingeniería, presenta el Estudio Acatech: Recomendaciones para la industria 4.0 en un contexto global de estrategias de cooperación con socios internacionales, iniciativa impulsada por el gobierno germano para responder a los retos planteados por el objetivo europeo Horizonte 2020, con base a la opinión de expertos de Alemania, China, Japón, Corea del Sur, el Reino Unido y los Estados Unidos, en la que analizan las oportunidades y los desafíos de la cooperación internacional para la integración vertical de máquinas inteligentes, productos y recursos de producción en sistemas de fabricación flexibles, considerando la integración horizontal en redes de valor de la industria en compañías operativas globales (Kagermann y Col., 2011), con particular atención en la articulación de tecnologías de información y comunicación en nuevos modelos de negocio desde plataformas digitales asociadas a fabricación inteligente de productos.

Dentro de este marco, Chakravorti y Col. (2017), advierten que los flujos fronterizos de datos transmitidos digitalmente se multiplican en más de un tercio cada tres años, aun cuando la circulación de bienes, servicios y capital fronterizo disminuyen para el mismo período; de acuerdo con los autores, la evolución digital es liderada por las economías de los Estados Unidos de América, Alemania y Japón, quienes poseen mayor capacidad de penetración en la red para imponer la adopción de productos digitales; seguidos por Noruega, Suecia, Suiza, Dinamarca y Finlandia con un alto estado de avance digital como resultado de estrategias basadas en la eliminación de impedimentos para la innovación; mientras que China, Malasia, Bolivia, Kenia y Rusia a la cabeza, han evolucionado rápidamente en sus estados de digitalización e intentan fomentar procesos innovativos, aun cuando poseen infraestructuras pesadas con calidades institucionales deficiente.

Resulta evidente, que la construcción de la sociedad actual está impulsando el desarrollo exponencial de grandes avances tecnológicos, de acuerdo con autores como Ruiz y Herrera (2010), las habilidades más fáciles de enseñar, adquirir y evaluar ya no son suficientes para preparar jóvenes para el futuro, pues observan un descenso en aquellos trabajos que implican actividades físicas delicadas, así como un aumento en la demanda de destrezas en comunicación compleja, aferrados a expertos en procesamiento de información no rutinaria que se desplazan hacia multitudes de emprendedores y trabajos por encargo con primacía en la innovación, la experiencia y las relaciones personales (González-Páramo, 2017).

En este escenario, el cambio radical de las fuerzas de transformación al que la sociedad y los poderes públicos deberán hacer frente, moldearán los factores que intensifican la aparición de plataformas con persistencia en innovaciones tecnológicas, al respecto, tanto González-Páramo (2017), como Scarafia (2018), advierten que el efecto combinado de tres tópicos dan lugar al arribo de la Cuarta Revolución Industrial; el primero, observado en el comportamiento de los consumidores acostumbradas a la tecnología; el segundo, la masificación de uso caracterizado por la movilidad, hiperconectividad, explotación de los datos y el desarrollo de nuevas infraestructuras; y el tercero, los nuevos modelos de negocio devenidos del mundo digital.

Para González (2018), se está entrando a una época de ideas de transformación en marcha plena, soportada por el aumento de la conectividad tecnológica, donde la capacidad de procesamiento permite identificar, reducir y capturar datos eficientemente, con posibilidad de autogeneración de información y de autoaprendizaje incorporado en el día a día, en razón a lo cual Scarafia (2018) acota que:

La Cuarta Revolución es tan radical que nos obliga a mirar el futuro, pero viéndolo desde hoy, es tan profunda que nos obliga a pensar, pero también a cambiar la forma de pensar, ya no sirve, como antaño, sentarse a esperar señales, después analizar, luego tomar medidas y realizar extensas planificaciones, tampoco los plazos para la implementación de las nuevas tecnologías son los mismos de antes, todo es inmediato, en este contexto, hasta la innovación permanente debe comprenderse apenas como un estar al día o una forma de sobrevivir.

Comentario apuntalado por Rincón (2017), al afirmar que la Cuarta Revolución Industrial es un tsunami cognitivo, de ahí que, genere expectativas en torno a la escala de los cambios radicales que producirá en poco tiempo, la obsolescencia tecnológica temprana, la necesidad de aplicación de programas de capacitación adaptables a la demanda de uso de la tecnología, en consecuencia, la responsabilidad del liderazgo en acumular soluciones obtenidas a los problemas humanos; sin embargo, se corre el riesgo de incrementar la brecha existente o los efectos del uso de los avances tecnológicos en diseños que contravengan el bien social (Pombo, 2018).

En encuesta efectuada por la Asociación Nacional de Industriales de Colombia a sus agremiados sobre la era digital y sus implicaciones, 43 % aseguró no conocer sobre el término o no asimilaba las expresiones relacionadas con el cambio de rol de las empresas y nuevo poder de consumidores con necesidades individualizadas; el costo del cambio a lo digital; las disputas entre los términos de competitividad-productividad; los cambios en materia de regulaciones de uso, consumo y toma de decisiones en torno a la apropiación de información bajo el uso del grandes datos (ANDI, 2018).

De allí que, se requiere aminorar el impacto en el ritmo del cambio de la tecnología como fuente de desigualdad de la sociedad, partiendo de esta disposición para González (2018), es imprescindible configurar de manera exponencial modelos, donde el principio de esfuerzo activo sea incrementado por la capacidad acceso en la operación y armonice de manera acelerada necesidades generacionales completamente diferentes, en el marco de capacidades de contribución desiguales, a las que hay que atender simultáneamente.

Esta megatendencia transversal expresadas en un conjunto de transformaciones basadas en la convergencia de tecnologías, de acuerdo con Sanz (2018), llevan invariablemente a la colusión entre disciplinas, áreas de conocimiento, procesos investigativos, factores de producción, donde la cuestión de la protección de los datos, la privacidad y la propiedad intelectual de las innovaciones tecnológicas se convierten en riesgos potenciales que fascinan y asustan a la vez.

El impacto de la Cuarta Revolución Industrial en los procesos sociales y ecosistemas económicos, sugiere transitar por nuevas direcciones, Basco y Col. (2018) defienden la necesidad de contar con modelos que proporcionen marcos de integración y funcionamiento, articulados en plataformas digitales con capacidad de análisis de grandes datos e imbuidos en mecanismos de ciberseguridad, a fin de comprobar el impacto sobre el mercado laboral del desarrollo de habilidades transversales en entornos digitales, por tanto, requiere una metodología para afianzar la toma de decisiones, la resolución de problemas y el procesamiento de información.

A la fecha, los niveles de liderazgo y la comprensión de los cambios en marcha, requieren rediseñar el marco institucional en los sectores económicos, sociales y políticos (Schwab, 2016), con base a una narrativa consistentemente común para empoderar al conjunto diverso de individuos y comunidades; en consecuencia, las organizaciones deberán tomar medidas urgentes para



afrontar los cambios en este nuevo entorno, a los fines de mejorar la empleabilidad y comprometer la creatividad como estrategia para proporcionar oportunidades, de ahí que para Kagermann y Col. (2013), las redes altamente flexibles resultante, requerirán nuevas formas de cooperación, a pesar de la incertidumbre ante la posible pérdida de conocimiento o de valor agregado.

En nuestra opinión, la complejidad del fenómeno Cuarta Revolución Industrial, como consecuencia y punto de partida de la aplicación masiva de tecnologías a todos los procesos, implica la transformación a una red tecnológica de producción inteligente, tal como lo señalan Roblek y Col. (2016), se corresponde con la integración progresiva de tres elementos: a) sistemas de información para la gestión y la planificación de la producción, b) sistemas para la adquisición de datos desde las líneas de producción y el uso de máquinas y, c) vinculación de los sitios de fabricación en una cadena de suministro integral.

Refieren los autores, que los principales escollos la transformación digital, está empotrado en los procesos mentales de quienes están acostumbrados a los patrones organizacionales existentes, por lo tanto, la ejecución de medidas de conversión y adaptación en nuevas formas de gestión resulta indispensable, es decir, las organizaciones que no se adapten a los cambios serán más lentas que sus competidores, con poca o casi nula capacidad de toma de decisiones independientes, con empleados menos autónomos, por tanto menores niveles de productividad. Siendo así las cosas, resulta claro que las principales medidas a tomar para abordar la revolución industrial, atañen al desarrollo de habilidades transversales desde la educación formal o la autogestión.

Como consecuencias de estas y otras consideraciones, Engovatova y Kuznetsov (2016), destacan que el papel que las universidades desempeñan en la formación de la era del conocimiento, va más allá de actuar como solucionadores de problemas e implementadores de metodologías, las casas de estudio, deben asumir el liderazgo activo para garantizar el desarrollo acelerado del proceso en forma de prácticas que apalanquen el incremento de habilidades transversales en los estudiantes, transitando desde la institución social con funciones de transferencia de conocimientos, a ser partícipe del crecimiento de industrias tecnológicas, por tanto, capaz de implementar la función de capitalizar su conocimiento.

#### **4. Reflexiones Finales**

La transición a la que la era de conocimiento conduce al mundo interconectado, incrementa la necesidad de crear estrategias para incorporar habilidades transversales que apoyen la transformación digital de forma útil y ventajosa a las organizaciones, no sólo en procesos y sistemas, sino también alineados con los roles, las responsabilidades, el seguimiento de los datos, así como de la integración tecnológica, por tanto, además de evolucionar la mentalidad empresarial, las instituciones que forman a los futuros líderes deben priorizar iniciativas demandadas por los nuevos escenarios.

La Cuarta Revolución Industrial, está destinada a transformar la manera como la sociedad es impactada por las soluciones devenidas de la integración, la generación de puestos de trabajo completamente insospechados, nuevos materiales, pero esto no significa mejorar la calidad de vida, al mismo tiempo, puede significar el incremento significativo de la brecha tecnológica que se traduzca en la disminución de capacidades o disminución de los niveles de producción en organizaciones.

En este sentido, las universidades, en su función de motorizar la generación de conocimiento, requieren incorporar en el marco institucional, estrategias, métodos e instrumentos, que fortalezcan el desarrollo de habilidades

transversales del talento humano que forma, especialmente, con la incorporación metódica de plataformas digitales de gestión integrada, en virtud de supervisar los procesos en los que se participe, con énfasis en el procesamiento de la información, la solución a problemas complejos, la toma de decisiones, los mecanismos de ciberseguridad, articulados a los circuitos más dinámicos del sector de la producción abordados desde los intereses públicos y privados, en una transformación digital, necesaria para potenciar desde su centro político, la autogeneración de información y el autoaprendizaje incorporado como factores de oportunidad a condición de que propicien la reducción de la brecha tecnológica existente.

## 5. Referencias bibliográficas

- ANDI (2018). Conferencia Era digital: la Cuarta Revolución Industrial, asamblea general de la Asociación Nacional de Industriales en Cartagena de Indias, Colombia.
- Arias, F. (2006). Proyecto de Investigación, introducción a metodología científica. Quinta edición, editorial episteme, Caracas.
- Basco, A.; Beliz, G.; Coatz, D. y Garnero P. (2018). Industria 4.0: fabricando el futuro. Editado por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Barnett, R. (2001). Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad. Colección Biblioteca de Educación superior. Editorial Gedisa.
- Chakravorti, B.; Bhalla, A.; y Shankar R. (2017). Estrategia Global Digital de 60 países Competitividad, indexada. Harvard Business.
- Duque A.; Santos D. y Torres, Y. (2018). Desarrollo de habilidades para la Cuarta Revolución Industrial mediante metodologías de aprendizaje basado en problemas y proyectos. Ponencia presentada en la XVI Conferencia Internacional de Ingeniería, Educación y Tecnología: Innovación en Educación e inclusión. Lima, Perú.
- Engovatova, A. y Kuznetsov, E. (2016). De la Universidad 1.0 a la Universidad 4.0. Un plan para el crecimiento de la economía del conocimiento en Rusia. Revista Russian Direct. Volumen 4. Pp. 6-10.
- García-San Pedro, M. (2009). El concepto de competencias y su adopción en el contexto universitario. Revista Alternativas de la Universidad de Alicante. Número 16, pp. 11-28.
- González, A. (2018). Rumbo a la Cuarta Revolución Industrial. Conferencia en línea del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México.
- González, M.; Montalva, J.; Jouannet, C. (2017). Definición de habilidades transversales en el marco de la implementación de Aprendizaje Servicio en La Pontificia Universidad Católica de Chile. Ponencia de la IV Jornada Kagermann de investigadores sobre aprendizaje-servicio de la Red Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio, pp. 39-46. Buenos Aires. Argentina.
- González-Páramo, J. (2017). Cuarta Revolución Industrial, empleo y estado de bienestar. Real Academia de las Ciencias Morales y Políticas del Reino de España.
- Jeldes, P.; Fouilloux, C.; González, T. y Márquez, C. (2017). Institucionalización de metodología aprendizaje servicio en la carrera de Fonoaudiología. Ponencia de la IV Jornada de investigadores sobre aprendizaje-servicio de la Red Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio, Pp. 129-134. Buenos Aires. Argentina.
- Kagermann, H.; Anderl, A.; Gausemeier, J.; Schuh, G.; y Wahlster W. (2011). Estudio Acatech y recomendaciones industria 4.0 en un contexto global

- estrategias para cooperar con socios internacionales. [Citado el 16 de junio de 2019], disponible en la Word Wide Web: [www.acatech.de/publikationen](http://www.acatech.de/publikationen).
- Kagermann, H.; Wahlster, W.; y Helbing, J. (2013). Recomendaciones para la implementación de la estrategia iniciativa Industria 4.0. Editado por la Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania, Frankfurt. Alemania.
- Kubessi M. (2015). Análisis de competencias transversales referido al modelo educativo de ingeniería aeronáutica en la Universitat Politècnica de València. España, Tesis doctoral de la Universidad de Valencia.
- Martínez, V. (2013). Paradigmas de investigación, manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una visión desde la epistemología dialéctica crítica.
- Méndez, C. (2005). Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana, Bogotá, Colombia.
- Morales, P. (2012). Competencias transversales en la inserción y desempeño laboral de las y los graduados de la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo. Tesis doctoral de la Universidad de Alicante.
- Pernías, P. (2017). Nuevos empleos, nuevas habilidades: ¿estamos preparando el talento para la Cuarta Revolución Industrial? Revista La economía digital en España. Universidad de Alicante, número 888. pp. 59-71.
- Pombo C. (2018). La Cuarta Revolución Industrial, ¿en la agenda de los gobiernos latinoamericanos?. Artículo El País, edición América, del 29 de septiembre. [Citado el 10 de julio de 2019, disponible en la Word Wide Web: [https://elpais.com/elpais/2018/08/03/planeta\\_futuro/1533290116\\_467862.html](https://elpais.com/elpais/2018/08/03/planeta_futuro/1533290116_467862.html)].
- Tuning (2014). Tuning Educational Structures in Europe. Publicaciones de la Universidad de Deusto.[Citado el 10 de octubre de 2019], disponible en la Word Wide Web: [//www.relint.de/usto.es/TuningProject/index.htm](http://www.relint.de/usto.es/TuningProject/index.htm).
- Rincón, R. (2017). Espectacular y desafiante: 5 ideas para el liderazgo en el mundo de hoy. Conferencia Fundación para el progreso. Santiago de Chile.
- Roblek, V.; Meško, M.; y Krapež, A. (2016). Marco teórico de la industria 4.0. Revista SAGE Open. pp. 1-11.
- Ruiz, R. y Herrera, A. (2010). Universidad, conocimiento e innovación. En: Ciencia, Tecnología y Universidad en Iberoamérica. Editado por Mario Albornoz y José Antonio López Cerezo. pp. 145-195.
- Sanz, N. (2018). Políticas públicas para la innovación 4.0. Oficina UNESCO en México.
- Scarafia D. (2018). La Cuarta Revolución Industrial, Más allá de la innovación. [Citado el 03 de mayo de 2019], disponible en la Word Wide Web: <http://emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=4206&sec=14#>.
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. Edición World Economic Forum. Ginebra, Suiza.

CIDETIU031

**CONFIABILIDAD DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA VENEZOLANA**

MANAGEMENT OF REALIABILITY OF MAINTENANCE FOR ELECTRICAL GENERATION SYSTEMS IN THE VENEZUELAN PETROCHEMICAL INDUSTRY

**Acevedo Pinel, Jorge Armando**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1540-7589>

[acevedo.jorge21@gmail.com](mailto:acevedo.jorge21@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín (URBE)

Departamento de Ingeniería

**RESUMEN**

Ésta investigación tiene como objetivo proponer nuevas estrategias de gestión de mantenimiento para incrementar la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana, para la cual se consultaron diversos autores como PDVSA MM-01-01-01 (2015), Colino & Caro (2010), Fernández, (2009), Moubray (2005), Duffuaa, Raouf & Campbell (2005), Amendola (2002), COVENIN 3049-1993. La investigación es descriptiva de campo, con un diseño no experimental y transversal, con una población de 44 sujetos relacionados con los sistemas de generación eléctrica, se tomó una muestra de 24 sujetos perteneciente a la Unidad de Producción Social Ana María Campos (UPSAMC). Se diseñó un cuestionario de 40 ítems con una escala de cinco alternativas de respuesta, las cuales fueron validadas por la técnica del juicio de expertos arrojando una confiabilidad del instrumento de medición de 0,9090 por medio del coeficiente de Alfa de Cronbach. Los resultados obtenidos fueron tratados a través de estadística descriptiva mediante frecuencia absoluta, relativa y promedio de los indicadores ilustrados a través de cuadros y gráficos. Se concluyó que la gestión de mantenimiento desarrollada en sus cuatro dimensiones presenta debilidades, las cuales serán atendidas por seis estrategias propuestas orientadas a incrementar la confiabilidad.

**Palabras clave:** Gestión de mantenimiento, Confiabilidad, Sistemas de generación eléctrica.

**ABSTRACT**

This research aims to propose new maintenance management strategies to increase the reliability of electricity generation systems in the Venezuelan petrochemical industry, for which various authors such as PDVSA MM-01-01-01 (2015), Colino & Caro (2010), Fernández, were consulted. (2009), Moubray (2005), Duffuaa, Raouf & Campbell (2005), Amendola (2002), COVENIN 3049-1993. The research is descriptive in the field, with a non-experimental and cross-sectional design, with a population of 44 subjects related to electricity generation systems, a sample of 24 subjects was taken from the Ana María Campos Social Production Unit (UPSAMC). A 40-item questionnaire was designed with a scale of five response alternatives, which were validated by the expert judgment technique, yielding a reliability of the measurement instrument of 0.9090 using the Cronbach's Alpha coefficient. The results obtained were treated through descriptive statistics using absolute, relative and average frequency of the indicators illustrated through charts and graphs. It was concluded that the

maintenance management developed in its four dimensions has weaknesses, which will be addressed by six proposed strategies aimed at increasing reliability.

**Keywords:** Maintenance management, Reliability, Electrical generation systems.

## 1. Introducción

En los últimos años el área de mantenimiento, ha cambiado aceleradamente, principalmente en aspectos de tipo tecnológico, organizacional, documental y económico. Esto como consecuencia a la importancia que se le atribuye en el ámbito industrial, pasando a formar parte e influyendo de forma directa sobre la gestión y sobrevivencia de cualquier empresa, puesto que actualmente es el encargado de asegurar la condición operativa de una instalación, tomando en cuenta factores importantes como: seguridad del personal y del medio ambiente, gasto generales y utilización de recursos disponibles.

El mantenimiento Centrado en Confiabilidad, fue desarrollado en principio por la aviación comercial de Estados Unidos, en los años 1960 y 1970, en cooperación con entidades como la NASA y Boeing, posteriormente generando gran aceptación sobre sectores de generación de energía, petroquímicos, gasíferos, refinación, industria manufacturera, entre otros. El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, se basa en determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente, tratando de minimizar o mitigar las consecuencias negativas que puedan generarse sobre la producción, costos y seguridad. Amendola (2002).

Por otro parte, la generación de energía eléctrica consiste en transformar la energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre algunas otras, en energía eléctrica. Según Quinet (2019), mientras Carmana (2012), señala que las máquinas eléctricas nos ayudan a transformar una forma de energía en otra. Éstas pueden usarse en dos formas: como motores, cuando se quiere convertir la energía eléctrica en energía mecánica, y como generadores, cuando la energía mecánica se trasforma en energía eléctrica.

Adicionalmente, el investigador señala que los sistemas de generación eléctrica conformados por turbogeneradores movidas a gas o vapor forman parte fundamental de los procesos productivos industriales a nivel mundial, esos sistemas deben tener una buena gestión de mantenimiento enfocada en la productiva y mejoras continuas de la calidad del servicio eléctrico entregado a los procesos industriales o clientes. A través de las actividades preventivas tradicionales o sistemáticos basados en el tiempo de funcionamiento o de operación (horas, ciclos, rpm, entre otros) de los equipos o sistemas. Hoy en día, este tipo de práctica es la base de los programas de mantenimiento de gran parte de las plantas productivas a nivel nacional y mundial.

Por otro lado, la metodología utilizada se fundamente en una investigación de tipo descriptiva y de diseño no experimental del tipo transeccional descriptivo, por lo tanto las variables en estudio son: Confiabilidad y Gestión de Mantenimiento y el propósito de la investigación es incrementa la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica de la industria petroquímica venezolana a partir del desarrollo de estrategias de gestión de mantenimiento que darán respuesta a los objetivos específicos planteados en la presente investigación.

Sin embargo para ello se revisaron los siguientes antecedentes: (1) Chirinos García, Silvia (2016), titulado su investigación "Estrategias para la Gerencia de Mantenimiento de las Gabarras de Perforación que operan en el Lago de Maracaibo", (2), Díaz Briceño, Osberto (2013), titulado su trabajo de grado

“Estrategia de mantenimiento en las turbinas a gas de la industria petrolera”, (3) Adrianza Palmar, Lisette (2011), en su investigación titulado “Evaluación de la Gestión de Mantenimiento de Servicios de Reparaciones Mayores Ejecutados en Turbinas a Vapor”, entre otros.

Por último, se agrega que para poder tener una confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana se debe establecer una buena gestión de mantenimiento que se adapten a la realidad y conlleve a tener un incremento en la confiabilidad, lo cual se traducirá en un aumento en la producción de las plantas de proceso.

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar la confiabilidad de la gestión de mantenimiento para sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana.

### **2.2. Objetivos Específicos**

A continuación se presentan los objetivos específicos plantados en la investigación:

- 1.-Diagnosticar la situación actual de la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica.
- 2.-Señalar el impacto del factor humano dentro del contexto operacional para sistemas de generación eléctrica.
- 3.-Caracterizar los criterios de mantenimiento para una gestión de mantenimiento para sistemas de generación eléctrica.
- 4.-Medir el cumplimiento de los programas de trabajo de los sistemas de generación eléctrica.
- 5.-Proponer las estrategias de gestión de mantenimiento para sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana.

### **2.3. Mantenimiento centrado en confiabilidad**

En esta sección se presentarán diferentes autores donde definen el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) según Amendola (2002) “es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, qué debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente”, por otro lado según Moubray (2004) lo define como; “un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional.”

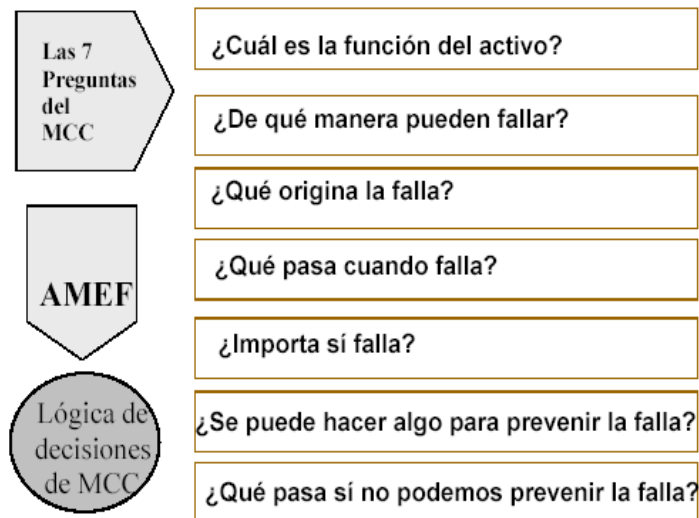
Las referencias Amendola (2002) y Moubray (2004), difieren en la definición del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) indicando que para uno es una metodología o proceso que permite establecer de forma sistemática los requerimientos de los usuarios basados en sus condiciones de trabajo o contexto operacional actuales. Por otro lado, el investigador agrega que el MCC pretende agilizar el proceso de identificar cuáles son las necesidades que se existen dentro un proceso productivo con la finalidad de mantener los equipos operativos en base a su contexto operacional. Por otro lado, según Amendola (2002), la aplicación de la metodología del MCC propone “un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes siete preguntas”. Ver Figura 1.

## 2.4. Confiabilidad Operacional

Según la normativa de PDVSA MM-01-01-01 (2015), la Confiabilidad Operacional, “es la filosofía de trabajo orientada en una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la productividad; además lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional. La Confiabilidad Operacional cuenta con cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo.”

Adicionalmente, según el autor Amendola (2002), define la Confiabilidad Operacional como “la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico”. Ver Figura 2.

**Figura 1.** Las siete preguntas del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

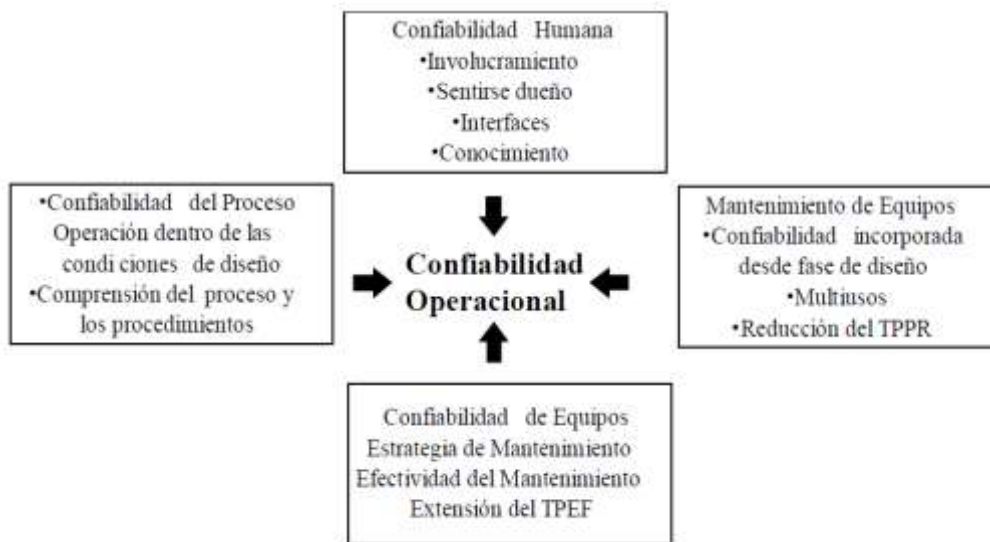


**Fuente:** Amendola (2002).

Por otra parte, según el autor Duran (2000), señala que “las empresas que enmarcan la Confiabilidad Operacional dentro del Mantenimiento, están pasando por alto una serie de aspectos que pueden mejorar su productividad. Por el contrario, quienes aceptan el proceso con el enfoque sistémico, e implantan metodologías de mejoramiento continuo, adquieren una serie de ventajas competitivas para enfrentar el cambiante mundo de hoy.”

Sin embargo, los autores antes citados coinciden que se debe buscar un equilibrio entre sus cuatro parámetros operativos, los cuales son: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; con el objetivo de mantener un proceso productivo estable y libre de fallas inesperadas. En base a estos criterios la presente investigación pretende establecer las estrategias de gestión de mantenimiento soportadas en el historial de fallas que presentan los sistemas de generación eléctrica con el propósito de incrementar la confiabilidad operacional de los mismos; tomando en cuenta el factor humano y el contexto operacional, sin lo cual, no se podría cerrar el ciclo de confiabilidad operacional de un productivo.

**Figura 2.** Sistema de Confiabilidad Operacional.



**Fuente:** Amendola (2002)

### 3. Metodología

#### 3.1. Tipo de investigación

De acuerdo al propósito de estudio se caracteriza por ser de tipo de investigación descriptiva, debido que su alcance será de proponer las estrategias de gestión de mantenimiento para sistemas de generación eléctrica de la industria petroquímica venezolana, con la finalidad de formular estrategia de gestión que reflejen el incremento de la confiabilidad para sistemas de generación eléctrica objeto de estudio de la investigación.

Por otro lado, la investigación es de campo según Arias (2012), “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes”. El referente al estudio en cuestión, la obtención de los datos la investigación de campo serán obtenidos directamente de la Industria Petroquímica Venezolana que tienen los sistemas de generación eléctrica, es decir, que en base a los datos originales cuya fuente se considera primaria, a fin de describir e interpretar la problemática existente.

#### 3.2. Diseño de la investigación

Para el autor Hurtado (2010), el diseño de investigación hace explícitos los aspectos operativos de la misma. Si el tipo de investigación se define con base en el objetivo, el diseño de investigación define el procedimiento. La presente investigación de campo, será fundamenta en la recolección de los datos de la realidad donde se presentan los acontecimientos, por lo tanto se puede decir que es no experimental, como lo refleja según Palella (2012) que define, el diseño no experimental, es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable.

En tal sentido, el investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto en este diseño no se construye una situación específica si no que se observa las que existen.



### 3.3. Población y Muestra

Al desarrollar la investigación formal, se considera una exigencia establecer los parámetros donde se contextualizará el estudio; desde este punto de vista es fundamental determinar el ámbito donde se llevará a cabo el mismo, y en consecuencia; el espacio donde se realizará, así como los sectores e individuos a los cuales se abordara en la investigación.

Según Hurtado (2010), define la población como un conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar y que se enmarcan dentro de los criterios de inclusión. De igual forma, según Chávez (2007), identifica la población como el universo de la investigación, constituida por características o estratos para distinguir los sujetos, sobre los cuales se pretende generalizar los resultados y según Arias (2006) define población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

En consecuencia, el objeto de estudio de la investigación se encuentra ubicada dentro de las tres Unidades de Producción Socialista (UPS): Ana María Campos (UPSAMC), Hugo Chávez (USPHCH) y José Antonio Anzoátegui (UPSJAA), las cuales se presenta en el Cuadro 1, así mismo la población de los sujetos que conforma cada UPS encargados de velar por el proceso operacional de los sistemas de generación eléctrica movidas por turbinas a gas o vapor se ilustra en la Cuadro 2.

La muestra selecciona para esta investigación fueron los 24 sujetos de la Unidad de Producción Social Ana María Campos para la aplicación de la encuesta conformada por 40 ítems con las alternativas de siempre, casi siempre, algunas veces, casi nunca y nunca, para dar respuesta a los objetivos específicos en base a sus cuatro (04) dimensiones que son; (a) Situación actual de la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica, (b) Impacto del factor humano dentro del contexto operacional, (c) Criterios de mantenimiento y (d) Cumplimiento del programa de trabajo.

**Cuadro 1.** Sistemas de Generación Eléctrica en la Industria Petroquímica Venezolana.

SISTEMAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	UPSAMC	USPHCH	UPSJAA	TOTAL
Turbogeneradores a Gas.	3	2	0	5
Turbogeneradores a Vapor.	2	0	0	2
<b>Total:</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>

**Fuente:** Pequiven 2019.

### 3.4. Análisis e interpretación de los resultados

Según el autor Vidal (2009), define la técnica de análisis de datos como “la selección de ciertos criterios haciendo referencia de herramientas como, tipo de métrica de las variables utilizadas, cualitativas y cuantitativas”. En continuación de lo antes expuesto, según Grande (2009), para hacer un estudio descriptivo se utiliza estadísticas de tendencia central o de posición, también de dispersión.

En el procedimiento de distribución de frecuencia para un análisis de variables cuantitativas, si la(s) variable(s) no toma(n) muchos valores diferentes se puede discretizar y calcular su distribución de frecuencia, cada valor con su frecuencia; si por el contrario, como es habitual, tiene numerosos valores, los valores se distribuyen en clase y se obtiene la frecuencia de cada clase. En tal sentido, para contrastar los objetivos el investigador se elaboró el baremo, ver Cuadro 3.

#### 4. Resultados

La información obtenida de los sujetos responsables del manejo operativo de los sistemas de generación eléctrica de la Unidad de Producción Social Ana María Campos en base a las siguientes dimensiones: (a) Situación actual de la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica, (b) Impacto del factor humano dentro del contexto operacional, (c) Criterios de mantenimiento y (d) Cumplimiento del programa de trabajo.

**Cuadro 2.** Población de Sujetos de los Sistemas de Generación Eléctrica en la Industria Petroquímica Venezolana.

CARGO	UPSAMC	UPSHCH	UPSJAA	TOTAL
Superintendente de Servicios Industriales	1	1	1	3
Supervisor de Sección Generación Eléctrica	1	1	1	3
Supervisor de Maniobras Eléctricas	1	1	1	3
Ingeniero de Producción de Generación Eléctrica	1	1	1	3
Supervisor de Turno	4	4	0	8
Panelista de Electricidad	4	4	0	8
Operador de Turbogeneradores a Gas	4	4	0	8
Operador de Turbogeneradores a Vapor	8	0	0	8
<b>Total:</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>44</b>

Fuente: Pequiven 2019.

**Cuadro 3.** Baremo de Evaluación para el Instrumento de Medición

ALTERNATIVAS	VALOR	INTERVALOS	CATEGORÍAS
Siempre	5	4,20 – 5,00	Muy Alta Gestión
Casi Siempre	4	3,50 – 4,19	Alta Gestión
A Veces	3	2,50 – 3,49	Moderada Gestión
Casi Nunca	2	1,50 – 2,49	Baja Gestión
Nunca	1	0,01 – 1,49	Muy Baja Gestión

Fuente: Acevedo, 2019.

Finalmente, por medio de los estadísticos de la media aritmética se presenta el comportamiento presentado por las variables cuyo promedio fueron de 3,35 para la variable de Confiabilidad para sus dos dimensiones y del 3,37 para la variable de Gestión de Mantenimiento para sus dos dimensiones. Al comparado el valor obtenido de las dos variables en estudio con el Baremo de Medición (Cuadro 3), se ubican ambas variables en la categoría de Moderada Gestión de Mantenimiento. Donde en términos generales el promedio general fue de 3,36 para estar ubicado en la categoría de Moderada Gestión de Mantenimiento. Ver Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Evaluación de la Confiabilidad de la Gestión de Mantenimiento Actual para Sistemas de Generación Eléctrica de la Unidad de Producción Social Ana María Campos.

DIMENSIÓN	PROMEDIO DE LA DIMENSIÓN	MANIFESTACIÓN DE LA DIMENSIÓN
Dimensión # 1: Situación Actual de la Confiabilidad de los Sistemas de Generación Eléctrica	3,26	Moderada Gestión de Mantenimiento
Dimensión # 2: Impacto del Factor Humano dentro del Contexto Operacional	3,44	Moderada Gestión de Mantenimiento
<b>PROMEDIO VARIABLE: CONFIABILIDAD</b>	<b>3,35</b>	
<b>MANIFESTACIÓN DE LA VARIABLE</b>	<b>MODERADA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	
Dimensión # 3: Criterios de Mantenimiento	3,29	Moderada Gestión de Mantenimiento
Dimensión # 4: Cumplimiento del Programa de Trabajo	3,44	Moderada Gestión de Mantenimiento
<b>PROMEDIO VARIABLE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>3,37</b>	
<b>MANIFESTACIÓN DE LA VARIABLE</b>	<b>MODERADA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>PROMEDIO GENERAL</b>	<b>3,36</b>	
<b>MANIFESTACIÓN GENERAL</b>	<b>MODERADA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	

**Fuente:** Acevedo, 2019.

Lo que quiere decir, que la Gerencia de Mantenimiento de Servicios Industriales de la Unidad de Producción Social Ana María Campos que es el responsable del mantenimiento de los Sistemas de Generación Eléctrica, refleja la necesidad de formular Estrategias de Gestión de Mantenimiento para los Sistemas de Generación Eléctrica con el propósito de incrementa su confiabilidad y garantizar una servicio de electricidad estable y confiable a las plantas del proceso de la Unidad de Producción Social Ana María Campos

En el mismo orden de ideas se puede decir que la estrategia es el proceso mediante el cual se formulan, ejecutan y evalúan acciones que permitan mejorar la conducción de las organizaciones en forma proactiva al logro de su misión, visión y objetivos, es una herramienta que nos permite planificar actividades incorporando aspectos cualitativos y cuantitativos, trazando el curso de actividades a seguir con base a los proyectos, programas y metas.

En base a los resultados obtenidos, se logró evidencia que la gestión de mantenimiento actual de los sistemas de generación eléctrica de la Unidad de Producción Social Ana María Campos presentan debilidades en cuanto a las dimensiones de: Situación actual de la confiabilidad de los sistemas de generación, Impacto del factor humano dentro del contexto operacional, criterios de mantenimiento y cumplimiento del programa de trabajo. Dentro del desarrollo de la presente investigación se propone las siguientes estrategias de gestión de mantenimiento para incrementar la confiabilidad de los sistemas de

generación eléctrica de la industria petroquímica venezolana:

- 1.-Establecer políticas y metas que estén adaptadas a la situación actual de la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica.
- 2.-Conformar equipos multidisciplinario de mantenimiento.
- 3.-Efectuar un programa de capacitación del personal de mantenimiento y producción con recursos propios de la organización.
- 4.-Lanzamiento de una campaña de divulgación de los planes de mantenimiento predictivo y preventivo.
- 5.-Administrar los recursos de ejecución de la gestión de mantenimiento.
- 6.-Efectuar una evaluación de la vida útil de los equipos de los sistemas de generación eléctrica.

## 5. Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones derivadas de los objetivos específicos planteados de la investigación y del análisis de los resultados obtenidos al aplicar el instrumentos de recolección de datos a la muestra selecciona de la Unidad de Producción Social Ana María Campos de la Industria Petroquímica Venezolana.

Con los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de medición y una confiabilidad del 0,9090 al aplicar el coeficiente de Alfa de Cronbach, se determinó que la gestión de mantenimiento actual presenta debilidades en sus cuatro (4) dimensiones tales como: Situación actual de la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica, Impacto del factor humano dentro del contexto operacional, criterios de mantenimiento y cumplimiento del programa de trabajo.

Por último, para cumplir con el quinto objetivo específico que es proponer las estrategias de gestión de mantenimiento para sistemas de generación eléctrica, con los resultados obtenidos por la aplicación del instrumento de medición, reflejan debilidades en la gestión de mantenimiento actual quedando en la categoría de Moderada Gestión de Mantenimiento con un promedio de respuesta de 3,36 de los sujetos encuestados. Con la aplicación las seis estrategias propuesta en la presente investigación permitirá mejor la gestión de mantenimiento y conducirá al incremento de la confiabilidad de los sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana, lo cual aportará a mantener e incrementar la producción de las plantas de proceso y se disminuirá las paradas no programadas de los sistemas de generación eléctrica en la industria petroquímica venezolana.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Adrianza, L. (2011). *Evaluación de la Gestión de Mantenimiento de Servicios de Reparaciones Mayores Ejecutados en Turbinas a Vapor*. Trabajo de grado. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Postgrado. Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela. Disponible en: [http://tesis.luz.edu.ve/tde\\_busca/archivo.php?codArchivo=4087](http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/archivo.php?codArchivo=4087). [Consulta: 2017, Diciembre 3].
- Amendola, Luis (2002). *Modelos Mixtos de Confiabilidad*. Publicado por Datastream. Available: <http://www.mantenimientomundial.com/libro-amendola.aspx>.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración*. Editorial Episteme Oriol Ediciones. Caracas, Venezuela.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. ISBN: 980-07-8529-9.

- Available: <https://www.researchgate.net/publication/301894369>. [Consulta: 2016, Octubre 24]
- Carmona, A., Ortega, A. & Sánchez, A. (2012). *Generación de Energía por Pedaleo*. Trabajo de grado. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Available: [www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.../Tesis.pdf?...1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.../Tesis.pdf?...1). pp. 6. [Consulta: 2018, Febrero 7].
- Chávez, N. (2007). *Introducción a la investigación educativa*. Segunda Edición. Maracaibo: Ars Gráfica, S.A.
- Chirino, S. (2016). *Estrategia para la Gerencia de Mantenimiento de las Gabarras de Perforación que operan en el Lago de Maracaibo*. Trabajo de grado. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana. Departamento de Investigación. Centro de Investigación y Postgrado. Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela.
- Díaz, O. (2013). *Estrategia de mantenimiento en las turbinas a gas de la industria petrolera*. Trabajo de grado. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Postgrado. Maracaibo. Estado Zulia. Venezuela. Disponible en: [http://tesis.luz.edu.ve/tde\\_busca/arquivo.php?CodArquivo=7087](http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/arquivo.php?CodArquivo=7087). Consulta: 2017, Diciembre 3].
- Durán, José (2000). *Qué es Confiabilidad Operacional?* Revista Club Mantenimiento. Año 1. N° 2. Setiembre 2000. Available: [club\\_mantener@sinectis.com.ar](mailto:club_mantener@sinectis.com.ar).
- Grande y Abascal (2009) *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*, 12ª Edición. Editorial ESIC. Available: [http://sgfm.elcorteingles.es/SGFM/dctm/MEDIA02/CONTENIDOS/201409/08/00106524190748\\_\\_\\_1\\_.pdf](http://sgfm.elcorteingles.es/SGFM/dctm/MEDIA02/CONTENIDOS/201409/08/00106524190748___1_.pdf).
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la Investigación Holística*. Tercera Edición. Venezuela.
- Moubray, J. (2004), *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*, Edición en Español. ISBN: 09539603-2-3. Publicado por Aladon Ltd.
- Palella, S & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Tercera Edición. Editorial Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. ISBN: 980-273-445-4 Available: <https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf>. [Consulta: 2017, Junio 21].
- PDVSA MM-01-01-01 (2015). *Definiciones de Mantenimiento y Confiabilidad*. Manual de Mantenimiento Normas de Petróleos de Venezuela, S.A. PDVSA.
- Quinet (2019). *Sistemas de Generación de Energía*. Available: <https://www.quiminet.com/articulos/sistemas-de-generacion-de-energia-41889.htm>. [Consulta: 2019, Marzo 4].
- Vidal (2009). *Análisis de Datos de Encuesta*. Primera Edición. Editorial UOC. ISBN: 978-84-9788-832-5. Available: [https://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=xk7I9MCJZFsC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Vidal+\(2009\)+An%C3%A1lisis+de+datos+de+encuesta,+editorial+UOC,+1ra+edici%C3%B3n&ots=eZQDgE6oT-&sig=p4DyssuMQeMLiqg5R J3wF8OGjo#v=onepage&q=Vidal%20\(2009\)%20An%C3%A1lisis%20de%20datos%20de%20encuesta%2C%20editorial%20UOC%2C%201ra%20edici%C3%B3n&f=false](https://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=xk7I9MCJZFsC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Vidal+(2009)+An%C3%A1lisis+de+datos+de+encuesta,+editorial+UOC,+1ra+edici%C3%B3n&ots=eZQDgE6oT-&sig=p4DyssuMQeMLiqg5R J3wF8OGjo#v=onepage&q=Vidal%20(2009)%20An%C3%A1lisis%20de%20datos%20de%20encuesta%2C%20editorial%20UOC%2C%201ra%20edici%C3%B3n&f=false)

**Socorro, Carolina**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8340-5238>  
[cbsocorrop@gmail.com](mailto:cbsocorrop@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín

**RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue analizar el camino de la innovación como proceso fortalecedor al desarrollo sostenible, para lo cual se fundamentó en los autores, Amoletto (2014), Burkus (2017), Domingo (2013), Puig (2012), Velásquez (2017), entre otros. Metodológicamente, fue catalogado como documental bibliográfico, manejando un método analítico, obteniéndose como reflexión final que el proceso de la innovación puede generar grandes aportes al desarrollo sustentable gracias a una correcta sistematización y experimentación de sus componentes objetivos estratégicos, que deben gestionarse coordinadamente alineando sus actividades con el impacto social y la ambiental, de manera de aportar valor que pueda generar efectos significativos al desarrollo económico, justicia social y preservación del medio ambiente.

**Palabras clave:** Innovación, desarrollo sostenible, medio ambiente.

**ABSTRACT**

The purpose of this paper is to analyze the effect of innovation as a process that strengthens sustainable development, for which it is based on the authors, Amoletto (2014), Burkus (2017), Domingo (2013), Puig (2012), Velásquez (2017) among others. Methodologically, it is cataloged as a bibliographic documentary, analytical method, obtaining as a final reflection that the process of innovation can generate great contributions to sustainable development due to a correct systematization and experimentation of its objective components and strategies, which must be managed in coordination by aligning its activities with the social impact and the environmental, in order to provide value that can generate significant effects to economic development, social justice and preservation of the environment.

**Keywords:** Innovation, sustainable development, environment

**1. Introducción**

En los últimos 15 años se ha hecho enorme hincapié en lograr el crecimiento de los países en desarrollo a fin de reducir la pobreza y mejorar las condiciones de vida. Para ayudarles a alcanzar este objetivo, muchos países adoptaron las políticas enmarcadas en el “Consenso de Washington” (aplicación de los derechos de propiedad, mantenimiento de la estabilidad macroeconómica, integración en la economía mundial y creación de un clima adecuado para el comercio). Los resultados fueron extraordinarios diversos (Hausmann, Rodrik y Velasco 2006).

Muchos países enfrentaron una escasa innovación y demanda de inversión como barreras en su desarrollo. El término “innovación” se refirió aquí a la capacidad para crear actividades más productivas y productos no tradicionales que pudieron generar rentabilidad (Hausmann et al. 2006). Los sectores

tradicionales (algodón, café, azúcar, turismo) sufrieron fuertes contracciones, sin ser compensadas con nuevas ideas en otros sectores. Esto originó bajos niveles de crecimiento, inversión y rentabilidad. La incapacidad para “descubrir” nuevas posibilidades pareció ser el principal obstáculo para el crecimiento.

A pesar de que la 4ta Revolución Industrial orienta hacia una nueva economía basada en la transición hacia nuevos sistemas a partir de la revolución digital, la estrategia de crecimiento de los países en desarrollo deberá centrarse en estimular el espíritu de empresa y crear nuevas oportunidades de comercio, implicando esto probablemente quedarse a la cola del crecimiento mundial.

La innovación fue interpretada como una ciencia reservada a ciertos privilegiados nacidos con un talento particular. A pesar de ello, fue demostrado, que no es necesario contar con habilidades ni conocimientos extraordinarios para tener capacidad de innovar con éxito, tomando en cuenta a la innovación como el viaje a lo desconocido, constituyendo por ello, un camino con incertidumbre y grandes desafíos (Domingo, 2013).

De hecho, la cuarta Revolución Industrial parte de los adelantos ya existentes, para generar sistemas más complejos que permitan el crecimiento de la economía mundial. Por consiguiente, la estrategia de desarrollo deberá centrarse en adaptarse a la velocidad de los cambios tecnológicos, estimular el espíritu de empresa y crear nuevas oportunidades de comercio, comenzando un proceso de transformación en sus modelos de negocio.

Es preciso recordar los fundamentos planteados en la Cumbre de la Tierra o Cumbre de Rio en 1992, donde se realizó un llamado de alerta al mundo respecto a la urgencia en propiciar y alcanzar el Desarrollo (Lee y Mathews, 2013). Se sabe cómo actuar, pero es imperativo encontrar respuestas a las múltiples interrogantes conceptuales y técnicas que permanecen. En este sentido, el término Desarrollo Sostenible fue mencionado con especial énfasis a partir de finales de los años 80.

Desde entonces, no han cesado los esfuerzos para definir su concepto y sus implicaciones Sostenibles. Diversos organismos multilaterales han abordado con gran agudeza no solamente las teorías generales de la sustentabilidad, sino el enfoque de temas clave con implicaciones operacionales potencialmente importantes.

Asimismo, fue pertinente destacar cuatro tipos de capital a considerar en relación con la sostenibilidad: capital humano; capital hecho por el hombre; capital natural; y capital social. Según Amoletto (2014), desde la visión del gobierno, las estrategias innovadoras del desarrollo sustentable deben asumir los problemas sociales que enfrenta la complejidad de los contextos de forma integral, no aislada uno de otro, reconociendo la interacción de los niveles global, nacional, regional y local en el diseño de políticas públicas, considerando las tres dimensiones de la sustentabilidad: lo ambiental, lo económico, y lo social.

Para ello, fue menester abordar tres puntos de vista enfocados desde diferentes perspectivas:

Desde el punto de vista Económico: entendiendo que aun cuando sus metodologías persiguen maximizar el bienestar económico dentro de las restricciones de los mercados de capitales y las tecnologías, están conscientes de la importancia del capital natural

Desde el punto de vista Ecológico: En primer lugar, las personas necesitan acceso a la energía para dejar atrás la pobreza. Pero el sector energético también tiene un potencial muy alto para reducir la pobreza a la vez que genera avances “ecológicos”. En segundo lugar: el área crucial para lograr el cambio hacia un crecimiento sostenible e inclusivo es la gestión responsable de los

recursos. En tercer lugar, es un tema de liderazgo, de crear consensos, hacer frente a los intereses creados y manejar apropiadamente las soluciones de compromiso con el fin de avanzar desde un crecimiento “sucio” y excluyente a uno sostenible e inclusivo.

Desde el punto de vista de Sociológico: donde se enfatizó que la clave del desarrollo sostenible radica en el ser humano y sus patrones de organización para el logro de soluciones son viables. La expansión de la economía mundial ha generado una mayor prosperidad, pero también desafíos para el desarrollo sostenible. En los últimos 20 años el crecimiento económico sacó de la pobreza a más de 660 millones de personas y elevó los niveles de ingresos de muchos millones más, menudo a expensas del medio ambiente.

En otras palabras, el crecimiento no fue suficientemente inclusivo. La sostenibilidad económica, por una parte, y la sostenibilidad social ambiental, por otra, han resultado ser no solo compatibles, sino también en gran medida complementarias. No sucede lo mismo con la sostenibilidad económica y ambiental, dado el crecimiento producido en gran medida a expensas del medio ambiente, por lo cual el crecimiento ecológico tendría que garantizar la sostenibilidad económica y la ambiental compaginadas.

Al igual que el capital físico o humano, el capital natural requiere de inversión, mantenimiento y buena gestión si ha de ser productivo y contribuir plenamente a la prosperidad. Para medir con precisión el avance hacia un crecimiento más ecológico, a los países les resultará útil poner en práctica la contabilidad de la riqueza integral y la valoración de los ecosistemas, junto con sus cálculos más convencionales como el PIB.

En este sentido según Burkus (2017) las empresas exitosas atienden mejor a sus empleados y exempleados, dotándolos de autonomía de gestión e incluso de recursos materiales y financieros, así como de cierto poder de decisión sobre las contrataciones en el cambiante mundo de los negocios de hoy, por lo que es necesario aceptar las propuestas de cambio y renovar la gestión empresarial.

Sin embargo, tanto la globalización como la recesión económica mermaron la capacidad de supervivencia de las empresas y nuevos emprendimientos no innovadores (Puig, 2012). Fue preciso discutir el tema del crecimiento insostenible en el largo plazo a menos que fuera socialmente innovador, inclusivo, y ecológico. Para esto último hubo de asegurar los bienes naturales de la tierra provistos adecuadamente, así como los recursos y servicios ambientales de los cuales dependen los seres humanos.

En este sentido, García (2005) planteó la innovación como conversión de ideas en productos, procesos, servicios nuevos o mejorados que el mercado valore, y la tecnología como el conjunto de conocimientos prácticos concernientes a la producción de bienes y servicios incorporados a la maquinaria y bienes de capital o presentes en documentos protegidos por sistemas de propiedad intelectual o industrial como resultado de la experiencia. Por lo tanto, aumenta la productividad de la empresa mejorando la competitividad de una región.

Asimismo, Sancho (2002) refirió la actividad de innovación como el resultado de un complejo proceso de fuertes interacciones continuas, repetidas entre diferentes elementos heterogéneos e interdependientes, tales como investigación y desarrollo, ingeniería, estudios de mercados, de usuarios, diseño de productos, procesos, canales de distribución, proveedores de equipos y materias primas, ventas, entre otros. Es decir, todo un proceso que mantiene poderosos enlaces entre la ciencia, la tecnología, los consumidores y el mercado.



El concepto de innovación social fue un concepto reciente, sobre el cual la Cepal vino trabajando desde 2004. En este trabajo, se confirmó la existencia en la región, de una explosión de innovación social como respuesta de las comunidades, las organizaciones de la sociedad civil y el gobierno en los diferentes niveles a los problemas sociales que no han podido ser solucionados con los modelos tradicionalmente utilizados. Ha sido un factor clave para mejorar las condiciones de vida de la población de la región y, sin lugar a dudas, ha representado un aporte en el avance hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y seguirá siendo fundamental para contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Desde el 2007 el Innovation Lab (I-Lab) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), promueve la aplicación de la innovación social como herramienta para mejorar la equidad en América Latina y el Caribe. Por otra parte, La Red Regional de Innovaciones Educativas, Innovemos, es un espacio interactivo, un foro permanente de reflexión, producción, intercambio, difusión de conocimientos y prácticas acerca de las innovaciones, del cambio educativo, para contribuir al mejoramiento de la calidad y equidad de la educación en sus distintas modalidades, así como de programas novedosos.

Una variedad de fallas del mercado, institucionales y de políticas indicó que el capital natural de la tierra tiende a ser derrochado, utilizado de manera ineficiente desde el punto de vista económico, sin un cálculo suficiente de los verdaderos costos sociales del agotamiento de los recursos, y sin la reinversión adecuada en otras formas de riqueza. Estas deficiencias ponen en peligro la sostenibilidad a largo plazo del crecimiento y el progreso logrados en el bienestar social.

## **2. Exposición del Tema**

### **2.1. El enfoque Sociológico sobre el Desarrollo Sustentable**

Los componentes sociales de la Sustentabilidad no son menos importantes que los económicos o técnicos. Considerar primero a las personas en un proyecto, mejora la organización social y aumenta el capital social. El tema del desarrollo sostenible es frecuentemente abordado en términos económicos y técnicos ambientales, como suele suceder en otras áreas, muchos han sido tentados con defender el paradigma, relativo a, si el aspecto económico funciona, los demás aspectos lo hacen de igual manera.

El rol de los factores sociales no es menos importante en la consecución del éxito de programas de desarrollo sustentable. De hecho, la inclusión del aspecto social en políticas y proyectos de inversión para alcanzar el desarrollo es un llamado a considerar. La sustentabilidad debe ser socialmente considerada, entendiéndose que deben abordar aspectos sociales y económicos a la vez.

Por esta razón, construir sustentabilidad, debe ser enfocada simultáneamente desde tres puntos de vista, social, económico y ambiental. Al menos dos elementos son de gran relevancia para la consecución del desarrollo sustentable. Primeramente, el juego de conceptos que contribuyan a explicar la acción social, su institucionalidad, su cultura, motivos y estímulos para regular su comportamiento entre ellos mismos y el medio ambiente.

En segundo lugar, proponer un juego de métodos sociales capaces de coordinar la acción social, inhibir el comportamiento perjudicial, crear alternativas de bienestar social y desarrollar el capital social. Dentro de la organización social se establecen mecanismos donde los beneficiados son los propios actores, sus relaciones sociales, culturales, la titularidad de los recursos con los cuales cuentan. La inclusión del factor social cobra cada vez más

importancia. Sin embargo, recientes estudios realizados por el Banco Mundial sobre 25 proyectos financiados en África, Asia y América Latina, han demostrado que desafortunadamente, 13 de ellos fracasaron en su objetivo a un plazo de 6 a 10 años de culminarse, en gran parte por experticia social.

La falla, sin embargo, obedece al hecho de la presencia o ausencia de organizaciones sociales estructuradas. La alternativa práctica debe ser el aumento, diversificación y fortalecimiento de organizaciones formales en comunidades rurales. Considerando que no es tarea fácil la formación de grupos sociales y la creación de organizaciones, es preciso sumar esfuerzos para promoverlos, pues constituyen sin duda un elemento fundamental en el retorno de beneficios, sustentabilidad de los programas de desarrollo y mejora en el manejo del ambiente.

En un mundo cada vez más interconectado, la participación ciudadana es un tema crucial para mejorar los resultados de desarrollo. Hemos observado a través de todo el mundo que cuando los ciudadanos participan y se involucran, ellos pueden ayudar a mejorar el proceso de formulación de políticas y la prestación de servicios.

## **2.2. El enfoque Ecologista sobre el Desarrollo Sostenible**

Si bien es cierto que el ecologista toma un mayor rol en las decisiones de políticas económicas, enfocan una perspectiva general, una visión a largo plazo destacada en la prevención de políticas ecológicas fortalecedoras del desarrollo socioeconómico. Tradicionalmente, la ecología, entendida como la estructura y funcionamiento del ambiente, fue considerada poco relevante en los temas relacionados con el desarrollo humano. Recientemente, esta situación ha experimentado cambios importantes, dejando claro la participación humana como elemento influyente en el uso y conservación de los recursos naturales.

La práctica de hoy día, abarca tres principios ecologistas fundamentales:

1. La actividad económica de los seres humanos es un sistema operante dentro de un ecosistema. Un desajuste en el mismo como la contaminación, por ejemplo, interfiere en el sistema de asistencia vital que sustenta a la economía.
2. En la medida que se origina crecimiento de la población y de la actividad económica, se aumenta el consumo de recursos naturales y se genera mayor volumen de desperdicios, excediendo la capacidad de los ecosistemas.
3. Algunos impactos del desarrollo causaran en alguna medida, efectos irreversibles a largo plazo en cambios ambientales.

Para ello, los ambientalistas desarrollaron una triple estrategia:

1. Estimular la integración de consideraciones ecológicas en las políticas de desarrollo económico y social.
2. Diseñar estrategias preventivas para proyectos de desarrollo
3. Demostrar mediante estas políticas ecológicas, contribución al desarrollo económico sostenible. Esto requiere una alianza con economistas para determinar tanto el costo económico del daño al ecosistema como el beneficio económico que puede generar la conservación del mismo. De esta manera podrán introducirse nuevas políticas necesarias para el desarrollo sostenible.

## **2.3. El enfoque económico sobre el Desarrollo Sostenible**

Históricamente, el desarrollo del mundo industrializado se enfocó en su beneficio económico, de allí el modelo post guerra adoptado por países en desarrollo experimento un crecimiento real. En los años 60, el tema social como por ejemplo la disminución de la pobreza, y la distribución del ingreso fue

considerado dentro de ese modelo de crecimiento. Avanzando a los 80, el modelo fue expandido nuevamente, llegándose a incorporar la definición del Desarrollo Sostenible.

Cada año, crecieron los llamados a la innovación para salvaguardar el crecimiento económico, el progreso tecnológico y la prosperidad en general. Grandes cantidades de dinero, tiempo, esfuerzos y acciones se invierten para procurar cambios productivos, inclusive buscando la colaboración, ideas y esfuerzos en los diferentes departamentos de las empresas. En ese sentido, Adner (2012) propuso que el interior mismo de las empresas, constituyera un ecosistema donde pudieran aplicarse los principios de la co-innovación.

En relación a esto, Naranjo y Calderón (2009) observaron en los últimos años, un esfuerzo por formular políticas públicas impulsoras de la generación de conocimientos científicos y el desarrollo de la innovación. Sin embargo, los efectos mayores se observan sobre avances significativos en ciencia (aumento de grupos de investigación, mejoramiento de las capacidades investigativas y en consecuencia en la producción académica) pero muy precarios en la tecnología y en innovación, es decir, no se ha logrado que estas capacidades sean estratégicas para la empresa.

Dentro de este enfoque, se centró la finalidad de incrementar la riqueza para mejorar las condiciones de vida de la sociedad, sin que se destruyera la base natural en donde se asentara la actividad humana en general. Los costos del crecimiento sostenido han sido enormes en muchos países, sin embargo, cada sociedad cuenta con condiciones específicas que han obligado a abordar la problemática y las alternativas de solución de manera diferente.

En los últimos cuarenta años se observaron múltiples cambios estructurales en Latino América, sin embargo, existen problemas que se convierten en asignaturas no resueltas agravadas con el tiempo; desigualdad, pobreza, desempleo, distorsiones sectoriales, regionales, esfuerzo científico y tecnológico raquítrico y sin dirección, desequilibrio externo permanente y finanzas públicas afectadas por el peso de la deuda pública. Ahora se cuenta con un sector exportador disfuncional al reflejarse no solamente la incapacidad de producir un saldo comercial superavitario, sino además el no funcionamiento como fuerza de arrastre al resto de las actividades económicas.

La situación económica mundial y su trayectoria generaron desequilibrios sobre los recursos tanto naturales como sociales, creando desigualdades socioeconómicas, ambientales de carácter general y regional, mostrándose en severos deterioros, poniendo en peligro la viabilidad de la sociedad. La vinculación del crecimiento económico con el impacto en los recursos naturales en el tema del desarrollo, se convirtió en una realidad tal, que los niveles de producción de riqueza logrados originaron un altísimo costo ambiental. Estos costos son el resultado de la sumatoria de dos factores: agotamiento de los recursos y degradación natural (Nadal, 2007).

### 3. Metodología

Metodológicamente, la presente investigación se consideró documental bibliográfica, pues se estudiaron los postulados teóricos referidos a la innovación y al desarrollo sustentable, analizando la información con base en la recopilación, análisis crítico e interpretación de documentos alusivos al tema, a partir de lo cual se generaron reflexiones acerca de cómo la innovación puede lograr constituir un proceso fortalecedor al desarrollo sostenible. En este sentido, Chávez (2007) definió los estudios documentales como aquellos realizados a partir de documentos o revisión bibliográfica, efectuándose en relación de fuentes escritas y no escritas. Se fundamentó entonces, en la

compilación de información a partir de documentos existentes susceptibles de ser analizados.

#### **4. Conclusiones**

A través de las consideraciones abordadas en el presente artículo intenté dar una visión del pensamiento actual en relación a temas conceptuales vinculados al desarrollo sostenible. La adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en septiembre de 2015 y la firma del Acuerdo de París sobre cambio climático en abril de 2016 fueron prueba de un claro reconocimiento por parte de la comunidad internacional de que el crecimiento económico, la reducción de la pobreza y la sostenibilidad ambiental están íntimamente ligados entre sí y son esenciales para lograr el desarrollo sostenible.

Teniendo en cuenta que el 78 % de la población pobre del mundo vive en zonas rurales, la mayor parte depende de la agricultura como medio de subsistencia, aumentar la productividad y la resiliencia de los establecimientos agrícolas, fortalecer los vínculos entre los agricultores y los mercados, y ofrecer alimentos a un precio accesible sería, por ejemplo, una de las formas concretas de poner fin a la pobreza e impulsar la prosperidad compartida.

En este contexto, si queremos encarar los desafíos sociales, económicos y ambientales, debemos considerar el conocimiento, la adaptación a los nuevos escenarios tecnológicos, las experiencias, los puntos de vista y los valores de las personas que se ven directamente afectadas.

##### **4.1. Un enfoque más eficaz**

Dadas las reformas generales difíciles desde el punto de vista político y en muchos casos infructuosos para alcanzar el desarrollo, la innovación como proceso puede sin lugar a dudas fortalecer el desarrollo sostenible y combatir los obstáculos limitantes del crecimiento. Una estrategia de desarrollo basada en ella, probablemente sería mucho más eficaz que un enfoque basado en una serie de amplias reformas administrativas e institucionales quizás incapaces de poder abordar las restricciones más limitantes del crecimiento.

Este trabajo se llevó a cabo de manera analítica, investigando las diversas concepciones planteadas sobre el desarrollo sustentable desde el punto de vista sociológico, ambiental y económico, considerando a los actores de toma de decisiones como responsables de propiciar el desarrollo de las habilidades, destrezas, capacidades de emprendimiento, gestión, que evolucionan constantemente hacia el desarrollo local y regional, proyectando un impacto en lo nacional y lo mundial.

Por ello, fue preciso establecer estrategias innovadoras impulsoras del aprovechamiento de los avances tecnológicos sin contribuir al deterioro ambiental, explorar nuevas formas de utilizar, generar y producir energía, basándose en el ecodesarrollo donde las organizaciones y empresas sean más ecológicas, entendiéndose como responsables ante el deterioro ambiental que puedan generar.

En atención a ello se desarrolló el concepto de “ecoeficiencia”, como respuesta del sector empresarial al reto del desarrollo sustentable, y como una filosofía de administración vinculante de la protección ambiental con los negocios, creando valor. Con el tiempo esta idea evolucionó a lo que hoy se podría llamar sustentabilidad empresarial, definida por Wilson (2003) como la adopción de estrategias de negocio suficientes para satisfacer las necesidades de la empresa y sus interesados, con el objetivo de lograr tanto proteger como

mantener los recursos naturales necesarios en el futuro y se favorezca el desarrollo de la sociedad.

En este sentido, fue importante destacar el impacto que la cuarta revolución industrial podrá generar en las organizaciones, haciéndose presente no solamente en los ámbitos económicos e informáticos, sino en la Cultura, la innovación, la educación y más allá del ámbito organizacional, aspectos como la organización social, la vida en las ciudades, la sustentabilidad de los recursos y el trabajo en el campo, entre otros.

La sociedad debe prepararse desde el plano cultural y educacional para asumir los retos de los próximos años. Muy probablemente surgirán nuevas carreras profesionales o el reemplazo de otras, pero adicionalmente el trabajo del futuro exigirá a los nuevos profesionales, se reinventen cada vez con mayor frecuencia, que sean innovadores y con mente abierta a los nuevos cambios cada vez más veloces.

Hubo de preguntarse, si la Cuarta Revolución Industrial consideró dentro de sus principios la definición de estrategias que permitieran mantener esta eco economía como enlace del capital natural, social y económico para el desarrollo no sólo de las tecnologías, las cuales, evidentemente pretendan mejorar la calidad de vida de la población desde variadas perspectivas, sino de las marginales condiciones persistentes en amplias regiones de los llamados países en vías de desarrollo.

La convergencia de las tecnologías digitales, físicas y biológicas para la transformación en el modo como experimentamos nuestra realidad personal y social, corren el riesgo de dejar a un lado aspectos imprescindibles para la supervivencia de una amplia porción de la población mundial, e implica, como ya se mencionó anteriormente, el resolver o potenciar las carencias que estos pueden vivenciar en la actualidad.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Adner, Ron (2012). *The wide Lens: A new strategy for Innovation*, Estados Unidos de América y Gran Bretaña. Penguin Random House.
- Amoletto, Eduardo (2014). *Hacia una gestión pública para un desarrollo sustentable*. Documento en línea: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2014/1412/sector-publico.htm>.
- Burkus, David (2017). *Bajo una nueva gestión. Como las empresas líderes están cambiando la forma de hacer negocios*. Edit. Empresa Activa. Barcelona España
- Chávez, Nilda (2007). *Introducción a la investigación educativa*. Edit. Gráfica González. Maracaibo, Venezuela
- Comisión Económica para América Latina (2018). *Temas, innovación social*. Recuperado en: <https://www.cepal.org/es/temas/innovacion-social/instituciones-innovacion-social>
- Domingo, Carlos (2013). *El viaje de la innovación*. España. Grupo Planeta
- García, Mónica (2005). *La innovación como factor de competitividad empresarial*. España. Grupo Planeta
- Hausmann, Ricardo, Rodrik Dani y Velasco, Andrés (2006). *Para acertarle al diagnóstico Un nuevo enfoque de reforma económica*. Finanzas y Desarrollo 2006, <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2006/03/pdf/hausmann.pdf>
- Lee, Keun y Mathews, John (2013). *Science, technology and innovation for sustainable development*. Estados Unidos de América. Department of Economic & Social Affairs.

- Nadal, Alejandro (2007). Medio ambiente y Desarrollo sustentable en México. México, Taurus.
- Naranjo, Julia y Calderón, Gregorio (2009). La investigación en innovación en Colombia y México. Un análisis desde la difusión en revistas científicas. Dyna, Año 77, No. 162. Medellín, Colombia. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n162/a21v77n162.pdf>
- Organización de Naciones Unidas (2015). Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm> y <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation>
- Puig, Francisco (2012). Orientación internacional y supervivencia de las nuevas empresas manufactureras. XXII Congreso Nacional de ACEDE. Madrid. Disponible: [http:// www.pnuma.org/](http://www.pnuma.org/) Consulta: octubre 05, 2018
- Sancho, Rosa (2002). Indicadores de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación. Economía Universal, No 343. Washington, D.C. Grupo Banco Mundial
- Wilson, Mel (2003). Corporate sustainability: what is it and where does it come from? <https://iveybusinessjournal.com>

**CAIDA DE PRESION CRITICA PARA EL PROYECTO DE INYECCION DE  
AGUA FASE 1 EN CAMPO BOSCAN**

**CRITICAL DRAWDOWN PRESSURE TO PHASE 1 WATER INJECTION  
PROJECT IN BOSCAN FIELD**

**Andrade Guerrero, Juan Fernando**

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-0859-5147>

[juanfer18.ja@gmail.com](mailto:juanfer18.ja@gmail.com)

Petróleos de Venezuela S.A, Venezuela

**RESUMEN**

Debido al agotamiento de las reservas de petróleo, las empresas de gran envergadura en el ámbito petrolero, han implementado la recuperación secundaria en muchos campos, esta consiste en inyectar un fluido al yacimiento (agua y/o gas), con el fin de presurizar y desplazar el hidrocarburo hacia los pozos productores aumentando el factor de recobro. En Venezuela, específicamente en yacimiento IB/BS 101 se han implementado cinco proyectos de inyección de agua, sin embargo, en muchos pozos de estos proyectos ha incrementado en el corte de agua mitigando la producción de petróleo y disminuyendo así la rentabilidad de estos proyectos. Por tanto, el objetivo de esta investigación, fue calcular del diferencial de presión crítico para mitigar la producción de agua en el Yacimiento IB/BS 101. Los referentes teóricos, fueron Montaner y Rangel (2017), Balzan J. (2010) y Bonilla (2010). La metodología de la investigación, fue de tipo No experimental, documental y transaccional con un tipo de investigación descriptivo. Dando como resultado que el incremento en el corte de agua para estos proyectos, se atribuye a exceder la caída de presión crítica. Para el caso del proyecto de inyección de agua conocido como Fase 1, se determinó que 29 de los 35 pozos presentaron ruptura (incremento excesivo en el corte de agua) y de los mismos en el 93 por ciento de los casos, la razón fue una combinación de sobreinyección y exceder el diferencial de presión crítico estimado en 730 Lpc.

**Palabras clave:** Diferencial de presión crítico, inyección de agua, ruptura, control de agua, tasa óptima de producción.

**ABSTRACT**

Due to the depletion of oil reserves, large companies in the oil field have implemented secondary recovery in many fields, consisting of injecting a fluid into the reservoir (water and / or gas), in order to pressurize and displacing the hydrocarbon to the wells will increase the recovery factor. In Venezuela, specifically in the IB / BS 101 field, five water injection projects have been implemented; however, in many wells of these projects the water cut has increased, mitigating oil production and thus reducing the profitability of these projects. Therefore, the objective of this research was to calculate the critical pressure differential to mitigate water production in the IB / BS 101 Reservoir. The theoretical references were Montaner and Rangel (2017), Balzan J. (2010) and Bonilla (2010). The research methodology was non-experimental, documentary and transactional with a descriptive type of research. As a result, the increase in water cut for these projects is attributed to exceeding the critical pressure drop. In the case of the water injection project known as Phase 1, it was determined that 29 of the 35 wells presented ruptures (excessive increase

in the water cut) and of these in 93 percent of the cases, the reason was a combination of over-injection and exceeding the estimated critical pressure differential of 730 Lpc.

**Keywords:** Critical drawdown pressure, water injection, rupture, water control, optimal production rate.

## 1. Introducción

A medida que el mundo se desarrolla, existe una mayor demanda energética la cual depende en gran parte del petróleo. El petróleo que se ha consumido ha sido convencional, por lo que la mayoría de los yacimientos han disminuido su presión sin producir petróleo por si solos. Por este motivo, se empiezan a indagar y se descubre el proceso de inyección de agua. Una vez comenzado a aplicar este método, se percataron que si no se controla el diferencial de presión manejado por los pozos productores, el agua que se inyectaba se canaliza dejando a su paso reservas en el yacimiento por lo que se empiezan a desarrollar correlaciones con el fin de obtener valores de cuanto debía ser la caída de presión óptima y de esta manera recuperar la mayor cantidad de reservas posibles evitando así la ruptura temprana en los pozos.

A medida que ha pasado el tiempo, se han desarrollado diferentes ecuaciones, pero hasta la actualidad ninguna de ellas ha sido aplicable para los proyectos de inyección ejecutados en campo Boscán, los cuales han resultado ser un hito a nivel al proporcionar resultados positivos en crudos pesados donde destaca el proyecto de expansión del piloto de inyección Fase 1.

La memoria descriptiva de este último, señala un aumento del factor de recobro en el área afectada de un siete por ciento hasta un 9.3 por ciento, estimándose un tiempo aproximado de cinco años para alcanzar la ruptura en los pozos de primera fila. Sin embargo, algunos de los pozos primera fila pertenecientes a este proyecto presentaron lo que se conoce como ruptura temprana (producción del agua inyectada antes de los cinco años), debido a diferentes causas de las cuales muchas de ellas no se han estudiado a profundidad.

Al presentarse esta ruptura, las reservas asociadas a los pozos no se extraerán completamente debido a que no se efectuara un barrido eficiente. Por tal motivo, se realiza el cálculo de la caída de presión crítica para el proyecto de inyección Fase 1, desplazándose desde el estudio de recolección y validación de la datos de presiones para poder tener confiabilidad de los datos con los cuales se cuenta, identificar los pozos que presentaron ruptura temprana para determinar posteriormente por qué ello ocurrió, determinar el caudal crítico (caudal máximo de producción) de cada uno de los pozos.

Lo anterior expresado, permite establecer límites adecuados a la producción de los pozos, a partir de la estimación de la caída de presión crítica, lo cual conducirá a evitar la canalización del agua y con esto maximizar la producción y adicionalmente recuperar la mayor cantidad de reservas ya que manejando dicha caída los pozos no presentarían ruptura temprana y el barrido sería mucho más eficiente, aumentando así los beneficios económicos.

## 2. Descripción de la investigación, objetivos y resultados

Para realizar esta investigación, se plantearon una serie de objetivos con una metodología que permitiese llegar al fin común que es el de calcular la caída de presión crítica para el proyecto de inyección de agua Fase 1, una breve descripción de la metodología junto a los resultados por objetivos será presentada a continuación.



### 3. Recopilación de las presiones dinámicas y estáticas

Para determinar la caída de presión crítica, el primer paso a seguir fue el de recopilar los datos de presiones dinámicas y estáticas para conocer la certidumbre y volumen de datos con los que se trabajaría. Para recopilar estas presiones, fue necesario realizar una búsqueda de las pruebas de presión en las carpetas de los pozos, archivos del personal, empresas de servicios que laboran en el campo y bases de datos digitales tales como: Centinela, OFM, WebChannel. Los pozos del área de estudio, producen básicamente por tres métodos de producción, bombeo mecánico, bombeo de cavidad progresiva y bombeo electrosumergible (BM, BCP y BES), lo cual incide en las características de la información recabada.

Como resultado de la búsqueda, se logró recuperar un total de 24416 pruebas dinámicas de los 35 pozos de estudio, entre las que se tienen mediciones de nivel de fluidos suministradas por las empresas de servicio (Borets, weatherford, Nov, UPCO) y mediciones a tiempo real mediante el software XSPOC que indica la presión de entrada de la bomba. En el caso de las pruebas estáticas, se recopiló un total de 1254, incluyendo en ellas pruebas MDT, Build Up (restauración de presión), estáticas convencionales y por medición de nivel de fluido. En la tabla 1, se muestra la distribución dependiendo del tipo de prueba realizada.

**Tabla 1.** Distribución de las pruebas recopiladas.

Tipo	Estática	Dinámica
MDT	9	N/A
Build Up	NO	N/A
DrawDown	N/A	115
Estática	525	N/A
Dinámica	N/A	S/I
Nivel de Fluido	687	18.986
Sensor de Fondo	33	5315

Una vez completado el proceso de búsqueda, se puede decir que se contó con unos datos de presión bastante amplios y que resultó de gran utilidad para el proyecto.

### 4. Validación de las Presiones Estáticas

Una vez recopiladas las presiones, se validaron las mismas para reducir la incertidumbre en los posteriores cálculos para darle solución a la investigación, para validar las pruebas se tomaron ciertos criterios que se mencionaran a continuación.

**a) Tiempo de cierre:** El primer parámetro para validar una prueba de presión estática fue el tiempo de cierre, para esto se analizaron los Build Up de los pozos del área (BN\_514, BN\_541 y BN\_864), cuyo tiempo de duración de las pruebas fue alrededor de 13 días, sin embargo, se determinó que el tiempo de cierre para que la presión restaure hasta alcanzar la presión promedio del yacimiento es de siete días. En base a esto, se verificó que los pozos antes de realizarle una medición estática hayan tenido tiempo de cierre cercano a siete para poder considerarse representativas.

**b) Grafico de Presión Vs Tiempo:** Permite visualizar el comportamiento de declinación de presión a lo largo del tiempo, los puntos que se salieron de tendencia no fueron descartados, sino que se indago en la historia para verificar

por qué esa desviación y de no tener explicación se descartaron los que no cumplían con dicha tendencia.

**c) Grafico de NP Vs Presión:** El tercer parámetro de validación, fueron estos gráficos que indican como declina la presión a medida que se drena cierta área del yacimiento, de igual manera los puntos para ser representativos debían seguir una tendencia o comportamiento.

**d) Presiones de cabezal:** Para las pruebas sonolog, es necesario conocer el THP y CHP estas presiones deben ser iguales (preferiblemente 0), lo que indica que el pozo ha sido desahogado, de lo contrario el gas que se libera en el anular del pozo ejercerá un efecto pistón desplazando el petróleo hacia la formación y ocasionando que la lectura de nivel de fluido no sea la indicada.

**e) Otros:** Verificar el HUD presente en el pozo, ya que si este era significativo se estaría obturando parte de la zona productora y por ende la presión no sería representativa, de igual manera sí el pozo presentaba algún trabajo de aislamiento (WSO). Otro criterio, fue el de comparar la presión suministrada por la prueba con la de pozos análogos sugiriendo que dichas presiones debían ser cercanas al estar ubicadas en los mismos bloques.

En base a todos los criterios anteriores, se procedió a validar las pruebas de presión recopiladas que fueron un total de 1254, donde 728 resultaron representativas (58 por ciento), 357 dudosas (29 por ciento), 169 fueron consideradas malas (13 por ciento). En las figuras 1 y 2 se observa el comportamiento antes y después de la validación observando que en la validada hay un comportamiento hiperbólico y similar entre los puntos, sin embargo, después de haberse iniciado la inyección existe dispersión, esto debido a que el frente de invasión no es uniforme y por ende no presuriza toda la zona de una manera equitativa.

**Figura 1.** Comportamiento de presiones no validado.



**Figura 2.** Comportamiento de presiones validado.



## 5. Identificar los pozos que presentan ruptura temprana

Para esta etapa, se realiza un análisis teórico-estadístico en el cual se estudian diferentes métodos de predicción que permitan estimar el tiempo de ruptura para los pozos primera fila del proyecto de inyección de agua, donde se utilizó la ecuación de Buckley y Leverett, donde el buzamiento del yacimiento al ser de 2° se desprecia y se toma como un empuje de tipo horizontal.

Una asunción importante para determinar los tiempos de ruptura por medio de la ecuación de buckely y leverett, fue la de asumir patrones geoméricamente “perfectos”, esto con el fin de estimar un volumen poroso uniforme y de igual manera una tasa de inyección constante para todos los pozos ya que son condiciones de la ecuación (para esto se dividió el área del patrón y la tasa de inyección entre seis). Para estimar el tiempo de ruptura teórico, se utilizó la siguiente ecuación:

$$T_{bt} = \frac{(Q_i) T_{bt}}{QI} * VP \quad \text{(Ecuación 1)}$$

En base la ecuación 1, se determinó el tiempo de ruptura para cada uno de los pozos pertenecientes a los patrones de inyección del proyecto Fase 1, dichos resultados se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Tiempos de ruptura por patrón.

Patrón	Qiny P (BAPD) Por pozo	Tbt μ 300 Cps Por pozo	Tbt μ 250 Cps Por pozo
BN_0603	658	9-15	8-12
BN_0619	813	9-15	8-15
BN_0646	709	14-20	13-15
BN_0649	692	7-14	5-12
BN_0827	873	7-12	6-9
BN_0829	788	9-12	8-11
BN_0835	711	8-12	7-12
BN_0836	698	10-13	7-14

En la tabla anterior, se observa el caudal promedio de inyección que recibió cada pozo en su primer año de inyección (tomando la asunción de caudal constante), se proporcionan los dos valores de tiempo de ruptura debido a que no se expresa un valor determinístico sino, probabilístico con las viscosidades extraídas del PVT más cercano al área (BN\_0365), para conocer si estos resultados se asemejan a la realidad se realizó el cálculo de la relación agua petróleo (RAP), sin embargo, la relación es de siete que al traducir esto a corte de agua equivale a un 80 por ciento, lo que no es posible ya que muchos pozos al alcanzar este corte son cerrados debido a que producir a tan alto porcentaje de agua es antieconómico.

Para verificar si esta ecuación aplica, se realiza un estudio estadístico visualizando el comportamiento de producción de los pozos pertenecientes a este proyecto de inyección, donde el conocimiento del campo es fundamental. Antes de iniciarse los proyectos de inyección el corte de agua de la zona no superaba un 15 por ciento, por tanto se infiere que los pozos que aumenten el corte de agua después de haberse iniciado el proyecto de inyección es debido a la producción de dicha agua, para la estadística se tomó la ruptura cuando el pozo alcance un corte de agua de

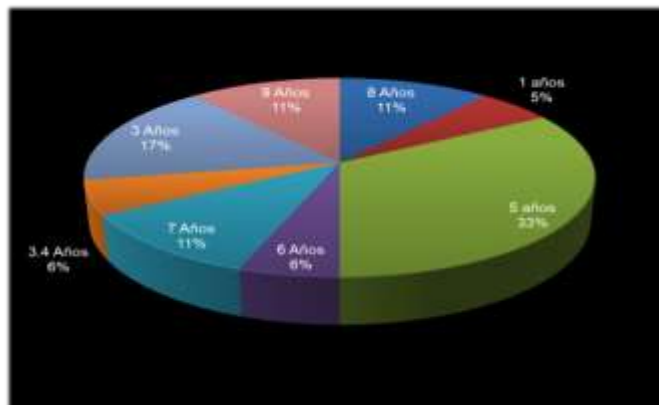
40 por ciento (basado en el comportamiento de producción de la zona y de los otros proyectos).

**Figura 3.** Ruptura en el pozo BN\_0111A.



En la figura 3, se observa el momento de la ruptura para este pozo basado en la asunción del 40 por ciento, al realizar esto para todos los pozos del proyecto, la moda de tiempo de ruptura es de cinco años lo que indica que cualquier pozo que presente ruptura en un tiempo menor a este se considera como ruptura temprana. En la figura 4, se observa la estadística aplicada al patrón

**Figura 4.** Estadística de tiempos de ruptura.



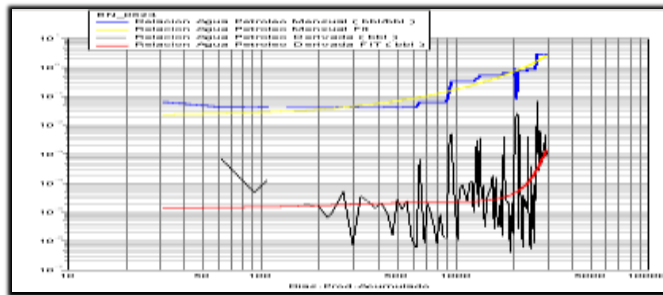
Basados en la estadística, 29 de 35 pozos presentaron ruptura (83 por ciento) de los cuales en 16 se considera ruptura temprana (55 por ciento). Al realizar la comparación teórico- estadística entre los tiempos de ruptura proporcionados por la ecuación de Buckley y Leverett y el comportamiento real del campo, se observa que no existe un cotejo entre las mismas y las diferencias son considerables, por tanto para campo Boscán esta ecuación no aplica, y las razones probablemente se deban a que el tipo de crudo para el que fue desarrollada es para un crudo mediano-liviano, donde los pozos inyectoros inyektaban a tasas constantes en formaciones homogéneas, lo que difiere en gran medida de lo observado en este proyecto.

## 6. Determinar la tasa crítica de producción

Para determinar la tasa crítica, se han desarrollado diversas correlaciones pero la aplicación de las mismas dependen de la procedencia del agua, por ende a pesar de que se conoce que el CAP se encuentra a una distancia considerable de la zona, se decide realizar los gráficos de diagnóstico de K.S. Chan para identificar cual ha sido el problema por el cual el corte de agua aumento en estos pozos (canalización o adedamiento, avance normal del acuífero, mala cementación,

conificación) y en base a los resultados obtenidos de dichos gráficos seleccionar la correlación que corresponda para determinar el caudal crítico de producción. En la figura 5, se muestra un ejemplo de lo visualizado en la mayoría de los pozos del campo.

**Figura 5.** Canalización pozo BN\_0824.



En la figura 5, se observa la canalización en un pozo específico, sin embargo, este comportamiento se visualizó en 33 de los 35 pozos primera fila de este proyecto de inyección lo que equivale al 94 por ciento del total. Conociendo esto, la única correlación aplicable para adedamiento es Dietz, esta considera un desplazamiento tipo piston sin fuga y una presión capilar de 0, al evaluar las razones de movilidad (M) bajo estas condiciones (Swc y Sor), los valores proporcionados para M fueron de 25 y 30 para las viscosidades de 250 Cps y 300 Cps respectivamente. Lo que es una variable fundamental para poder determinar la tasa crítica, a continuación, se muestra dicha correlación.

$$Q_{co} = \frac{0,488 * (p_w - p_o) * K * A * (K_{rw})_{sor} * \text{Sen}(\alpha)}{(M - 1) * \mu_w} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

En la ecuación de tasa crítica, hay una variable de suma importancia que tuvo que ser una asunción de acuerdo al campo (el significado de cada variable se muestra en la simbología de este artículo), esta asunción es el área transversal del flujo la cual se tomó como el promedio o la mitad de la longitud perpendicular entre productor e inyector, basado en la teoría de que para que el frente llegue al productor debe barrer todo el volumen poroso que se encuentre entre ambos pozos, esta longitud se multiplica por el espesor y se encuentra el área transversal de flujo.

Con estas asunciones, se calculó el caudal crítico para cada uno de los pozos productores pertenecientes a estos patrones de inyección, donde los resultados para una porción de los pozos, se observan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Caudales críticos para pozos con %AyS entre 40%-60%

Pozo	Caudal crítico 1 (BNPD)	Caudal crítico 2 (BNPD)
BN_0109	289,37	349,66
BN_0131	174,29	210,61
BN_0141A	29,87	36,09
BN_0146	18,91	22,85
BN_0147	107,73	130,17
BN_0151A	278,31	336,29
BN_0152	17,12	20,69
BN_0501	254,98	308,10
BN_0586	200,30	249,30
BN_0691	110,87	133,97
BN_0606	32,91	39,77
BN_0616A	33,48	40,46
BN_0640	137,61	166,29
BN_0652	28,35	34,26
BN_0662	112,61	136,08
BN_0718	46,44	56,12
BN_0839	148,67	179,64
BN_0841ST	60,19	72,74
BN_0854	228,95	279,66

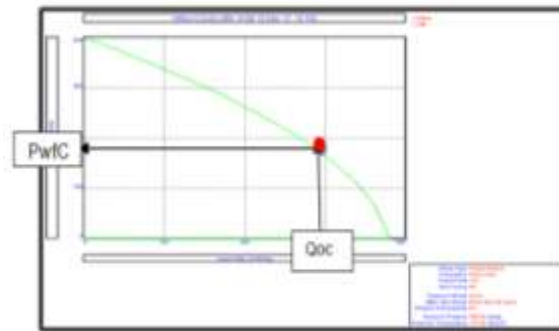
En las tablas anteriores (3,4,5) , se plasmaron los datos de los caudales críticos calculados, sin embargo, para los pozos que ya presentaron ruptura a esto se le denomina “tasa de mantenimiento”, para seguir manteniendo una producción sin ver aumento en el corte de agua, estos deberían ser los caudales manejados, la razón de utilizar ambos casos es establecer un rango, se deben respetar ya que probablemente de exceder este caudal aumente el corte de agua y disminuya la producción de crudo, disminuyendo el factor de recobro calculado inicialmente en el proyecto de inyección y por ende los beneficios económicos.

## 7. Estimar la caída de presión crítica

Para cumplir con este objetivo, fue necesario construir las curvas de afluencia para cada uno de los pozos de estudio, para esto se validó previamente las presiones estáticas, se recopilaron las dinámicas y se tiene el comportamiento de producción a esa fecha, adicional a esto se cuenta con el sumario petrofísico de donde se sustrajo la permeabilidad absoluta y se tienen las curvas de permeabilidades relativas, con estos valores se realizaron sensibilidades en las curvas de afluencia hasta que cotejara con la producción y la presión de fondo a una fecha determinada encontrando así el daño de formación y verificando si la permeabilidad relativa era la correcta.

Una vez obtenido esto, se conoce que el diferencial de presión es directamente proporcional a la producción, entonces al conocer el caudal crítico previamente calculado y teniendo la curva de afluencia se puede cortar en la misma y determinar la presión de fondo fluente crítica ( $P_{wfc}$ ), con esta presión deducida por el grafico y la presión estática validada se consigue el diferencial de presión crítico de manera teórica. En la figura 6, se muestra el procedimiento descrito anteriormente.

**Figura 6.**  $P_{wfc}$  pozo BN\_0109.



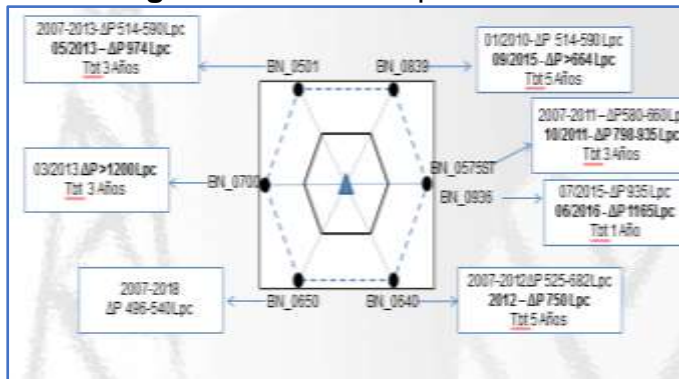
En la figura 6, se observa el procedimiento aplicado para la totalidad de los pozos, cabe destacar que los resultados suministrados se categorizaron de igual manera como se hizo previamente con las tasas críticas (por corte de agua) se plantean las presiones de fondo críticas que debieron de haber manejado las bombas para crear un diferencial de presión crítico, el cual aportara los máximos beneficios económicos y a su vez se evite el riesgo de producir agua de inyección.

Cabe destacar que la caída de presión crítica solo se ve afectada por el proyecto de inyección ya que esta impacta directamente en la presión estática del yacimiento y a su vez podría (si no se tiene un monitoreo continuo de la bomba) crear un mayor diferencial al estimado y por ende inducir una ruptura temprana, canalizando el agua de inyección y dejando reservas recuperables detrás del frente de invasión. Para los pozos que no presentaron ruptura hasta la fecha, se deben

manejar diferenciales de presión menores a los estimados por correlación para evitar inducir a una ruptura.

Al comparar las producciones que aportarían estos diferenciales con la real, solo 17 pozos (48,5 por ciento) presentan una producción económicamente atractiva para el campo (>80 BNPD), por lo que se decide realizar un análisis estadístico, esto en base a que muchas de las tasas no resultan rentables al manejarse a dichos diferenciales y adicionalmente, esta ecuación no considera parámetros tales como las presiones, el volumen de inyección y las presiones manejadas por el resto de los pozos pertenecientes al patrón lo que repercutirá en la ruptura. Para el análisis estadístico, se estudian los comportamientos por patrón determinando los diferenciales que manejan cada pozo a los cuales no presentan ruptura y los diferenciales que probablemente influyeron en la ruptura de los mismos. Este análisis se muestra en la figura 7.

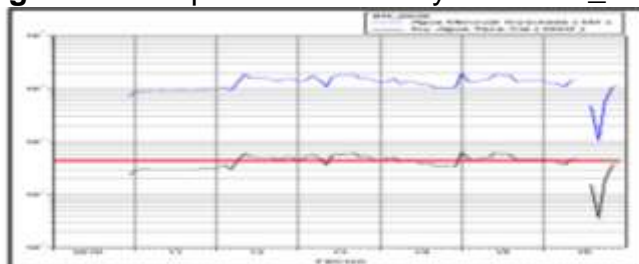
**Figura 7. Análisis del patrón BN\_0836**



En la figura 7, se muestra el patrón de inyección BN\_0836, donde a cada uno de los pozos se le toma un diferencial al cual produjo con un corte de agua estable y un diferencial el cual probablemente indujo a la ruptura, cabe destacar que el diferencial de presión no debe tomarse como un valor aislado, sino como un conjunto ya que si una serie de pozos maneja diferenciales similares y uno de ellos aumenta ese diferencial el agua tendrá a desplazarse a una mayor velocidad y volumen hacia ese punto. Este análisis se ejecutó para los ocho patrones de inyección bajo las mismas premisas.

Al determinar los diferenciales manejados en los patrones, se toma otro factor de análisis siendo este el de las tasas de inyección ya que a mayor tasa la velocidad a la cual avanza el frente será mayor, de igual manera la probabilidad de que ocurra una canalización es mayor debido a la razón de movilidad elevada del campo (4,6 en promedio). En la figura 8, se muestra el comportamiento de inyección para el patrón BN\_0836.

**Figura 8. Comportamiento de Inyección BN\_0836.**



En la figura 8, se observa el comportamiento de inyección real por día y el acumulado, la línea roja es la tasa constante a la cual la empresa Energy Technology Company (ETC) sugiere que sea la tasa inyectable por día de acuerdo a la simulación numérica de yacimientos, sin embargo, se observa que en algunas

fechas ocurre el fenómeno de la sobre-inyección lo que acelera el avance del frente e induce a que algunos pozos presenten ruptura temprana. Este fenómeno (sobre-inyección), se observa en siete de los ocho patrones de inyección que conforman este proyecto, lo que lleva a pensar que esto sumado a los altos diferenciales de presión que se manejan en algunos patrones ocasione la canalización y por ende generan Bypasses de petróleo.

En base a estos estudios, conociendo los diferenciales de presión manejados por cada uno de los pozos a determinadas fechas, las tasas de inyección que probablemente recibió cada pozo y el comportamiento de producción, se realiza el análisis estadístico, el cual se efectuó dividiendo los pozos por categorías como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Distribución de los pozos según su permeabilidad.

Categoría	K(mD)	Frecuencia	Porcentaje %
A	> 900	5	15,1515152
B	700-899	7	21,2121212
C	500-699	10	30,3030303
D	300-499	4	12,1212121
E	< 300	7	21,2121212
Total		33	100

En la tabla 6, se observa el número de pozos distribuidos de acuerdo a la permeabilidad, la razón que para el estudio se toman 33 y no 35 pozos es que existen dos pozos (BN\_141A y BN\_501) que presentan gran incertidumbre con los datos de presiones y por tanto no se consideran para la estadística. Se seleccionó la distribución por permeabilidad, ya que se piensa que a mayor permeabilidad el diferencial de presión que deben manejar los pozos es menor para evitar canalizar el agua, en base a esto se realizó el siguiente análisis.

**Tabla 4.** Estadística Pozos categoría A

Pozo	K md	DP real Lpc	Correlación	Supero	Ruptura temprana
BN_0109	1109	750-900	451-625	SI	SI
BN_0843	915	1200	108-131	SI	SI
BN_0854	949	1400	447-555	SI	SI
BN_0640	1075	750	322-409	SI	SI
BN_0700	933	1300	1070	SI	SI
DDC		<730			

En la tabla 7, se refleja que para los pozos categoría "A" cada vez que se superó la caída de presión estimada mediante correlaciones el pozo presento ruptura y para el 100 por ciento de los casos la misma fue temprana. El valor de 730 Lpc, surge en base a una moda determinada ya que los pozos al alcanzar valores cercanos a 730 Lpc comienza a notarse en el comportamiento de producción un aumento en el corte de agua, por ende, para los pozos con permeabilidades mayores a 900 mD el diferencial de presión crítico se encuentra alrededor de 730Lpc.

Este mismo procedimiento, se aplicó para los pozos categoría B, C, D, E, donde se observó que, sin importar la permeabilidad, o cualquier otra variable a la cual se asocie los pozos, el diferencial de presión que causa inestabilidad de los fluidos en el yacimiento está en el rango de los 730 Lpc, por lo tanto, este es el valor de la caída de proyecto de inyección denominado Fase 1. Aunado a este factor, hay ciertas variables que se deben considerar para los futuros proyectos de inyección y estos son principalmente el evaluar los diferenciales de presión que se manejan en los pozos asociados a los diferentes patrones y el volumen de inyección que reciben los pozos productores.



## 8. Conclusiones

En 29 de 35 pozos se presentó el fenómeno conocido como ruptura, de esos 29 pozos en 16 se consideró ruptura temprana y entre esos 16, 11 pozos presentaban el método de levantamiento BES, 3 BM y 2 BCP, lo que indica que los pozos con el método BES son los más propensos a canalizar el agua por altos diferenciales y velocidades de bomba que manejan.

La principal causa de ruptura, fue el manejar los pozos por encima del diferencial de presión crítico, las altas tasas de inyección y el descontrol de las presiones en los patrones, por ende, no se debe ver este factor puntual sino como un conjunto de variables que afectan la ruptura

Los patrones de inyección que se manejaron de manera deficiente fueron los patrones BN\_0827 y BN\_0836, estos patrones presentaban sobreinyección y los diferenciales de presión manejados en estos patrones fueron excesivos, resultando que para el patrón BN\_0827 cinco de seis pozos presentaron ruptura temprana y para el patrón BN\_0836 cinco de los siete pozos del patrón presentaron ruptura temprana.

Producir el pozo por debajo del diferencial de presión crítico estimado, para este proyecto y de igual manera extrapolar este valor (730Lpc) al proyecto del área central ya que la zona en términos geológicos y petrofísicos es similar a la de este proyecto, proporcionando así una tasa de producción estable con un mínimo de corte de agua y por ende garantizando el mayor recobro tanto volumétrico como económico.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Arbeláez, Pernalete, Soto y Vivas (2017). Informe de resultados 2016 del proyecto de inyección de agua Campo Boscán.
- Balzan (2010). Control de la alta producción de agua en los pozos del bloque IV del yacimiento Urdaneta-01. Universidad del Zulia.
- Bonilla (2010). Control de la producción de agua mediante la determinación de la tasa crítica y la aplicación de geles modificadores de permeabilidad relativa en el yacimiento B-SUP y VLG3729 del campo Ceuta. Universidad del Zulia.
- Hernández (2014). Tasa crítica para el control de la producción de agua en el área sur de Campo Boscán. Universidad del Zulia.
- Jeana (2016). Inyección de Agua como Alternativa para Mantener la Productividad en Yacimientos de Gas Condensado. Politécnico Santiago Mariño.
- Montaner y Rangel (2017). Caracterización geológica del yacimiento IB/BS 101 en el área de inyección y mantenimiento de presiones, Fase de Expansión, del Campo Boscán, Municipio Cañada de Urdaneta, Estado Zulia.
- Orlando (2017). Procesos de Inyección de Agua en Yacimientos Maduros Pertenecientes a Campo Boscán. Zulia. Politécnico Santiago Mariño.
- Paris Magdalena de Ferrer (2001). Inyección de agua y gas en yacimientos petrolíferos.
- Thais (2014). Recuperación Mejorada de Petróleo Mediante la Inyección de agua en el Yacimiento IB/B 101 del Campo Boscán. Politécnico Santiago Mariño.

CIDETIU037

**MEDIDOR VIRTUAL DE PRODUCCIÓN PARA ESTIMAR EL FLUJO  
MASICO EN POZOS PETROLEROS**

PRODUCTION VIRTUAL MEASURER TO ESTIMATE THE MASIC FLOW IN  
OIL WELLS

**Andrade Guerrero, Juan Fernando**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0859-5147>  
[juanfer18.ja@gmail.com](mailto:juanfer18.ja@gmail.com)

**(Venezuela)**

Universidad Rafael Bellosó Chacín (Urbe), Venezuela

**Arellano, José Luis**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1126-694X>  
[Cvxmex@gmail.com](mailto:Cvxmex@gmail.com)

Chevron Corporation, México

**RESUMEN**

La medición y cuantificación de los fluidos provenientes de los yacimientos petroleros ha representado un reto, esto se debe a la complejidad de analizar el flujo multifásico (petróleo, gas y agua) y su comportamiento desde el fondo del pozo hasta la superficie. Con base en esto, se realizó esta investigación cuyo objetivo fue desarrollar un medidor basado en la transferencia de calor que ocurre para estimar la producción de pozos petroleros. Los referentes teóricos que fundamentaron la investigación, fueron Núñez L. (2018), F. Sun, Y. Yao y X. Li (2017) y Lin E. y Reyes D. (2017). En cuanto a la metodología, la investigación fue cuasi-experimental, transaccional y documental de tipo proyectiva cuya técnica de acopio de información fueron bases de datos analizadas con matrices. Dicho medidor, fue creado en función de 43 pozos estudiados y muestreados proporcionando un cotejo aproximado del 98 por ciento con un error menor al 10 por ciento entre valores reales y calculados, lo que permitió estimar las tasas de petróleo por pozo y por yacimiento con gran certidumbre y a bajos costos. De esta manera se obtuvo la capacidad de aporte por pozo, optimizó la producción, predijo caudales, validaron niveles de fluido, determinando las reservas remanentes y estimando la vida productiva restante de los pozos contando con un parámetro de referencia para comparar la volumetría en el punto de entrega y/o fiscalización.

**Palabras clave:** Medición de Producción, Optimización de Producción, Análisis Nodal, Potencial del Pozo, Niveles de Fluido.

**ABSTRACT**

The measurement and quantification of the fluids coming from the oil fields has represented a challenge, this is due to the complexity of analyzing the multiphase flow (oil, gas and water) and its behavior from the bottom of the well to the surface. Based on this, this research was carried out whose objective was to develop a user based on the heat transfer that occurs to estimate the production of oil wells. The theoretical references that based the research were Nuñez L. (2018), F. Sun, Y. Yao and X. Li (2017) and Lin E. and Reyes D. (2017). Regarding the methodology, the research was quasi-experimental, transactional and documentary of a projective type whose information gathering technique was databases and special degree works analyzed with matrices. This meter was created based on 43 wells studied and sampled, an approximate comparison of 98 percent with an error of less than 10 percent between real and calculated values, which will estimate the oil rates per well and per reservoir with great

certainty. and at low costs. In this way, the contribution capacity per well was obtained, optimized production, predicted flow rates, validated fluid levels, determining the remaining reserves and estimating the remaining productive life of the wells, counting on a reference parameter to compare the volumetry at the point. Delivery and / or inspection.

**Keywords:** Production Measurer, Production Optimization, Nodal Analysis, Well Potential, Fluid Level.

## 1. Introducción

La medición y cuantificación de los fluidos provenientes de los yacimientos petroleros ha representado un reto, esto se debe a la complejidad de analizar el flujo multifásico (petróleo, gas y agua) y su comportamiento desde el fondo del pozo hasta la superficie. Con base en esto, se han desarrollado medidores de flujo, los cuales permiten medir el volumen para cada uno de los fluidos y contando con dichas mediciones se conocerá la capacidad de producción por pozo. Los medidores de flujo, deberían estar integrados a cada uno de los pozos, sin embargo, la adquisición de los mismos resulta costosa (aunado a esto requieren capacitación del personal y constante calibración para que las lecturas sean representativas).

En el Campo AJX, un conjunto de pozos no cuenta con medidores de flujo, adicionalmente se cuenta con pocas pruebas de producción y por tanto no se conoce cuanto realmente se produce por pozo. Esto genera una incertidumbre en la volumetría diaria producida en el Campo, trayendo consigo descontrol en cuanto a la medición.

De acuerdo con lo anteriormente expresado, la posibilidad de incrementar la producción a través de optimizaciones de los sistemas de levantamiento resultan complejas, por lo que surge la necesidad de medir la tasa de petróleo producida por pozo. Para esto, se realizó un medidor virtual de producción (MVP) utilizando como principios las leyes de transferencia de masa y energía (en forma de calor), para estimar una tasa de producción con un grado de precisión cercano al real y de esta manera conocer cuánto es la capacidad de cada uno de los pozos y así mismo ahorrar volúmenes importantes de dinero a la corporación en cuanto a medición de Campo se refiere.

## 2. Descripción de la investigación, objetivos y resultados

Para realizar esta investigación, se plantearon una serie de objetivos con una metodología que permitiese llegar al fin común de desarrollar de un medidor virtual de producción basado en la inferencia para los pozos, una breve descripción de la metodología junto a los resultados por objetivos será presentada a continuación.

## 3. Principios del MVP

En este Campo, se toman pocas pruebas de producción y se cuentan con pocas mediciones pozo a pozo, por lo que se tiene incertidumbre en la volumetría diaria producida ocasionando descontrol de la medición y solo se conoce cuanto se produjo en un punto de entrega. Para desarrollar el medidor virtual basado en inferencias que permita mitigar la incertidumbre y conocer la producción real por pozo, el primer paso a seguir fue el de identificar y estudiar cuales variables influyen en el sistema del pozo y así mismo en su producción neta. Dichas variables son descritas a continuación:

- 1) Presión de entrada de la Bomba (PIP): Este parámetro, depende directamente de la velocidad de la bomba (RPM, Hz, SPM), donde a mayor velocidad menor será la presión de fondo y se generará un diferencial de presión mayor, ocasionando un incremento en la tasa de producción del pozo.
- 2) Presión en el Cabezal (WHP): Si la presión de cabezal es muy alta, se crea una contrapresión en el pozo que impacta de manera negativa la producción.
- 3) Profundidad de la bomba (L): A mayor profundidad de bombeo la carga de fluido que deberá vencer la presión de descarga será mayor, por lo que a mayor distancia o profundidad de la bomba la producción será menor.
- 4) Diámetro de la tubería ( $\emptyset$ ): A mayor diámetro de la tubería, mayor será el área de flujo y por tanto la producción de fluido será mayor. Aunque este diámetro, crea problemas como colgamiento y resbalamiento de fases.
- 5) Grados  $^{\circ}$ API: A mayor gravedad  $^{\circ}$ API, mejor calidad presentará el hidrocarburo y por tanto su densidad será menor, intrínsecamente la viscosidad viene relacionada con la densidad por lo que el petróleo fluirá de mejor manera y a mejor calidad de crudo la producción será mayor.
- 6) Corte de Agua (Wc): A mayor corte de agua, mayor será la cantidad de fluido que estará fluyendo por la tubería, por tanto, se considera directamente proporcional. Aunque un diámetro muy grande con caudales bajos genera colgamiento y resbalamiento entre fases.
- 7) Viscosidad del petróleo ( $\mu$ ): La viscosidad se define como la capacidad que tiene el fluido de fluir o la resistencia al flujo, por tanto, a mayor viscosidad menor será la producción.
- 8) Factor Volumétrico del Petróleo ( $\beta_o$ ): Este parámetro, se utiliza para normalizar las condiciones de fluido de fondo a superficie, al ser mayor la producción será impactada negativamente porque se necesitará un volumen mayor en fondo para producir un barril a condiciones estándar.
- 9) Daño de Formación (S): Representa una restricción de flujo presente en la cara de la arena así como también la rugosidad de la tubería, lo que ocasiona que, al presentar un número elevado, la producción se vea afectada negativamente.
- 10) Relación Gas- Petróleo (RGP/GOR): A mayor relación Gas-Petróleo, será mayor la tasa de producción hasta alcanzar el punto crítico y llegar a pérdidas por fricción (la consideración es explicada en páginas siguientes).

En este parámetro, se considera intrínsecamente la presión de burbuja utilizando ciertos valores multiplicadores para valores elevados de RGP (para este yacimiento considerado mayor a 800 PCN/BN). Estos multiplicadores, se justifican en base a tres parámetros:

- a) Basados en la curva de rendimiento, a mayor RGP/GOR se presentará un efecto de fricción dentro de la tubería de producción impactando directamente en la producción de petróleo. Tal efecto puede visualizarse en la figura1.

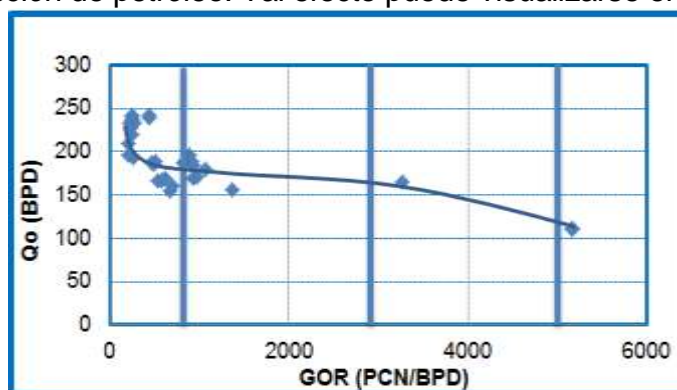


Figura 1. Comportamiento  $Q_o$  Vs Gor.

En la figura 1, se visualiza el impacto de la fricción generada por el GOR en la producción de petróleo. Al alcanzar el punto crítico, comenzará la declinación de producción, este efecto depende directamente de la presión de yacimiento, donde a mayor presión de yacimiento el punto crítico será a un GOR mayor.

**b)** Asimismo, los multiplicadores se sustentan en los cambios en el índice de productividad ( $\Delta IP$ ). Al alcanzar la presión de saturación, se presentará automáticamente un aumento en el GOR y asimismo una disminución en el índice de productividad, entonces se tendrá que  $IP1 \geq IP2$ , siendo  $IP1$  el índice por encima del punto de burbuja e  $IP2$  por debajo del mismo.

**11)** Coeficiente de transferencia de calor ( $\dot{U}$ ): Este parámetro está directamente relacionado al corte de agua, a mayor transferencia de calor quiere decir que el corte de agua es mayor y por tanto la producción será mayor. El principio de transferencia de calor de este medidor es por convección.

Para estimar este parámetro, fue necesario tomar algunas muestras en algunos pozos obteniendo la presión de entrada de la bomba (PIP) y el corte de agua, de allí se verificó el comportamiento de  $\dot{U}$  y se realizó una correlación polinómica con un factor de confiabilidad positivo, generando así la correlación general para los pozos del Campo, la cual se muestra a continuación.

$$\dot{U} = (-1,4 E-4 * Wc^2 + 0,2136 * Wc - 0,90999) * 1,9 \quad (\text{Ecuación 1})$$

**12)** Diferencial de temperaturas ( $\Delta T$ ): Mientras exista una diferencia mayor entre la temperatura ambiente y la temperatura objetivo (usualmente en la línea de producción), mayor debe ser la producción porque la cedencia térmica será mayor. Dicha toma, debe realizarse con una cámara térmica cuyo resultado se muestra en la figura 2.



**Figura 2.** Lectura térmica del pozo AJX1025.

En la figura 2, se visualizó la temperatura en la línea de producción y la temperatura ambiente, el éxito de la medición consiste en tomarla en la línea de producción ya que la presión es constante y se evita la expansión del gas a lo largo de la misma lo que ocasionaría una pérdida de calor considerable y por ende repercutiría en los resultados del modelo. Cabe destacar, que el muestro térmico de los pozos debe ser realizado a las mismas horas por día para poder calibrar el modelo y minimizar los errores que pudieran presentarse.

**13)** Área expuesta al flujo (**AEF**): Se refiere al área cañoneada o expuesta al flujo en la cara del pozo. Para el caso de este Campo los pozos presentan completaciones a hoyo abierto, por lo que el área expuesta al flujo es igual a la arena neta petrolífera. A mayor área expuesta, mayor producción, por tanto, esta variable es directamente proporcional a la misma.

#### 4. Planteamiento de la ecuación MVP

Una vez conocidos los parámetros que influyen en la productividad de un pozo, se plantea utilizar la proximidad directa e indirecta, la cual consiste en la distribución de variables que estabilizan y desestabilizan para obtener una ecuación que permita llegar a un resultado, en el numerador solo irán variables las cuales sean directamente proporcionales a la tasa de producción mientras que en el denominador solo estarán variables que sean inversamente proporcionales a la tasa de producción, tal como se muestra a continuación.

$$Q_o = \frac{AEF, RGP, API, W_c, \phi, \dot{U}, \Delta T}{PIP, WHP, L, \mu_o, S, \beta_o}$$

Una vez conocidos estos parámetros, se procedió a desarrollar el modelo matemático basado en la inferencia lógica para determinar la tasa de producción de petróleo, dicha ecuación la cual se muestra a continuación.

$$Q_o = \beta \cdot \dot{U} \cdot \Delta T$$

(Ecuación 2)

En la ecuación 2, se presenta el modelo matemático transferencia de calor donde el factor  $\beta$  va en función de lo siguiente:

$$B = f(W_c, GOR, API, \mu, PIP, L, WHP, AEF, S,$$

Una vez formulada la ecuación, se procedió a seleccionar los pozos de estudio y los resultados correspondientes se compararon con los obtenidos de algunas pruebas reales. Para validar que la ecuación representa de manera certera la producción de cada uno de los pozos el margen de error permisivo (diferencia entre el valor real y el calculado) fue del 10 por ciento, el cual se estimó con la ecuación 3.

$$\%Error = \frac{(Q_o \text{ real} - Q_o \text{ estimado})}{Q_o \text{ real}} * 100$$

(Ecuación 3)

Así mismo, otro parámetro utilizado para validar que la ecuación resulta representativa fue la probabilidad. Dicho parámetro representa la frecuencia o cantidad de pozos que presentaron un caudal estimado con un error menor al 10 por ciento sobre el total de pozos de estudio. Esta probabilidad es expresada empíricamente en la ecuación 4.

$$P = \frac{\text{Pozos con Ocurrencia}}{\text{Total de Pozos}} * 100$$

(Ecuación 4)

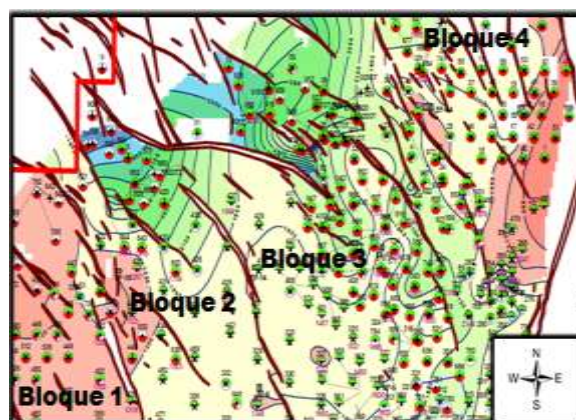
Para considerar el medidor virtual como un instrumento válido para la medición de los pozos del Campo, se debe contar con una probabilidad mayor al 80 por ciento de los casos junto a un error máximo del 10 por ciento, en base a lo anteriormente planteado se presenta en los resultados para cada una de las áreas del Campo.

## 5. Resultados obtenidos con el MVP

Considerando los principios anteriores, se realizó la estimación de producción para las áreas Norte, Central y Sur del Campo, asimismo, dichas zonas fueron divididas en bloques para obtener la mayor representatividad con ciertas correcciones pertinentes por zona. Lo anteriormente mencionado, se justifica debido a que el Campo presenta dos mecanismos de producción (empuje hidráulico y gas en solución), lo que induce a que las zonas presenten comportamientos de producción diferentes.

- **Resultados área norte**

El área norte, fue dividida en términos estructurales en los bloques 1, 2, 3 y 4 (partiendo de las fallas más importantes del área), donde solo se cuenta con información de pozos del bloque dos y tres del mismo. Dichos bloques, pueden ser visualizados en la figura 3.



**Figura 3.** División estructural del Área Norte.

Delimitados los bloques, se realizó el cálculo para los pozos pertenecientes a los mismos, sin embargo, los comportamientos de producción para ambos bloques son similares por lo que se utilizó una ecuación generalizada proporcionando los siguientes resultados.

**Tabla 1.** Evaluación estadística pozos del Área Norte.

<b>ÁREA NORTE, BLOQUES 3 Y 4.</b>				
Pozo	Qoreal	Qomv	Error	Match
AJX1005	188	173,40	7,77	Y
AJX1011	67	71,39	6,55	Y
<b>AJX0917</b>	<b>185</b>	<b>312,23</b>	<b>68,77</b>	<b>N</b>
AJX920	251	243,08	3,16	Y
AJX971	284	294,71	3,77	Y
<b>TOTAL</b>	<b>975</b>	<b>1094,80</b>	<b>18,00</b>	<b>N</b>
<b>CORREGIDO</b>	<b>790</b>	<b>782,57</b>	<b>5,31</b>	<b>Y</b>

La tabla 1, muestra el porcentaje de error de los pozos pertenecientes al Bloque Norte, donde el error promedio es de 18 por ciento, con una probabilidad de ocurrencia del 80 por ciento, sin embargo, está condicionado debido a que el pozo AJX917 es commingled, por lo cual es descartado, mientras que el resto de los pozos están completados solo en una arena. Con base en esto, el error promedio es de 5,31 por ciento con un porcentaje de acierto del 100 por ciento y una diferencia entre los barriles reales y estimados de 7,43 BPD.

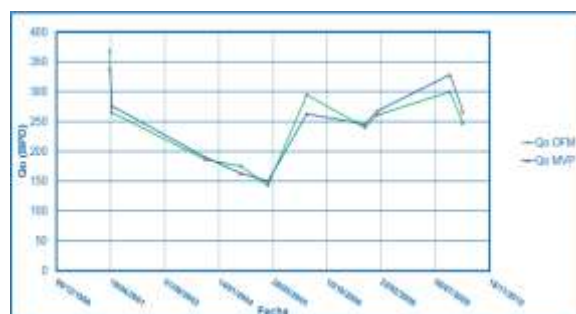
Este mismo procedimiento, se realizó para las áreas Norte y Sur y el restante de los bloques de área central, donde se obtuvieron resultados satisfactorios teniendo un cotejo para el 97,5 por ciento de los pozos muestreados, asimismo el error promedio fue de 5 por ciento para la muestra de pozos y una diferencia de 66 barriles (aproximadamente 3 barriles de desviación por pozo) por lo que el medidor virtual de producción basado en inferencia lógica presenta un cotejo preciso con respecto a la producción real y pueden ser tomadas como parámetro de referencia las lecturas del mismo y así tener una idea de cuánto es la producción por pozo y/o yacimiento.

## 6. Simulación histórica de producción

Para validar la eficiencia y efectividad del medidor virtual de producción, se procedió a realizar una comparación histórica entre la producción real de los pozos de estudio y la estimada por medio del medidor virtual de producción basado en inferencia lógica, donde se seleccionaron dos pozos del Área Norte, cuatro del Área Sur y cuatro para el Área Central. Dichos resultados, pueden ser visualizados a continuación.

1) **Área Norte:** Para esta área, se seleccionaron los pozos AJX852 y AJX639, donde se estimó la producción para ciertas fechas en las cuales se contó con presiones de entrada a la bomba validadas junto con el comportamiento de producción. De este análisis, se obtuvo un margen de error promedio del 6 por ciento para el pozo AJX639 donde la diferencia en barriles más elevada fue de 29 barriles (diferencia entre 369 BPD valor real y 340 BPD proporcionados por el medidor).

Asimismo, el error promedio histórico para el pozo AJX852, fue del cuatro por ciento con un error máximo del seis por ciento a nivel histórico, donde la mayor diferencia de producción se encontró en 9 barriles (284BPD valor real y 295 BPD proporcionados por el medidor). En resumen y basados en la comparación, se tuvo una diferencia mínima por lo tanto la ecuación satisface el comportamiento histórico y se torna representativa de la historia de producción de los pozos de esta área. La comparación histórica entre la producción real y la estimada por el MVP para el pozo AJX639 se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Comparación histórica para el pozo AJX639.

Este procedimiento fue realizado para los pozos AJX906, AJX356, AJX565 y AJX492 del área central y AJX688, AJX730, AJX195 del área Sur obteniendo en ambos casos resultados satisfactorios. Finalizado el análisis histórico para los pozos estudiados, se obtuvo que el medidor virtual es una herramienta que permite obtener información histórica con un alto grado de fiabilidad en casos donde no se cuente con una información confiable, y de esta manera poder realizar reconstrucciones de producción por data ausente, lo que proporciona un valor agregado y una información útil para las predicciones de comportamiento y la estimación de reservas a través de gráficos de declinación de producción.



## 7. Capacidad y optimización de producción

Al contar con una producción estimada con un alto grado de certidumbre (98 por ciento aproximado), se decidió anexar un parámetro que permitiese conocer si el pozo produce a su máximo potencial o si el mismo necesita de alguna optimización en el sistema de levantamiento para alcanzarlo. Por tal motivo, se incluyó al medidor de flujo, el cálculo de la máxima tasa de producción por pozo (AOF) en función de las propiedades de la roca, fluidos y capacidad energética del yacimiento.

Estadísticamente, los pozos del Campo deben producir cerca del 66 por ciento de su máxima capacidad ( $P_{wf} = 0$ ) y al superar el valor de 61 por ciento se infiere que el pozo se encuentra optimizado, por tanto, se decidió dividir la curva de afluencia en tres tramos para conocer cuánto debería ser la producción y que a su vez esta fuera la tasa óptima del pozo de estudio.

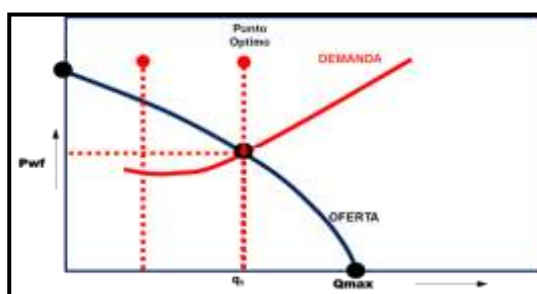


Figura 5. Punto óptimo de producción en la curva de afluencia.

En la figura 5, se observa la ubicación del punto óptimo de operación en la curva de afluencia. Con base en lo anteriormente planteado, se tiene la premisa que si la lectura del pozo es menor al 61 por ciento del AOF se puede aumentar la producción por lo que se requerirá de un análisis nodal y a su vez una optimización del sistema de levantamiento. De esta manera, el medidor virtual de producción además de permitir obtener una lectura confiable de la producción del pozo a un costo bajo permite identificar desviaciones rápidamente para optimizar los mismos, disminuyendo la producción diferida y aumentando el ganancial económico.

## 8. Conclusiones

La ecuación planteada, en función de dos leyes termodinámicas fundamentales (flujo másico y calorífico) permite predecir el comportamiento de producción de los pozos completados en las áreas Norte, Sur y Central con un alto grado de certidumbre y con un margen de error mínimo.

El medidor reproduce con un alto grado de certidumbre el comportamiento histórico del Campo lo que lo convierte en una herramienta poderosa para el análisis de producción y/o yacimientos en Campos donde no se cuente con data histórica o la misma no sea confiable.

La inclusión del AOF de los pozos al MVP, permitió conocer si el pozo estaba optimizado o no, y con base en esto se recomienda realizar análisis nodal para alcanzar la máxima tasa en los mismos. Esto se traduce en una herramienta poderosa ya que se incrementará la producción y por ende el recobro económico.

El MVP, permite estimar la producción de los pozos nuevos y nuevas localizaciones, mitigando la incertidumbre y permitiendo a su vez realizar los análisis económicos correspondientes.

El medidor virtual es una herramienta que permite obtener información histórica con un alto grado de fiabilidad en casos donde no se cuente con una información confiable, y de esta manera poder realizar reconstrucciones de

producción por data ausente, lo que proporciona un valor agregado y una información útil para las predicciones de comportamiento y la estimación de reservas a través de gráficos de declinación de producción.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Botello J. (2012). Mejores prácticas para la medición de hidrocarburos.
- Cárdenas M. (2014). Descripción técnica de un sistema de medición de flujo multifásico con tecnología ciclónica 8REMMS) y análisis de los resultados que este proporciona en beneficio de la industria petrolera.
- F. Sun, Y. Yao, X. li y Pengliang. (2017). Características de la transferencia de calor y el flujo en el calentamiento de pozos costa afuera y su análisis junto con su rendimiento.
- F. Sun, Y. Yao y X. Li (2017). Características de calor y transferencia de masa de vapor sobrecalentado con gases no condensados en pozos horizontales con múltiples puntos de inyección.
- García y Arellano. (2011). Modelo matemático para el desarrollo de un medidor térmico de flujo másico de bajo costo.
- X. Song, Y. Shi, R. Yang, G. Wang, R. Zheng y J. Li. (2018). Simulación numérica del comportamiento de la extracción de calor en sistemas de mejoramiento geotérmico para pozo multilaterales.

CIDETIU038

## APLICACIÓN DEL CLORURO FÉRRICO COMO COAGULANTE DURANTE EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE UNA INDUSTRIA PROCESADORA DE HARINA

APPLICATION OF FERRIC CHLORIDE AS A COAGULANT DURING THE TREATMENT OF EFFLUENTS FROM A FLOUR PROCESSING INDUSTRY

**Mejías Donaldo Gabriel**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6548-2117>  
[donaldo.mejias@gmail.com](mailto:donaldo.mejias@gmail.com)

Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt  
Zulia. Venezuela

**Villalobos La Cruz Enrique Alberto**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4346-2769>  
[kiquevilla@gmail.com](mailto:kiquevilla@gmail.com)

Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt  
Zulia Venezuela

**Carrasquero Ferrer, Sedolfo José**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4725963X>  
[scarrasquero@fing.luz.edu.ve](mailto:scarrasquero@fing.luz.edu.ve)

. Universidad del Zulia  
Maracaibo, Venezuela

### RESUMEN

Las aguas residuales procedentes de las industrias procesadoras de harina se caracterizan por presentar concentraciones de sólidos totales y materia orgánica que sobrepasan los límites establecidos vigentes en la normativa venezolana para la descarga en cuerpos de agua contemplado en el decreto 883. Se evaluó la eficiencia de un tratamiento fisicoquímico de coagulación, floculación, sedimentación y filtración utilizando cloruro férrico como coagulante. Este estudio se llevó a cabo utilizando aguas residuales provenientes de una industria procesadora de harina. La caracterización del agua residual se realizó mediante la medición de los parámetros: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, sólidos totales, fósforo total, color, turbidez, pH y alcalinidad total. El tratamiento se llevó a cabo mediante la realización de corridas exploratorias con dosis del coagulante los cuales oscilaron entre 20 y 500 mg/L, mediante el uso del equipo de prueba de jarra, el cual reproduce las condiciones en las cuales se producen en una planta de tratamiento. El rango de concentración evaluado del cloruro férrico permitió alcanzar un porcentaje de remoción de turbidez de 99% para una turbiedad inicial de 212 NTU, un porcentaje de remoción de color de 88% con valores de color inicial de 175 UC, un porcentaje de remoción de DQO de 73% para valores de DQO inicial de 744 mg/L, utilizando como dosis óptima de 40 mg/L. El tratamiento con el cloruro férrico con una dosis de 40 mg/L permitió alcanzar una DQO residual de 199, 8 mg/L cumpliendo con la normativa vigente venezolana.

**Palabras Clave:** coagulación, cloruro férrico, efluente industrial, eficiencia, tratamiento fisicoquímico.

### ABSTRACT

The wastewater from the flour processing industries is characterized by presenting concentrations of total solids and organic matter that exceed the limits established in current Venezuelan regulations for discharge into water bodies contemplated in Decree 883. The efficiency of a physicochemical

treatment of coagulation, flocculation, sedimentation and filtration using ferric chloride as a coagulant. This study was carried out using wastewater from a flour processing industry. The characterization of the residual water was made by measuring the parameters: biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, total nitrogen, total solids, total phosphorus, color, turbidity, pH and total alkalinity. The treatment was carried out by means of exploratory runs with doses of the coagulant which ranged between 20 and 500 mg / L, through the use of the jug test equipment, which reproduces the conditions in which they occur in a plant. of treatment. The evaluated concentration range of ferric chloride allowed reaching a turbidity removal percentage of 99% for an initial turbidity of 212 NTU, a color removal percentage of 88% with initial color values of 175 UC, a removal percentage of 73% COD for initial COD values of 744 mg / L, using the optimal dose of 40 mg / L. Treatment with ferric chloride at a dose of 40 mg / L allowed a residual DQQ of 199.8 mg / L to be achieved in compliance with current Venezuelan regulations.

**Keywords:** coagulation, ferric chloride, industrial effluent, efficiency, physicochemical treatment.

## 1. Introducción

Las aguas residuales procedentes de las industrias procesadoras de harina se caracterizan por presentar concentraciones de sólidos totales y materia orgánica que sobrepasan los límites establecidos por la normativa venezolana para la descarga en cuerpos de agua, contemplados en el Decreto 883 (Gaceta oficial, 1995). Una cantidad excesiva de sólidos es peligrosa para los peces y otras formas de vida acuática por la obstrucción de los órganos respiratorios (branquias), reducción de la intensidad de la radiación luminosa y modificación de las cadenas alimenticias (Azabache et al. 2020).

Los procesos de coagulación y floculación son una parte importante del tratamiento de aguas residuales. La coagulación es el proceso de acondicionamiento de partículas suspendidas para promover su aglomeración, producir partículas más grandes las cuales pueden ser más fácilmente eliminadas en los procesos de tratamientos posteriores (Maldonado et al.2013). La floculación conduce a la formación de una estructura más grande que sedimenta con facilidad. Este proceso se utiliza comúnmente para eliminar la materia orgánica en suspensión y el color.

Existen varios productos que se emplean como coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas naturales y residuales, como sulfato de aluminio, policloruro de aluminio, cloruro férrico y polímeros sintéticos, entre otros.

Los coagulantes inorgánicos basados en el hierro como elemento metálico tienen una gran aplicabilidad en el campo del tratamiento de aguas residuales, en concreto el cloruro férrico se emplea masivamente en la depuración de efluentes urbanos e industriales al igual que otras sales de hierro (Carrasquero et al.2015)

El cloruro férrico usado como coagulante, tiene ventajas al compararlo con otros coagulantes, entre las que se destacan su efectividad en amplios rangos de pH y temperatura formando un floculo más pesado con mayor velocidad de asentamiento, generando iones trivalentes de mayor peso molecular (Carrasquero et al. 2015). El cloruro férrico puede trabajar con pH tan bajo como 4 y tan alto como 11, reacciona con la alcalinidad del agua o con cal para formar un floculo de hidróxido férrico (Carrasquero et al 2015)

En esta investigación se evaluó la eficiencia del cloruro férrico como coagulante en el tratamiento de aguas residuales generadas por una industria procesadora de harina a través de la prueba de jarra a escala laboratorio.

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Calidad del Agua y la salud pública**

La calidad del agua se define no solo por sus parámetros físicos, químicos y biológicos, sino también por la naturaleza de su origen, la concentración de impurezas que contenga, el sistema de abastecimiento empleado y su uso final. Los estándares de calidad del agua dependerán del uso al que vaya a destinarse: consumo humano (para beber, cocinar e higiene personal y doméstica), producción de alimentos (agricultura y ganadería), industria o medio ambiente (ACF, 2011).

Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo tienen graves consecuencias en la salud de las personas, es por eso que son necesarias las medidas destinadas a mejorar su calidad (OMS, 2011). Existen diferentes estándares de calidad, y muchos países tienen sus propias normativas de referencia. No obstante, los más reconocidos, a nivel mundial, son los proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (ACF, 2011). En Venezuela, las Normas sanitarias de calidad del agua potable (Gaceta Oficial, 1998) son las que establecen los requisitos organolépticos, físicos, químicos, microbiológicos y radiactivos que debe cumplir el agua potable.

### **2.2. Parámetros Fisicoquímicos del agua**

#### **2.2.1. Color:**

El color verdadero en el agua se debe a la presencia, en solución, de diferentes sustancias, como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. Es el color del agua, de la cual se ha eliminado la turbidez. El término color engloba no solo este aspecto debido a sustancias disueltas, sino también a las materias en suspensión, y se determinándose en la muestra original, sin filtrarla o centrifugarla. El color puede determinarse por espectrofotometría o por comparación visual.

Este último resulta más sencillo, y consistiendo en la comparación de la muestra con soluciones coloreadas de concentraciones conocidas. El método estandarizado utiliza patrones de platino-cobalto, y la unidad de color (UC Pt-Co) es la producida por 1 mg/L de platino, en la forma de ion cloroplatinato (Severiche, 2013).

#### **2.2.2. Turbidez:**

La turbidez es el aspecto nebuloso que tiene el agua por la presencia de partículas en suspensión o de tipo coloidal (residuos orgánicos, arcillas, organismos microscópicos, materia inorgánica, entre otros). La turbidez está relacionada con la aceptación del agua de consumo por parte de los usuarios (ACF, 2011). La turbidez es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales, aquellas que por su tamaño se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado (Barrenechea, 2004).

Una turbidez elevada permite que los microorganismos se fijen a las partículas en suspensión, por lo tanto, la calidad bacteriológica del agua turbia resulta sospechosa.

### **2.2.3. Alcalinidad:**

La alcalinidad del agua es la medida de su capacidad para neutralizar la adición de ácidos, es decir, corresponde a la medida de los compuestos del grupo de aniones de ácidos débiles, capaces de reaccionar con los iones  $H^+$ . Este parámetro es importante en el efecto amortiguador del agua, determina la variación del pH con la adición de ácidos débiles o bases, especialmente durante el proceso de tratamiento (floculación y desinfección) (ACF, 2011). Por lo general, se debe a su contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, aunque otras sales o bases también favorecen la alcalinidad (Severiche, 2013). La alcalinidad es uno de los parámetros más importantes en el tratamiento del agua, pues influye directamente en la coagulación, al reaccionar con coagulantes hidrolizables.

### **2.2.4.pH:**

El pH o potencial de hidrógeno mide la concentración de iones  $H^+$  en el agua, indicando si el agua es ácida (pH desde 0 hasta 7) o alcalina (pH desde 7 hasta 14), siendo el valor 7 el neutro. Es indicativo de un gran número de equilibrios fisicoquímicos, y depende de muchos factores, incluyendo el origen del agua (ACF, 2011).

La determinación del pH es importante. Debe realizarse con frecuencia, durante el proceso de tratamiento de agua, ya que, cuando hay un pH óptimo de floculación, se obtiene el mejor tipo de floculo y, por lo tanto, una mejor decantación. Esto, debido a que la eficacia de los coagulantes depende del control del pH del sistema (OPS/CEPIS, 2002) (ACF, 2011).

### **2.2.5. Sólidos totales:**

Los sólidos totales (ST) se refieren al material tanto orgánico como inorgánico, disuelto y suspendido, presente en el agua. Su determinación está condicionada por la temperatura y la duración de la desecación, y se basándose en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una cápsula (previamente tarada), tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante a 103-105°C (Severiche, 2013).

### **2.2.6. Sólidos suspendidos totales:**

Los sólidos suspendidos totales (SST) se determinan en el laboratorio, mediante el incremento de peso que experimenta un filtro de fibra de vidrio (previamente tarado), tras la filtración al vacío de una muestra de agua que, posteriormente, es secada, a peso constante, a 103-105°C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales, en suspensión, de la muestra filtrada. La diferencia entre los sólidos totales y los sólidos disueltos totales permite estimar los sólidos suspendidos totales (Severiche, 2013)

### **2.2.7. Sólidos disueltos totales**

Los sólidos disueltos totales (SDT) son las sustancias que permanecen después de filtrar y evaporar a sequedad una muestra bajo condiciones específicas. Se determinan mediante el incremento de peso que experimenta una cápsula tarada, tras la evaporación en ella de una alícuota de la muestra, previamente filtrada y que, posteriormente, es secada, a peso constante, a 180°C, temperatura a la cual, el agua de cristalización está prácticamente

ausente. El contenido de sólidos disueltos puede estimarse, por diferencia, entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos totales (Severiche, 2013).

### **2.3. Nivel, tipo y diseño de la investigación**

Según Hurtado (2008), el nivel de la investigación es integrativo y comprende la modalidad más compleja de la investigación, la de tipo evaluativa, dado que su objetivo será evaluar la efectividad del almidón, obtenido de los residuos de plátano (*Musa-paradisiaca* L), como coagulante natural en el proceso de potabilización de aguas. A través del uso de una prueba de jarras, aplicado dentro de un contexto determinado, dado que los resultados que se buscan son específicos y se orientan hacia la solución de un problema concreto.

Una investigación evaluativa intenta resolver una situación, llenar un espacio o necesidad, a través de la aplicación de un programa de intervención, el cual es evaluado en el transcurso de la investigación. En este tipo de investigación, se contrastan los resultados, después de la intervención, con los obtenidos en el diagnóstico inicial (Hurtado, 2008).

La presente investigación se enmarcó dentro de un diseño experimental de laboratorio, porque el investigador recolectó la información dentro de un ambiente creado por sí mismo, como lo es el sistema de tratamiento a escala laboratorio. Estando en un contexto bajo el cual el investigador interviene y modifica las variables o condiciones experimentales, tales como tipo de coagulante natural, el almidón de desechos de plátano, caracterización fisicoquímica, dosis de coagulante, pH, condiciones de operación. De igual manera, la presente investigación se enmarca en un diseño transaccional contemporáneo, ya que, en ella, se recolectará la información en un solo momento de tiempo (presente). Además, es de tipo unieventual.

## **3. Metodología**

### **3.1. Muestreo de agua residual.**

El agua residual industrial proviene de una empresa multinacional productora de alimentos en Venezuela ubicada en el kilómetro 3.5 carretera vía Perijá, la empresa fundamentalmente se dedicada a la producción y distribución de harina de trigo para consumo familiar e industrial. La recolección del efluente se realizó de acuerdo a los patrones establecidos en el Método Estándar, usando el método 1060 Recolección de muestras y preservación (APHA y col., 2017). La captación del efluente se realizó a través de un muestreo aleatorio simple de manera manual tomando el agua residual de la tanquilla de la empresa en recipientes de plástico limpios con capacidad de 20 y 25 L y fueron llevados al Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (DISA) de la Universidad del Zulia, para ser preservados a una temperatura de 4 °C, con el fin de garantizar sus características iniciales.

### **3.2. Caracterización del agua residual.**

La caracterización del efluente se realizó aplicando los procedimientos establecidos en el Método Estándar (APHA *et al.* 2017). Los parámetros fisicoquímicos que se midieron en la caracterización fueron los siguientes: pH (4500-H+B), DQO (5210-B), DBO<sub>5,20</sub>(5210-B), Turbidez (2130-B), sólidos totales (ST) (2540-B), sólidos suspendidos totales (SST) (2549-D), nitrógeno total Kjeldahl (NTK) (4500-N<sub>org</sub>B), nitrógeno nitrito (N-NO<sub>2</sub>) (4500-B), nitrógeno nitrato (N-NO<sub>3</sub>) (4500-E) y alcalinidad total (2320-B).

### **3.3. Montaje y operación del tratamiento fisicoquímico.**

El tratamiento fisicoquímico se llevó a cabo con el uso del equipo de prueba de jarra, la cual es una técnica usada extensamente para determinar la dosis óptima de coagulante que proporcione la mejor eficiencia de remoción. En ella se trató de simular los procesos de coagulación, floculación y sedimentación a escala de laboratorio (Mejías et al.2018).

La prueba de jarra se realizó en un equipo con un agitador múltiple de seis paletas de velocidad variable (Phipps and Bird Inc, Modelo No. 300) el cual creó turbulencia simultánea en cada uno de los seis vasos de precipitado reproduciendo de esta forma las condiciones de coagulación-floculación que se producen en una planta de tratamiento de aguas.

En primer lugar se agregó 500 ml de agua residual a cada uno de los vasos de precipitado tomando uno de éstos como control, seguidamente se ajustó el pH del agua, luego se agregaron las diferentes dosis de coagulante y se realizó un mezclado rápido a 100 rpm por 1 minuto, luego una mezcla lenta a 30 rpm por 20 minutos para aumentar el contacto entre las partículas coaguladas y facilitar el desarrollo de flóculos grandes y se finalizó el proceso con la fase de sedimentación en el cual se dejó el agua en reposo por un lapso de 30 minutos (Mattei y col., 2005, Koohestanian y col., 2008, Carrasquero y col 2017).

Cabe destacar que el pH del agua residual fue ajustado según el tipo de coagulante utilizado, se utilizó ácido clorhídrico (HCl, 0,1N) para obtener pH menores al neutro e hidróxido de sodio (NaOH, 6N) para obtener pH básicos.

Después del período de sedimentación, se procedió a captar una muestra del sobrenadante en un punto situado aproximadamente 2 cm por debajo de la parte superior del nivel de líquido de cada vaso de precipitado, para la determinación de los parámetros fisicoquímicos: DQO, color, turbidez, ST, pH y alcalinidad total (Hanan., 2009, Carrasquero y col 2017). El efluente clarificado posteriormente se filtró usando filtros de grado cualitativo N° 1 de 15 cm de diámetro, para medir nuevamente los parámetros fisicoquímicos DQO, ST, color y turbidez, se seleccionó la dosis óptima de cada tratamiento y se verificó si el proceso de filtración contribuyó en la remoción de dichos parámetros (Parra y col., 2011, Carrasquero y col 2015).

El tratamiento con cloruro férrico (Riedel-de Haën) se llevó a cabo mediante corridas exploratorias con la adición de volúmenes progresivos de dosis del coagulante. El rango de concentraciones estudiado osciló entre 20, 200 mg/L, según lo reportado por Farajnezhad y Gharbani (2012). La solución madre a partir de la cual fueron agregadas las dosis de coagulantes fue del 10% p/v. Para la selección de la dosis óptima de cada coagulante se utilizaron los siguientes criterios: Porcentaje de remoción de turbidez, color, cantidad mínima de dosis a usar y verificación de remoción de DQO.

### **3.4. Resultados y Discusión**

#### **3.4.1. Caracterización del efluente proveniente de la industria procesadora de harina**

Las características fisicoquímicas del agua residual se muestran en la Tabla 1, estos valores fueron comparados con los límites establecidos según la normativa venezolana para la descarga a cuerpos de agua y redes cloacales contemplados en el Decreto 883 (Gaceta oficial, 1995).

El efluente industrial se caracterizó por presentar un valor promedio de pH de 6,62 unidades, un valor de alcalinidad total de 175 mg/L (Tabla 1). Con respecto a los parámetros físicos color y turbidez, el valor promedio obtenido



de color aparente fue de 175 UC y de turbidez 212 NTU. Farajnezhad et al. (2012) obtuvieron un valor promedio de color aparente de 119 UC durante la aplicación de un tratamiento fisicoquímico de efluentes industriales.

Las concentraciones promedio de materia orgánica medida como DQO<sub>T</sub> y DBO<sub>5,20</sub>, obtenidas durante la caracterización del efluente fueron de 744,50 y 157,50 mg/L. La relación DBO<sub>5,20</sub>/DQO<sub>T</sub> del efluente caracterizado fue de 0,21, indicando que los tratamientos biológicos no son la mejor opción para el tratamiento de estos efluentes.

Parámetro	Unidad de expresión	Valor (media ± DE)	Descarga a cuerpos de agua
pH	---	6,62 ± 0,20	6-9
DQO <sub>T</sub>	mg/L	744,53 ± 16,84	350
DBO <sub>5,20</sub>	mg/L	157,50 ± 23,33	60
Turbidez	NTU	212,00 ± 9,90	---
Color	UC-PtCo	175,00 ± 20,74	500
ST	mg/L	1740,0 ± 105,60	---
NT	mg/L	7,41 ± 1,35	40
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	175,00 ± 35,36	---
PT	mg/L	1,27 ± 0,01	10

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas del efluente industrial.

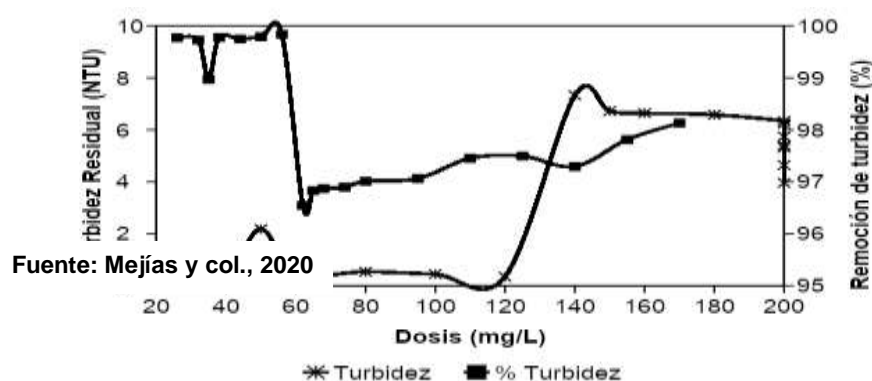
Fuente: Mejías y col., 2020.

### 3.4.2. Tratamiento con cloruro férrico:

En las Figura 1 se observa que los valores de turbidez residual luego del tratamiento con cloruro férrico oscilaron entre 0,3 y 7,3 NTU. Los valores de color residual estuvieron entre 10 - 20 UC con porcentajes de remoción de color entre 88,6 - 94,3% (Figura 2); en cuanto a la remoción de turbidez se observan pocas fluctuaciones en los porcentajes de remoción obtenidos los cuales se encuentran en un rango comprendido entre 96,5 y 99,8%.

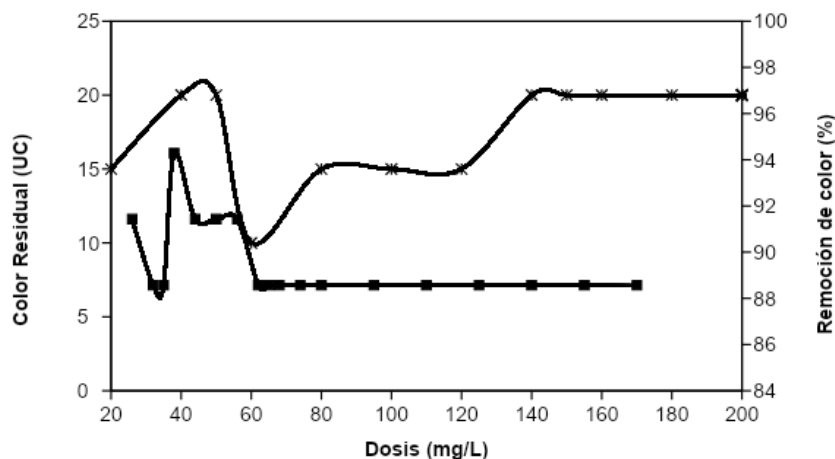
Se observa un mayor porcentaje de remoción de turbidez donde se registró cuando la dosis osciló entre 20 y 120 mg/L. Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por Altaher y col (2011) quienes alcanzaron una remoción de turbidez de 97% con dosis de 200 mg/L durante el tratamiento de aguas residuales industriales, así mismo Cabrera *et al.* (2009) trabajaron con dosis en un rango entre 40 y 200 mg/L, obteniendo un porcentaje de remoción de turbidez de 80% en dosis de 40 mg/L durante el tratamiento de aguas residuales provenientes de una industria textil.

**Figura 1.** Turbidez residual y porcentaje de remoción con cloruro férrico



Fuente: Mejías y col., 2020

**Figura 2.** Color residual y porcentaje de remoción con cloruro férrico

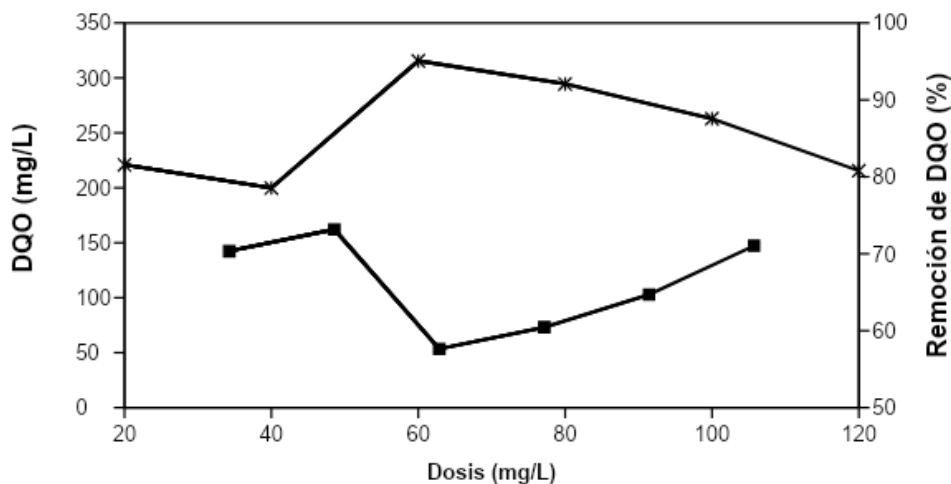


Fuente: Mejías y col., 2020

\* Color    ■ % Color

En la Figura 3 se observa que para una dosis de 40 mg/L se obtuvo una DQO residual de 199,8 mg/L con un porcentaje de remoción de 73,2% teniendo en cuenta una DQOt obtenida del agua cruda fue de 744,5 mg/L.

**Figura 3.** Valores y porcentajes de remoción de DQO con cloruro férrico



Fuente: Mejías y col., 2020

\* DQO    ■ % DQO

Se observa un mayor porcentaje de remoción de DQO se registró con una dosis de 40 mg/L. Los porcentajes de remoción fueron similares a los reportados por (Bidhendi *et al.* 2007, Carrasquero *et al.* 2015) quienes trabajaron con rangos de dosis entre 50 - 500 mg/L, obteniendo un porcentaje de remoción de DQO de 70% y una dosis de 50 mg/L en aguas residuales de una industria textil., de igual forma Hanan, (2009) con un valor inicial de 522 mg/L de DQO, obtuvo una remoción de 61% con rangos de dosis que oscilaron entre 20 - 100 mg/L para dosis de 40 mg/L en aguas residuales industriales.

#### 4. Conclusiones

La caracterización fisicoquímica del agua residual reflejó que la misma no cumple con la normativa ambiental para descarga a cuerpos de agua en referencia a los parámetros fisicoquímicos dqo, db<sub>5,20</sub>, sólidos totales. el rango de concentración evaluado del cloruro férrico permitió alcanzar un porcentaje

de remoción de turbidez de 99% para una turbiedad inicial de 212 ntu y un porcentaje de remoción de color de 88% con valores de color inicial de 175 uc, utilizando como dosis óptima de 40 mg/l.

El tratamiento con cloruro férrico con una dosis de 40 mg/l permitió alcanzar un porcentaje de remoción de demanda química de oxígeno de 73 % para una dco inicial de 744 mg/l, generando un efluente con una dco residual de 199,8 mg/l que cumple con la normativa venezolana para descarga en cuerpos de agua.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Enhancement of Quality of Secondary Industrial Wastewater Effluent by Coagulation Process. *Journal of Environmental Protection* 2 (9), 1250-1256.
- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). (2017) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association 1015 Fifteenth street, N.W. Washington, D.C. USA.
- Carrasquero-Ferrer, S.; Maquina-Galvez, D.; Soto-López, J.; Viloria Rincon, S.; Pire-Sierra, M.; Diaz-Montiel, A. 2015. Remoción de nutrientes en aguas residuales de un matadero de reses usando un reactor biológico secuencial. *Ciencia e Ingeniería Neogroandina* 25(2): 43-60.
- Carrasquero-Ferrer, S.; Rodríguez-Ortiz, M.; Bernal-Vergara, J; Díaz-Montiel, A. 2018. Eficiencia de un reactor biológico secuencial en el tratamiento de efluentes de una planta procesadora de productos cárnicos. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 14(1): 23-33.
- Farajnezhad, H., Gharbani, P. (2012). Coagulation treatment of wastewater in petroleum Industry using poly aluminum chloride and ferric chloride. *International Journal of Research & Reviews in Applied Sciences* 13 (1), 306-310.
- Gaceta Oficial. (1995). Decreto N° 883. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos.
- Hanan, A. (2009). Upgrading of Wastewater Treatment Plant by the Use of Coagulation Flocculation Process. *Ain Shams Journal of Civil Engineering Egypt* 2,57-63.
- Koohestanian, A., Hosseini, M., Abbasian, Z. (2008). The Separation Method for Removing of Colloidal Particles from Raw Water. *American-Eurasian journal of agricultural & environmental sciences* 4 (2): 266-273. (2009). Characterization of titanium tetrachloride and titanium sulfate flocculation in wastewater treatment. *Water Science & Technology* 59 (12): 2463-2473.
- Mejías D, Delgado M, Más y Rubí M, Chacín E y Fernández, N. (2017). Uso potencial del exudado gomoso de *Cedrela odorata* como agente coagulante para el tratamiento de las aguas destinadas a consumo humano. *Revista Forestal Venezolana*, 54 (2):147-153.
- Sánchez, F. (2007). Tratamientos combinados fisicoquímicos y de oxidación para la depuración de aguas residuales de la industria corchera (documento en línea). Disponible en: [http://dehesa.unex.es:8080/xmlui/bitstream/handle/10662/464/TDUEX\\_9788477238171.pdf?sequence=1](http://dehesa.unex.es:8080/xmlui/bitstream/handle/10662/464/TDUEX_9788477238171.pdf?sequence=1). (Consulta 2014, junio 21).

**CIDETIU040**

**TECNOLOGÍAS INTELIGENTES PARA EL CALENTAMIENTO DE CRUDO  
EN PLANTAS DE DESHIDRATACIÓN DE OCCIDENTE**

**SMART TECHNOLOGIES FOR RAW WARMING IN WESTERN  
DEHYDRATION PLANTS**

**Hernández Govea, Luis Miguel**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5707-3241>  
[inglmhernandez@gmail.com](mailto:inglmhernandez@gmail.com)

**Briceño, Ledy**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1417-6408>  
[lybriceno@hotmail.com](mailto:lybriceno@hotmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín.

**RESUMEN**

En la presente Investigación tiene como propósito evaluar las tecnologías inteligentes para el calentamiento de crudo en plantas de deshidratación de occidente del país, El sector petrolero está muy relacionado con la evolución y el avance de la tecnología para establecer los aspectos técnicos, teóricos, tecnológicos y prácticos se sustentó desde el punto de vista epistemológico se consultaron diversos autores Ramírez (2018), Fonseca (2017), Leal (2016), Mavarez (2018), Acosta (2016), entre otros. Se seleccionara la tecnología inteligente más aplicable y rentable para el calentamiento del crudo, destacan otras características de la investigación, tales como: La disminución de la contaminación ambiental, el avance tecnológico para el país. La investigación se definió Documental tipo descriptiva, con un diseño no experimental, de campo. Las unidades de análisis en esta investigación fueron documentos observados tales como: informes, revistas, catalogo, ubicaciones, artículos y búsqueda de páginas web, referentes a las tecnologías inteligentes las cuales se analizaron a través del método deductivo aplicando una matriz de análisis documental. Los datos obtenidos fueron evaluados empleando análisis estadísticos para la situación actual, matrices de comparación de las características técnicas de las tecnologías como madurez, dominio, impacto entre otras, análisis probabilísticos empleando Cristal Ball, como herramienta de evaluación. Los resultados arrojaran la mejor alternativa desde el punto de vista tecnológico, práctico y económico. La propuesta desarrollada servirá de aporte metodológico al momento de profundizar estudios tecnológicos, y otras investigaciones documentales en el área.

**Palabras clave:** Tecnología inteligente, Crudo, Plantas, Deshidratación, Sector Petrolero, Estudios Tecnológicos.

**ABSTRACT**

The purpose of this research is to evaluate intelligent technologies for heating oil in dehydration plants in the west of the country. The oil sector is closely related to the evolution and advancement of technology to establish technical, theoretical, technological and technical aspects. Practices were supported from the epistemological point of view, several authors were consulted Ramírez (2018), Fonseca (2017), Leal (2016), Mavarez (2016), Acosta (2016), among others. The most applicable and cost-effective smart technology for oil heating will be selected, other characteristics of the research stand out, such as: The reduction of environmental pollution, the technological advance for the country. The research was defined Documentary descriptive type, with a non-

experimental design, field. The units of analysis in this investigation were observed documents such as: reports, magazines, catalog, locations, articles and search of web pages, referring to intelligent technologies which were analyzed through the deductive method applying a document analysis matrix. The data obtained were evaluated using statistical analyzes for the current situation, matrices of comparison of the technical characteristics of technologies such as maturity, mastery, impact among others, probabilistic analysis using Cristal Ball, as an evaluation tool. The results will yield the best alternative from a technical, practical and economic point of view. The proposal developed will serve as a methodological contribution when deepening technological studies, and other documentary research in the area.

**Keywords:** Smart technology, Crude, Plants, Dehydration, Oil Sector, Technological Studies.

## 1. Introducción

Durante los últimos años a nivel mundial las plantas de deshidratación de crudos pesados permiten la división de las partículas de agua vinculadas con el petróleo, ya sea de manera emulsionada o independiente, a tal punto de lograr la reducción del contenido a un porcentaje igual o inferior al 1 por ciento de agua. En éstas plantas el petróleo y el agua se calientan antes de ser almacenado. Esto facilita la ruptura de emulsiones y actúa como catalizador para la deshidratación del crudo. Los calentadores de crudos, son equipos funcionales, en los cuales se usan en los procesos de calentamiento y evaporización de una cierta cantidad de crudo, con fines comerciales.

En el cuadro suramericano, la globalización ha impulsado a las empresas de petróleo a una reformulación de sus plantas de deshidratación, hacia el diseño de imponentes ventajas desarrolladas a la competitividad, que les permitan diferenciarse de las demás unidades productoras del mismo sector, incorporando tecnología de optimización en sus fases operativas de deshidratación; reemplazando sus calentadores actuales; en este sentido aumentando los grados de producción de hidrocarburos y por consecuencia aumentando los ingresos económicos.

Desde esta óptica y puntualizando sobre en Venezuela se utilizan calentadores convencionales para aumentar la temperatura del crudo, no son más que intercambiadores de calor, donde en el interior del calentador se quema gas. En ese mismo orden de ideas, existe un problema de suministro de gas, cuya situación se exponencializa con su escasez general de este recurso natural en el Occidente del país.

En relación con lo anteriormente expuesto, de la situación enmarcada se acentúa en un sentido vital de encontrar una tecnología inteligente ya que si no se implementa traerá prospectivamente como consecuencias futuras, un aumento relevante de petróleo no deshidratado. Por consecuencia directa; generará cambios desfavorables a la producción petrolera del país, desencadenando un gigante impacto en los ingresos económicos, producto proporcional a la raíz del problema expuesto. Ante esta situación se necesita, la integración de innovadoras tecnologías, los cuales permitan reemplazar los calentadores de crudo de tal forma en el proceso de refinación sea ejecutada de forma más poderosa y eficiente.

Por otro lado, se hace necesario presentar una tecnología inteligente sustituyendo estos calentadores por equipos más eficientes, donde no requieran del uso de gas para su funcionamiento, al respecto esta investigación ambiciona dar respuesta a este círculo de problemática. En la indagación de una solución totalmente integral al problema de la escasez de gas en el Occidente, se

investigó una tecnología que integre en su operatividad un grado de inteligencia, a fin de sustituir el gas natural por un proceso inteligente como fuente matricial para el calentamiento de petróleo en las plantas de deshidratación de Occidente.

Partiendo de los supuestos anteriores y en medio de la realidad que engloba a la situación actual, esta investigación, busca la selección de una tecnología inteligente capaz de facilitar el calentamiento interrumpido de petróleo, eliminando la asociación directa del gas natural. El adoptar la tecnología más idónea para sustituir los calentadores los cuales utilizan como fuente de energía el gas natural; les abrirá el paso para permitir la utilización de este elemento natural para otro uso más destacado; con el horizonte de fortalecer las debilidades del país.

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Objetivo General**

Proponer una tecnología inteligente para el calentamiento de crudo en plantas de deshidratación de Occidente.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Determinar los aspectos tecnológicos de las tecnologías inteligentes para la deshidratación de crudos.

Determinar los aspectos económicos de las tecnologías inteligentes para la deshidratación de crudos.

Seleccionar la tecnología inteligente más eficiente para la deshidratación de crudos en las plantas de occidente.

### **2.3. Calentadores Inteligentes.**

Flousa (2016), indica los calentadores eléctricos son un equipo de inmersión de altos grados de calor con grandes capacidades de resistencias operativas recubierto de materiales especiales con grandes rendimientos, apuntando su eficiencia industrial y comercial como una óptima opción al momento de su fase de producción. Por su parte para Rodríguez (2018), son equipos formados por una fuente de alimentación, transformando, reduciendo o ampliando la corriente eléctrica generada por la fuente proporcionando amplia energía. Según Exheat (2016), son diseñados en distintos modelos que cubren una gran variedad de aplicaciones como potencias de calentamiento. Tanto para ser utilizados en el calentamiento continuo de flujos de proceso como así también de inmersión, son especialmente utilizados para áreas de alto grado de peligrosidad y riesgos.

Las aplicaciones típicas: gas combustible, re-generación de glycol, petróleo crudo, agua de mar, gas de proceso, gas natural, hidrocarburos líquidos, transferencia de calor en líquidos y gases, calentamiento de tanques de almacenamiento, vaporizadores de propano y butano, aire de instrumentos, cabinas de secado, calentamiento de ambientes, calentamiento de líquidos en grandes tanques o recipientes donde el bajo nivel de líquido es una característica principal, calentamiento de líquidos en tanques de superficie y subterráneos, regeneración de gas, reducción, reactivación y oxidación catalítica, entre otros.

Estos calentadores inteligentes deben ser aptos y estar diseñados para ser utilizados en áreas peligrosas y cumplir con las siguientes normas y son aprobados para las siguientes áreas de clasificación: ATEX, IECEx, CSA, Zona 1, Grupo gas II, Clase 1, División 1, Grupos A, B, C, D. Así mismo, las cajas de

conexión eléctrico aptas para ser utilizadas en intemperie cumplimentando las normas IP67 y NEMA 4X.

Flousa (2016), define a los calentadores inteligentes como un equipo de inmersión de altos grados de calor con grandes capacidades de resistencias operativas. Mientras Rodríguez (2018), se centra en la parte materna eléctrica del calentador, mientras que Exheat (2016), los define según su parte operativa e industrial; puntualizando su capacidad, funcionalidad y aplicabilidad de los calentadores.

Ambos autores coinciden que los calentadores inteligentes son equipos de rangos grandes de calor y con una mecánica funcional muy eficiente. Para efectos de la presente investigación se utiliza la definición aportada exclusivamente por Exheat (2016), debido a desarrollar completamente todas y cada una de las esenciales funciones y operaciones de los distintos calentadores eléctricos.

#### **2.4. Calentador inteligente. Modelo: ISES**

Según Exheat (2016), los calentadores inteligentes tipo ISES abarcan calentadores de flujo de procesos de grandes capacidades, su principal característica es que alcanzan una capacidad máxima de 5000Kw, con una capacidad de temperatura clase T1-T6, para diferentes aplicaciones tales como: gas combustible, gas natural, agua, petróleo de diferentes grados API y gases industriales.

Flousa (2016), indican que los calentadores inteligentes de proceso del tipo ISES son calentadores de inmersión de grandes capacidades, certificados para utilizar en zona 1 o clase 1, construidos y adaptables a las especificaciones del cliente. Son calentadores de grandes capacidades industriales recubiertos con un material resistente para soportar sus elevadas temperaturas de operaciones industriales. Rodríguez (2018), define a los calentadores inteligentes, como dispositivos con un gran poder calorífico, mantelados con un material de alta resistividad operacional, con una vida útil bastante prolongada.

Exheat (2016), se enfoca en la capacidad y su temperatura operativa de los calentadores inteligentes modelo ISES, abordando el punto de vista industrial, mientras Rodríguez (2018), se centra en su vida útil; mientras Flousa (2016), se enfoca en su utilidad y adaptabilidad a las especificaciones del cliente. Todos los autores convergen en sus definiciones que son calentadores de grandes capacidades caloríficas. Para efectos de la presente investigación se utiliza la definición planteada por Exheat (2016), debido a exponer un desarrollo más amplio y preciso de los calentadores inteligentes modelo ISES.

#### **Calentador inteligente. Modelo FP/BFP**

Según Exheat (2016), los calentadores inteligentes tipo FP/BFP, a prueba de llamas, son calentadores de flujo de proceso de grandes capacidades. Certificados para utilizar en áreas peligrosas clase 1, Div 1. Tiene una capacidad máxima de 1000Kw, sus mayores capacidades son alcanzadas con la combinación de recipientes, sus aplicaciones típicas son para el gas combustible, gas natural gases industriales, aceites para transferencia de calor, agua, petróleo crudo, hidrocarburos líquidos y calentamiento medio.

Del mismo modo Flousa (2016), establece que son calentadores de inmersión donde sus mayores capacidades son hasta 1000Kw, sus elementos son especialmente sellados para prevenir el ingreso de producto de agentes externos. Según Rodríguez (2018), los define como sistemas operativos,

totalmente sellados capaces de soportar grandes temperatura industriales a condiciones operacionales, capaces de cumplir las exigencias comerciales.

El autor citado al inicio del párrafo, se enfoca en la parte de la capacidad, en su adaptabilidad a niveles industriales y sus usos comerciales, por su parte Rodríguez (2018), se centra en la parte de las temperaturas del calentador, mientras Flouza (2016), se enfoca en la capacidad de los calentadores. Todos los autores coinciden que los calentadores inteligentes modelo FP/BFP son equipos los cuales manejan altos grados de temperaturas operativas. Para efectos de la presente investigación se utilizara la definición planteada por Exheat (2016), debido a desarrollar a los mencionados calentadores a nivel comercial, operativo e industrial.

### **3. Metodología**

La presente investigación fue de tipo proyectiva ya que requirió de la búsqueda, descripción y análisis detallado de la situación actual, así como de las mejoras prácticas expuesta por autores reconocidos para lograr el objetivo del presente estudio. Al respecto Hurtado (2012), explica la investigación de tipo proyectiva propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación el cual implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio mas no ejecutar la propuesta.

Al mismo tiempo fue descriptiva, por haberse implementado un instrumento de recolección de datos el cual permitió conocer los aspectos tecnológicos de las tecnologías inteligentes, la elaboración de alcances para la contratación de obras y servicios en el sector petrolero. Según Méndez (2016), el estudio descriptivo identifica características del universo de la investigación, también señala formas de conductas y actitudes del universo investigado. En este sentido Hurtado (2012), plantea que los estudios descriptivos, relatan algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos para destacar los elementos esenciales de su naturaleza. La investigación se enmarca dentro del diseño bibliográfico, donde se revisaron diversos documentos en el área de tecnología aplicada para la sustitución de calentadores de crudo en plantas de deshidratación de Pdvsa Occidente. En este sentido, para proponer la metodología, se tomó como población un total de 47 documentos. Tales como: Libros, informes de mantenimiento y operaciones.

Por otra parte Hernández, Fernández y Batista (2010), lo define como un estudio integrado investigativo con basamentos documentales Según Tamayo (2009), los estudios se elaboran bajo los criterios básicos de los documentos o en base a los conceptos maternos bibliográficos se definen como documentales, su propósito es recoger toda la información a raíz de documentos escritos, por tanto la investigación se tipifica como documental.

### **4. Resultados de la investigación**

Las tablas presentadas a continuación, contienen los datos obtenidos tras la aplicación de las matrices de análisis, desarrolladas por dimensión junto con los indicadores que la componen



## 4.1. Aspectos Tecnológicos

### 4.2. Madurez tecnológica

Para efecto de esta propuesta se evidenció en el cual según la madurez tecnológica la tecnologías de calentador inteligente FP/BFP se encuentran en la etapa comercial, es una alternativa que está casi completamente desarrollada, la cual ha sido estudiada por décadas, cuyos principios de funcionamiento y mejores prácticas son extensamente conocidas. El calentador inteligente ISES, se encuentra en etapa embrionaria, debido al cual solo ha estado en uso un par de años.

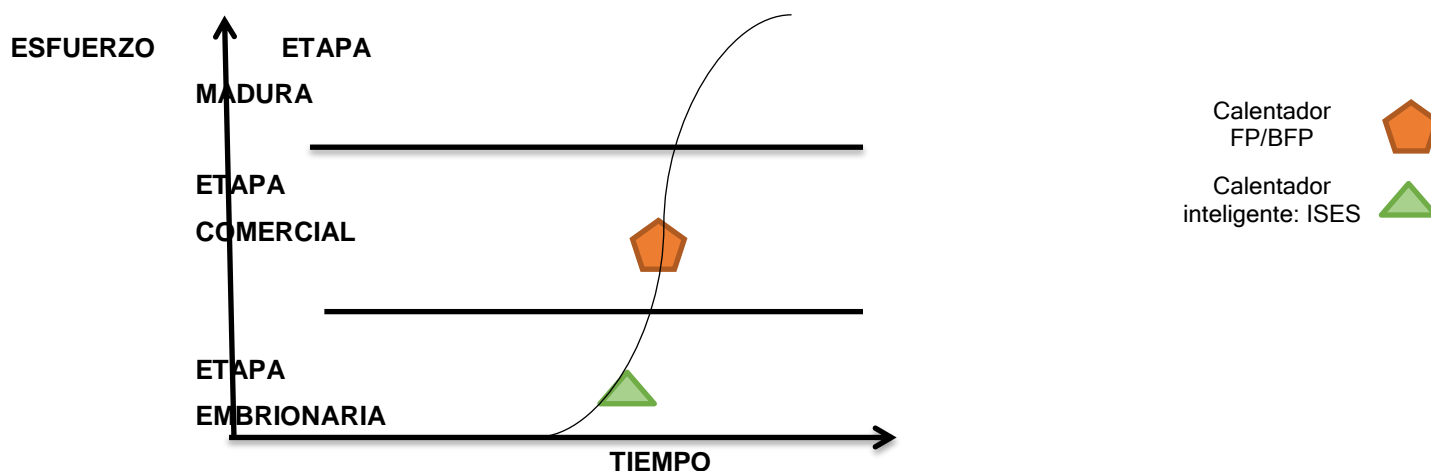


Figura 1: Curva S de la madurez tecnológica.  
Fuente: Elaboración propia (2020).

### 4.3. Dominio de la tecnología

Como se mostró en la figura 2 la tecnología de calentador inteligente FP/BFP, se encuentra en estado masivo, en este sentido según los autores Alfonso y otros (2002), indican que la porción media representa la etapa de uso masivo, el usuario ha adoptado, masificado una tecnología teniendo los conocimientos técnicos necesarios para la cual esta no presente las mismas fallas al momento de ser aplicadas, así llegar a obtener los máximos beneficios como resultados. En este mismo orden de ideas, una segunda tecnología la Calentadores de inteligente ISES está en etapa de estudio, ubicando en estado incipiente.

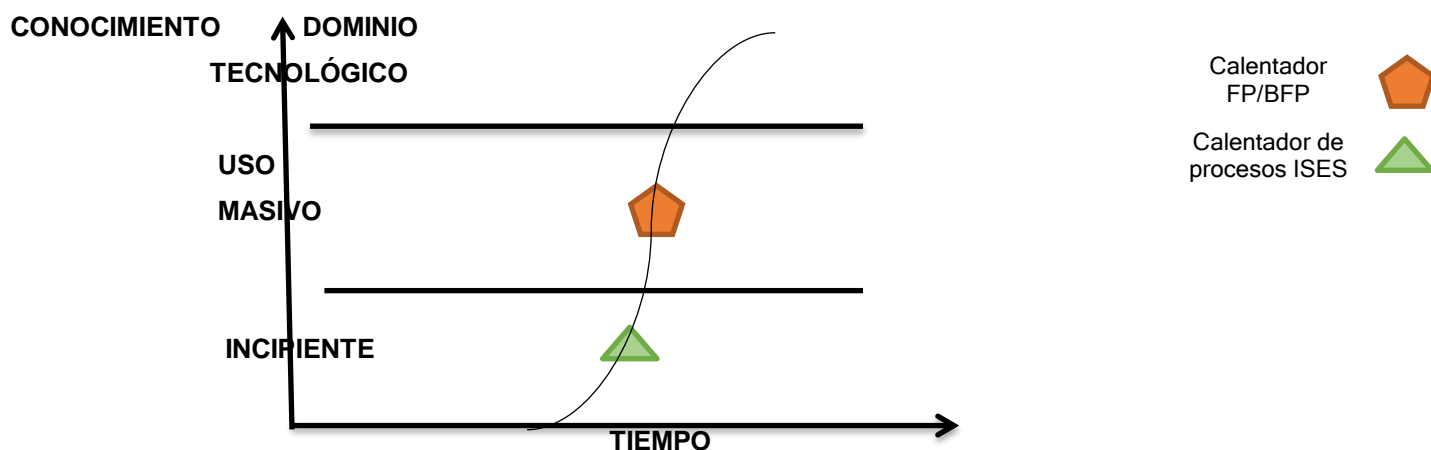


Figura 2: Curva S del dominio tecnológico.  
Fuente: Elaboración propia (2020)

#### 4.4. Análisis de brecha

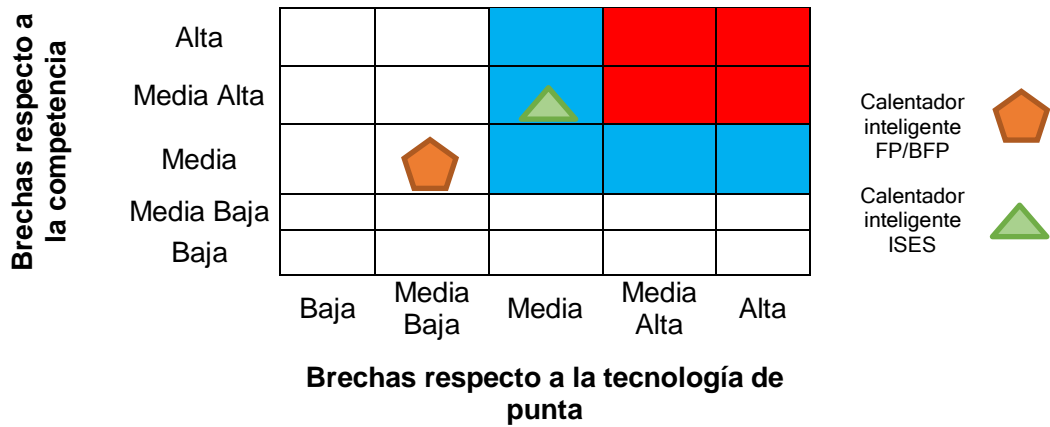


Figura 3: Matriz de análisis de brechas.

Fuente: Elaboración propia (2020).

La brecha competitiva se extiende al adoptar la tecnología de Calentador inteligente ISES, basado con lo anteriormente expuesto, se deducen las mejores opciones tecnológicas para esta investigación, calentador inteligente FP/BFP, en el cual brindan una gran madurez y dominio, por lo tanto garantizan un bajo riesgo de implantación.

#### 4.5. Análisis de impacto

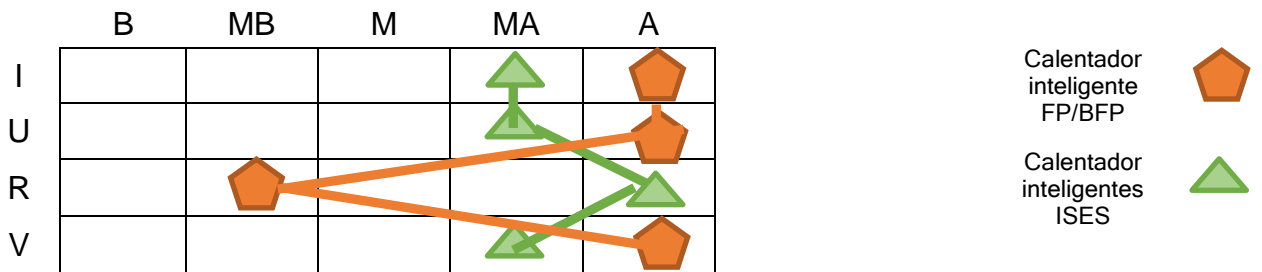


Figura 4: Matriz de impacto tecnológico.

Fuente: Elaboración propia (2020).

En el análisis de impacto, se evidenció en el cual la tecnología de calentador de procesos ISES, su importancia y su urgencia es medio alta, debido a ser una alternativa cuyos fundamentos y conocimientos están muy pocos establecidos. El riesgo de emplear esta tecnología es alto debido a encontrarse en una etapa incipiente. Su creación de valor es media alta, debido que ha perdido impulso en el mercado por su déficit en su eficiencia con respecto a la tecnología de punta.

#### 4.6. Aspectos Económicos

##### 4.6.1. Indicadores económicos

**TABLA 1**  
**INDICADORES ECONOMICOS**

TECNOLOGÍAS INTELIGENTES	FLUJO DE CAJA TOTAL	VPN	TIR	PR
Calentador inteligente FP/BFP	\$35.194.034,00	\$4.425.212,49	12,5%	3 Años
Calentador inteligentes ISES	\$28.735.654,92	\$2.216.563,60	12%	3 Años

Fuente: Elaboración propia (2020)

En la tabla 1, se comparan los indicadores económicos de las dos tecnologías evaluadas, como se mencionó anteriormente ambas presentan un

Valor Presente Neto (VPN) positivo, sin embargo resalta como el resultado obtenido para el (VPN), para la tecnología de calentadores FP/BFP (\$4.425.212,49) es superior al obtenido para la tecnología calentadores ISES (\$2.216.563,60), también se observa como la Tasa Interna de Retorno (TIR) para las dos tecnologías presentaron valores mayores a cero (0) y un Periodo de Recuperación de 3 años para ambas.

**4.6.2. Indicadores de Riesgo**

En el gráfico 1, se muestra el análisis probabilístico para el VPN correspondiente a la tecnología calentador inteligente FP/BFP, este análisis señala en el cual existe un 95% de probabilidad de que el VPN sea mayor a \$2.067.525,92, y menor a \$6.788.692,30 señalando la probabilidad de rentabilidad en el uso de esta tecnología.

**GRAFICO 1. VPN TECNOLOGIA CALENTADOR INTELIGENTE FP/BFP.**



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

En correspondencia al gráfico 2, se presenta el análisis probabilístico para el VPN correspondiente a la tecnología inteligente ISES, en este análisis señala que existe un 95% de probabilidad en el cual el VPN sea mayor a \$1.021.492,22 y menor a \$4.276.396,55 lo cual señala la alta probabilidad de rentabilidad en el uso de esta tecnología.

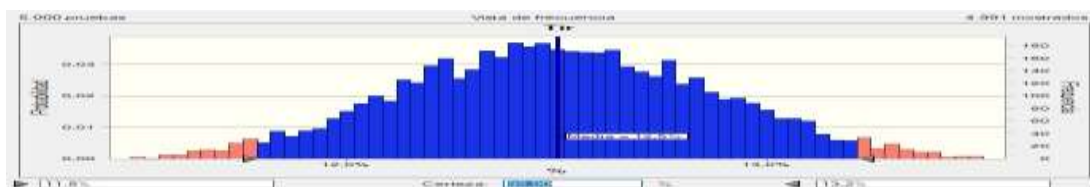
**GRAFICO 2. VPN TECNOLOGIA INTELIGENTE ISES.**



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

En el gráfico 3, se demuestra los resultados del análisis probabilístico para la TIR, en esta se puede observar como existe una probabilidad del 95% de obtener una TIR mayor a un 11,8% y que esta tasa interna de retorno no sea mayor a 13,2%, estos valores demuestran la probabilidad de rentabilidad adaptando esta tecnología.

### GRAFICO 3. TIR TECNOLOGIA INTELIGENTE FP/BFP.



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

En el mismo sentido, el gráfico 4, se presentan los resultados del análisis probabilístico para la Tasa Interna de Retorno, en la cual se puede observar como existe el 95% de probabilidad de alcanzar TIR positivas, que se encuentre entre valores no menores a 11% y valores no mayores a 13%, esto demuestra la alta probabilidad de rentabilidad de esta tecnología.

### GRAFICO 4. TIR TECNOLOGIA INTELIGENTE ISES.



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

## 5. Conclusiones

Luego de analizados los resultados para darle respuesta al objetivo principal, Primeramente se presentó los aspectos tecnológicos, concluyendo que la madurez tecnológica, la tecnología del calentador inteligente FP/BFP se encuentran en la etapa comercial, casi completamente desarrolladas. En cambio el calentador inteligente ISES, se encuentra embrionaria, debido al cual solo ha estado en uso un par de años lo cual está en etapa de estudio.

En el análisis de brecha, el emplear la tecnología comercial calentador inteligente FP/BFP implicaría una ventaja para la sustitución de calentadores de crudo. En este sentido, aplicar la tecnología inteligente ISES sería una desventaja con respecto a las empresas que significan competencia en el mercado, la cual se ubicó en una brecha media, implicando un alto riesgo para su futura implantación.

En el análisis de impacto, se concluyó que la tecnología Calentador inteligente FP/BFP presenta una importancia alta, en cuanto a la urgencia por su implantación se encontrar en nivel alto, con respecto al riesgo presentó un riesgo medio bajo, en cuanto a la creación de valor se ubica en una escala alta respectivamente. El calentador inteligente ISES, presentó una urgencia e importancia por su implantación es medio alta, el riesgo se encontró en niveles altos, aunque su creación de valor es alta. Por último, en los aspectos económicos de las tecnologías inteligentes tanto ISES y FP/BFP, se concluyó que ambas presentaron un Valor Presente Neto (VPN) positivo, también se observó como la Tasa Interna de Retorno (TIR) para las dos alternativas presentaron valores mayores a cero (0), un Periodo de Recuperación de 3 años para ambas.

Se realizó los análisis probabilístico, concluyendo en valores del VPN y TIR para ambas tecnologías tienen un 95% de certeza que se cumplan. En el análisis de tornado, se notó un efecto importante encajando estas variables sobre el Valor presente neto. También se presentó como la variable de instalación, egresos no posee efectos importantes sobre el Vpn.

Finalmente, se concluyo que la tecnología más conveniente para la sustitución de calentadores de crudo en plantas de deshidratación en Occidente es la Tecnología del calentador inteligente FP/BFP, la cual desde el punto de vista tecnologico genera mayores beneficios, desde el punto de vista economico a pesar de requerir una inversion mayor con respecto a la calentador ISES genera mayor rentabilidad y menores costos durante a lo largo de su vida util.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Acosta, K. (2016). Tecnología Robótica. España Editorial: Terraform
- Alfonzo A, Ruiz R, Uzcategui M, Soto A y Urribarri M, (2002). Introducción a la gestión tecnológica. Venezuela. Zulia.
- Baca, G. (2010). Evaluación de Proyectos. Sexta Edición Colombia Mac Graw Hill Interamericana S.A.
- Creus, S. (2007). Fiabilidad y Seguridad Segunda Edición. Editorial: Marcambo España
- Exheat. (2016)Tipos de calentadores inteligentes disponible en: Fecha: 6/09/2016
- Mavarez, O (2018), Cuadro gerencial en la era moderna. Editorial Desarrollos Humanos.
- Méndez, C. (2009). Metodología, Diseño y Desarrollo del proceso de Investigación. Colombia. Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, R. Fernández, C. y BAPTISTA, P. (2010). Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw Hill. España.
- Hurtado, J. (2012). Metodología para la investigación. Editorial Quiron, Venezuela, Caracas.
- Fonseca, A. (2017). Innovación financiera, un paso para la integridad Tecnológica. Editorial McGregori.
- Flousa .J (2016) Tecnología Moderna. Editorial Aterson
- Hurtado, J. (2008). Metodología para la investigación. Editorial Quiron, Venezuela, Caracas.
- Méndez, C. (2016). Metodología, Diseño y Desarrollo del proceso de Investigación. Colombia. Editorial Mc Graw Hill
- Rodríguez, K. (2018).Mecánica del gas. Editorial Corrales.
- Tamayo y Tamayo, M. (2009) El proceso de la Investigación Científica. Editorial Limusa.

**CIDETIU042**

**LA GESTION TECNOLOGICA COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES**

**TECHNOLOGICAL MANAGEMENT AS A COMPETITIVE STRATEGY IN THE COMPANIES OF THE TELECOMMUNICATIONS SECTOR**

**Panarito. Ana**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8301-1375>

[anapanarito@gmail.com](mailto:anapanarito@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, URBE  
Venezuela

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la gestión tecnológica como una estrategia competitiva para las organizaciones del sector de telecomunicaciones. Metodológicamente el estudio fue analítico y documental, bajo los aportes de Solleiro (2018); Vildary. (2017); Conti y Alcalá (2017), Rincón (2019). Con el fin de implantar cambios tecnológicos en la empresa, mediante los procedimientos de innovación, para así reforzar la competitividad en las organizaciones del sector de las telecomunicaciones. La identificación de las necesidades de una compañía, es fundamental para todo negocio, debido a esto se puede representar como una ventaja competitiva. Actualmente existe un conjunto de prácticas las cuales permiten establecer estrategia en materia de tecnología adecuadas con sus planes de negocio permitiendo mejorar el posicionamiento de la empresa, es por esto se deben implantar la gestión tecnológica como estrategia competitiva para preparar a la organización para enfrentar el futuro, debido a la experiencia de servicio cambia, así como los productos se transforman. Por lo tanto, las empresas que trabajan de la mano de la gestión tecnológica, al ser su principal actividad un derivado de la tecnología, conocen cual es la mejor manera de prepararse para enfrentar los cambios del futuro, es por eso, estas se encuentran en una constante búsqueda de un conjunto de técnicas, las cuales añaden experiencia y aprendizaje a todos los miembros de la compañía. Para esto se aplica una metodología usando como estrategia la revisión documental en diferentes canales de información científica referentes a los modelos gerenciales con la relevancia del concepto a través de un análisis crítico de los principios y posturas teóricas consultadas.

**Palabras clave:** Gestión Tecnológica, Estrategia Competitiva, Telecomunicaciones

**ABSTRACT**

This research aims to analyze technological management as a competitive strategy for organizations in the telecommunications sector. Methodologically, the study is analytical and documentary. Under the contributions of: Solleiro (2018); Vildary (2017); Conti and Alcalá (2013), Rincon (2013). In order to implement technological changes in the company, through innovation procedures, in order to strengthen competitiveness in organizations in the telecommunications sector. The identification of the needs of a company is essential for any business, because it can represent a competitive advantage. Currently there is a set of practices that allow establishing appropriate technology strategy with their business plans that allow improving the positioning of the company, which is why they must implement technology management as a competitive strategy to prepare the organization to face the future, because the service experience changes, just as the products are

transformed. Therefore, companies that work hand in hand with technology management, as their main activity is a technology derivative, know that this is the best way to prepare to face the changes of the future, that is why they are in a constant search for a set of techniques, which adds experience and learning to all members of the company. For this, a methodology is applied using as a strategy the documentary review in different channels of scientific information referring to the management models with the relevance of the concept through a critical analysis of the principles and theoretical positions consulted.

**Keywords:** Technology Management, Competitive Strategy, Telecommunications

## 1. Introducción

A lo largo de los años, la gestión tecnológica ha pasado de ser un valor adquirido de los negocios a convertirse en una de las armas más importantes de las cuales debe valerse cualquier organización con el fin de establecerse, en una posición más cómoda y provechosa, creando una ventaja competitiva ante sus rivales en el sector de las telecomunicaciones. En otras palabras, es un conjunto de decisiones asociados a la creación, adquisición, desarrollo o transformación y comercialización de tecnologías, tanto desde un punto de vista estratégico como operacional.

En el mismo orden de ideas, es la aplicación de un conjunto de prácticas, las cuales permiten establecer una estrategia competitiva en materia tecnología congruente con sus planes de negocio que perduren a lo largo del tiempo. Para así, obtener una ventaja competitiva mediante un elemento diferenciador ante sus rivales del sector, lo cual permite posicionarse en un nivel superior generando mayor rentabilidad.

## 2. Gestion Tecnologica

En primer lugar es importante hablar de la gestión tecnológica, según Vilardy (2017) consiste en el desarrollo científico de técnicas para entender y solucionar una diversidad de problemas, en las estructuras organizacionales, la información científica y tecnológica analizada de forma adecuada para la investigación así como el comportamiento humano en el proceso de desarrollo tecnológico, la planeación y control de proyectos, la vinculación entre las unidades de investigación así como las de producción.

Igualmente, destaca el mismo autor, la gestión tecnológica puede ser entendida bajo dos dimensiones: la primera es macro, comprendida en políticas gubernamentales para la innovación y el desarrollo tecnológico; la segunda es micro, compuesta por el conjunto de disposiciones empresariales las cuales engloban aspectos técnico-gerenciales concernientes con la selección, negociación, transferencia, adaptación, utilización y asimilación de una tecnología determinada, con el objetivo de promover la generación de capacidades tecnológicas locales, por medio de la inducción de la actividad innovadora.

Seguidamente se tiene a Maya (2016) quien define la gestión tecnológica como un conjunto de medidas asociadas a la creación o adquisición, desarrollo, transformación y comercialización de tecnologías, tanto desde un punto de vista estratégico como operacional. Dicho de otra manera, es la aplicación de un conjunto de prácticas que permiten establecer una estrategia en materia tecnología congruente con sus planes de negocio.

Al respecto mencionan Solleiro (2018) considera la gestión tecnológica es el conjunto de técnicas que permite la identificación del potencial y los problemas tecnológicos de la empresa, con el fin de elaborar e implantar sus planes de

innovación mediante mejoras continua, a efectos de reforzar su competitividad en el sector.

Se considera los planteamientos expuestos, se puede definir la gestión tecnológica es un proceso que abarca diversas acciones y decisiones relacionadas con la tecnología en cuanto a su adquisición, manejo, aplicación, comercialización, desarrollo entre otros, con la finalidad de ajustarlas a diferentes procesos dentro de las organizaciones.

### 3. Estrategias Competitivas

Según Porter (2015) define una estrategia competitiva como un conjunto completo de métodos analíticos los cuales le servirán a la compañía para estudiar la industria en su conjunto y predecir su evolución futura, entender a los competidores y su situación. La finalidad de esta es que la unidad de negocio encuentre una posición en el sector industrial donde se defienda mejor en contra de esas fuerzas o influya en ellas para sacarle provecho. Según este autor distingue tres estrategias competitivas genéricas las cuales son:

**Estrategia de liderazgo en costos:** consiste en bajar el precio del producto o servicio, para obtener un mayor número de ventas. De esta manera, los nuevos activos originarios de esas ventas se invertirían en tecnología mejorada y novedosas estrategias de proyección ante el público objetivo.

**Diferenciación de producto:** se fundamenta en comercializar el producto o servicio de manera donde el cliente, considere que es único en el mercado. Esto se resume en investigación de clientes, posibles mercados de expansión, materiales de calidad, entre otros elementos.

**Segmentación de mercado:** la empresa concentra la mirada en un nicho concreto. Por esta razón, se hace más eficiente y se define la mejor manera de comercializar un servicio o producto, esto a su vez genera menores gastos operativos y producción.

Por otro lado, Carrion (2018) las define como las posibles áreas de actuación que tiene la empresa para competir en un mercado determinado con los productos concretos. Esta persigue la búsqueda de una ventaja competitiva en cada negocio. Estas a su vez pueden realizarse en toda la industria sin importar el sector. Lo importante es centrarse en un solo mercado específico, de esta manera es más fácil conocer las necesidades del cliente y las dinámicas del sector.

Mientras tanto, Sanchez (2016) especifica las estrategias competitivas son todas aquellas las cuales generan una ventaja competitiva en los mercados ya maduros, de esta manera cada organización encuentra la forma de analizar los desafíos y beneficiarse de las oportunidades, que conllevan la sostenibilidad así como la responsabilidad social corporativa, al igual las habilidades con el objeto de ayudar a impulsar la rentabilidad de la organización, incluso con las herramientas de última generación en las cuales merece la pena invertir.

Según lo ante expuesto, se puede concluir que las estrategias competitivas son el plan de la empresa orientado a largo plazo, ayuda a la organización a utilizar sus fortalezas, adquirir nuevas capacidades aprovechar oportunidades para evadir los riesgos, así como, amenazas existentes, creando una ventaja competitiva sostenible en el tiempo además ayude a la empresa a posicionarse en el mercado. Tiene como objetivo superar a los rivales de la industria, sentando las bases para un futuro empresarial próspero donde la atracción y retención de clientes no sean un problema.



## 4. Procesos de la Gestión Tecnológica

De acuerdo con Conti y Alcalá (2017), los procesos de gestión tecnológica son un modelo lineal a seguir en el cual se evalúan todas las características con las cuales debe contar la tecnología al momento de realizarse la transferencia, desde su proveedor hasta su receptor cumpliéndose una serie de pautas para que el proceso resulte exitoso. Este consta de varias etapas, las cuales se combinan de una manera progresiva unas con otras, e incluye:

- a. Identificación de las necesidades tecnológicas del potencial destinatario.
- b. Búsqueda de información por parte del potencial destinatario acerca de otras fuentes de alternativas tecnológicas.
- c. Evaluar y seleccionar la tecnología apropiada y al suministrador apropiado.
- d. Seleccionar las ofertas a la hora de participar en la gestión de tecnología y negociar los planteamientos y conceptos adecuados de la gestión.
- e. Adaptar las tecnologías a las necesidades locales del destinatario.
- f. Absorción de la tecnología por parte del destinatario

Por su parte, Beltrán y Boscán (2018), mencionan los procesos de la gestión tecnológica se encuentran constituidos por mecanismos donde se acumulan capacidades tecnológicas dentro de la organización donde se lleva a cabo, se deben orientar actividades de compra de tecnología hacia la transferencia de la misma, que reconozcan un uso adecuado de la misma, adaptación y perfeccionamiento.

Igualmente, Rodero, Boscán y Straccia (2015) mencionan la gestión tecnológica es un proceso constituido por un conjunto de tareas relacionadas de manera recíproca donde se busca compensar una o varias necesidades tecnológicas de una organización. Pero esencialmente, la adquisición de tecnología es hoy en día, uno de los proyectos más importantes con el cual se enfrentan las organizaciones. De hecho, simboliza un mecanismo fundamental de la estrategia tecnológica de cualquier organización, para superar a su competencia o para suplir una necesidad particular de la misma; todo dependerá de las capacidades y de los objetivos que se persigan con la adquisición.

En tal sentido, los procesos de gestión tecnológica son los cuales orienta a los directores a establecer una ventaja competitiva mediante las pautas a seguir en correlación al proceso de adquisición de tecnologías en las organizaciones, su beneficio y manejo, tomando en cuenta las necesidades que se buscan ser protegidas, bajo un esquema de observación de los dispositivos, sus costos, incluso la manera en cómo resultan ser útiles, siendo todo esto en conjunto responsabilidad de la gerencia de cara a obtener un mejor resultado en la aplicación de tecnologías en los procesos internos.

### 4.1. Identificar las necesidades

El primer proceso de la gestión tecnológica lo representa la identificación de las necesidades, de acuerdo con lo expresado por Conti y Alcalá (2017) su propósito fundamental es la identificación de las necesidades tecnológicas del potencial receptor, de tal sentido, esta debe realizarse teniendo en cuenta cuales son las necesidades inmediatas con intereses a medio o largo plazo

Al respecto, autores como Beltrán y Boscán (2018) mencionan es el primer proceso, el cual consiste en identificar las escaseces de ciertas tecnologías donde son necesarias para trabajar en condiciones normales en operación: son aquellos equipos, procesos, productos, conocimientos, técnicas y/o habilidades de operación que se requieren para producir y comercializar un bien o servicio. Estas actividades involucran a los diferentes involucrados en un proceso de

consultas para identificar las barreras a la transferencia tecnológica y las medidas para superarlas.

Seguidamente, otros especialistas en el tema como Rincón (2019) explica que como parte del proceso se propone cada unidad de gestión al identificar una necesidad de mejora, analice si ésta se puede solucionar a partir de la adquisición de tecnología o mejorando la existente, realizando un análisis el cual contenga los siguientes aspectos: Qué, por qué, para qué, cuándo, dónde y cómo, reflejados en la definición de requerimientos.

Para ello se agrega, las necesidades a pesar de ser abordadas en momentos específicos, se presentan desde otros aspectos, teniendo en consideración las actividades, como en el caso de la industria se encuentran sometidas a constantes cambios, los cuales a su vez generan modificaciones en las formas de trabajar en los procesos internos donde es obligatorio identificar las carencias asimismo se presentan a fin de ajustarse a su contexto y funcionar de una mejor manera.

## **4.2. Búsqueda de información**

En cuanto a este concepto, Conti y Alcalá (2017) señalan, la búsqueda de información por parte del potencial destinatario acerca de otras fuentes alternativas de tecnologías juega un papel muy importante al momento de solucionar las necesidades tecnológicas de la organización. En la actualidad la búsqueda de tecnología y de conocimiento son activos de magnitud internacional, tanto proveedores como receptores interactúan sin fronteras desde el territorio donde están físicamente localizados.

Seguidamente, Rodero, Boscán y Straccia (2015) explican que la búsqueda de información, consiste en la detección, análisis así como comunicación de informaciones orientadas a la toma de decisiones, sobre amenazas al igual que oportunidades externas en el ámbito de la ciencia así como la tecnología. Esta búsqueda se puede hacer a través de diferentes fuentes de información, es un proceso permanente, no una tarea aleatoria de apoyo. Las fuentes de información donde se puede realizar la búsqueda, pueden ser de información coleccionable.

Por su parte, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2012) explica la búsqueda de información tecnológica en los documentos de patente, que constituyen una fuente muy fértil de información técnica, jurídica y comercial presentada por regla general en un formato normalizado y en muchos casos disponible únicamente en dichos documentos. Si bien la guía se centra principalmente en la información de patentes, gran parte de los métodos de búsqueda presentados en este documento también serán útiles para consultar otras fuentes de información tecnológica.

Por ende, se destaca que como un proceso dentro de la gerencia de la tecnología, el buscar información acerca de las tecnologías disponibles en el mercado y las mejoras de las ya existentes, permitirá a los encargados tener una variedad de opciones a ser estudiadas a fondo, tomando en cuenta las necesidades detectadas dentro de la fase anterior, y estos datos permitirán ahondar sobre los beneficios para la empresa.

## **4.3. Selección de tecnología**

Según Conti y Alcalá (2017) seleccionar la tecnología apropiada y al suministrador apropiado, es un proceso de vital importancia para las organizaciones las cuales están pensando en adquirir nueva tecnología, con el fin de crecer y adaptarse a los cambios del entorno productivo. Para ello

la organización debe atenerse a las condiciones del mercado, tener en cuenta los recursos con que cuenta para la adquisición. De un buen proceso de selección de tecnología, dependen principalmente en gran parte los resultados del proceso de búsqueda, por lo tanto la selección debe realizarse con sumo cuidado y teniendo muy bien definidas las necesidades, así como, los objetivos de la empresa.

Seguidamente, Rodero, Boscán y Straccia (2015) mencionan esta se realiza desde diversas perspectivas, las cuales no deben mirarse como excluyentes, sino como complementarias y cuya distinción en la práctica frecuente se vuelve borrosa. Los criterios los cuales se adoptan para seleccionar las tecnologías, así como las decisiones que finalmente se toman están estrechamente asociados a las dimensiones sobre los proyectos de inversión. Estos, como es lógico suponer, incide fuertemente en la escogencia de las tecnologías.

Por otra parte, Schonfeld (2015) comenta que en este proceso de búsqueda, la disponibilidad de información y la debilidad de los sistemas para lograrla podían actuar como factor limitante. La evaluación debía utilizar criterios técnicos, económicos, prácticos, éticos, etc. La experiencia adquirida en el ámbito laboral orientaba la búsqueda de información y esa experiencia debía incidir en la reformulación de los criterios de evaluación de esa tecnología.

En base a lo antes expuesto se trata de un proceso de vital importancia para la gestión tecnológica, a través del cual se debe tener en consideración diversos aspectos acerca de la tecnología a elegirse, especialmente cuando se habla de los costos que la misma puede traer a la empresa y si la misma se encuentra en la capacidad financiera de realizar su adquisición, aplicación y mantenimiento.

#### **4.4. Evaluación de la tecnología**

Comentan Conti y Alcalá (2017) que la evaluación tecnológica puede ser bastante compleja. Normalmente se deben evaluar tres dimensiones, costo, calidad y resultados dependiendo si se trata de adquirir hardware, software o servicios, la evaluación de la calidad y el riesgo de las diferentes alternativas puede ser algo bastante subjetivo.

En relación a la evaluación de tecnología, Rodero, Boscán y Straccia (2015) la definen como un proceso que consiste en la identificación de las ofertas tecnológicas, nacionales e internacionales, la valoración individual de dichas ofertas, así como la determinación de sus impactos, basados en los conocimientos al igual que la experiencia de quien realiza dicha evaluación. Entre los criterios están: conveniencia técnica, impacto ambiental, escala de producción, exigencia de mano de obra especializada, requerimientos de los clientes, disponibilidad, así como soporte en la región o país, riesgo económico, precio de la tecnología, por ultimo forma de pago.

En cuanto a la OMPI (2012), la evaluación de tecnologías es un proceso multidisciplinar que resume información referente a los temas sociales, económicas y éticas respectivas con el uso de la tecnología de manera sistemática, transparente, imparcial y robusta, teniendo en consideración los proyectos para los cuales se están utilizando, así como si los resultados de su uso tienen los resultados esperados.

Por ello, la evaluación de las tecnologías es un aspecto importante donde los directivos deben analizar de forma minuciosa las ventajas y desventajas, que estas poseen a fin de aprovecharse dentro de la organización, donde se considere el costo el cual devenga su adquisición, así como su uso, la calidad

de los dispositivos, así como de los procesos desarrollados y las posibilidades de mejorar la rentabilidad para la empresa.

#### **4.5. Seleccionar las ofertas**

De acuerdo con Conti y Alcalá (2017) al seleccionar las ofertas al momento de participar, así como negociar los planteamientos y conceptos adecuados de la gestión son de vital importancia para el futuro de la empresa. Una vez la organización tenga identificada la tecnología que desea adquirir, debe proceder a buscar los proveedores los cuales podrían ofrecer una solución al respecto. Además del valor de la oferta, la organización debe prestar atención a otros aspectos significativos, tales como: soporte técnico, tiempo de respuesta, instalación de tecnología, tiempo de garantía.

En consideración de Rincón (2019) este es un proceso claro de evaluación de propuestas y selección de proveedores, tomando como punto de partida la descripción detallada de los requerimientos, para elaborar una solicitud de propuestas, donde se encuentran las bases para los oferentes y proveedores potenciales, los cuales ejecutan sus propuestas técnicas, funcionales, de proyecto y costos, de la tecnología que se solicita adquirir, todo enmarcado bajo la naturaleza jurídica de la empresa, obedeciendo a los criterios definidos en los manuales internos de la compañía.

Seguidamente, Rodero, Boscán y Straccia (2015) elegir y adquirir tecnología en una organización es muy importante debido a que al comprometerse con la adquisición es recomendable adoptar una dirección organizada con el proceso de selección y compra. Cabe pensar la selección pueda hacerse desde el punto de vista social, desde un punto de vista económico y desde el punto de vista debidamente tecnológico.

En tal sentido, la selección de ofertas como su nombre lo indica la empresa por medio de su gerencia, eligen las mejores ofertas sobre tecnologías de las opciones luego de evaluarlas, usando para ello analizar las características de los proveedores de la misma, así como el nivel de solución el cual aportaría en el área donde se aplicaría.

### **5. Metodología**

Metodológicamente este documento se ha orientado a ofrecer un análisis de como la gestión tecnológica se puede usar como una estrategia competitiva dentro de las empresas de telecomunicaciones; por ello como instrumento de la investigación se emprendió la estrategia de la revisión documental en diferentes canales de información científica que condensan documentos oficiales referentes a los gestión tecnológica así como las estrategias competitivas con la pertinencia al igual que relevancia del concepto, así como su forma, principios y características.

Para el análisis que se ha propuesto, se ha fundamentado en elaborar un análisis crítico de los principios al igual posturas teóricas consultadas, se han revisado un total de 12 fuentes secundarias entre artículos científicos, libros y capítulos resultado de investigación, entre otros, bajo el criterio de la selectividad científica acorde a la temática e indizada en circuitos reconocidos de información caracterizados por su indexación tanto nacional como internacional, procesos de arbitraje así como su contribución en la disciplina de administración y negocios.

## 6. Resultados

La identificación del constructo documental que ha sintetizado la teoría referente a gestión tecnológica, así como las estrategias competitivas conllevan a una idea esencial, la cual radica en que la forma de crear valor en las organizaciones implica una re-concepción desde su oferta de valor agregado o competencia distintiva, por lo tanto, alcanzar con combinación de algunos elementos de los distintos modelos basado en el principio de la estrategias competitivas, desde los sistemas productivo pasando por la cadena de valores hasta alcanzar al servicio al cliente proporcionara herramientas de gran utilidad para las organizaciones.

La revisión y reflexión de los conceptos y referentes investigados conllevan implícitamente un elemento clave, relacionado con la propuesta de valor que las organizaciones ofertan mediante su actividad y operación, este elemento es quizá el más determinante en el modelo gerencial de las compañías e instituciones, pues llega a incidir directamente en la percepción de calidad o en la creación de relaciones sostenibles con clientes así como grupos de interés que se traduzcan en valor agregado para las organizaciones pertenecientes a la rama de las telecomunicaciones.

También, se ha podido identificar la relevancia que el conocimiento ha adquirido en las organizaciones generando la construcción de talentos en las personas que componen e integran la estructura organizacional, por lo que no es ajeno, como estrategia para las organizaciones el emprender acciones pertinentes que permitan potenciar las capacidades humanas con las que cuentan al mantener talento humano motivado, el cual puede ser facilitador en la construcción de propiedad intelectual y activos intangibles para la compañía.

## 7. Conclusiones

En conclusión, se puede destacar la gestión tecnológica como el desarrollo científico la cual da forma a los resultados de los diversos problemas a nivel organizacional relacionados con el desarrollo tecnológico, en pocas palabras, consiste en decisiones que se toman en relación con el manejo, compra y desarrollo de tecnologías, destacando es una actividad ligada a la interpretación de conocimientos acerca de la tecnología dentro de los procesos organizacionales.

Los procesos de gestión tecnológica representan pasos a seguir por las organizaciones cuando se adquiere una determinada tecnología hasta su aplicación en la misma, mencionando estos mecanismos de acumulación de capacidad tecnológica orientadas a las actividades de compra y transferencia de tecnología, mientras tanto estos procesos como tareas relacionadas y recíprocas buscan dar solución a diferentes necesidades presentes en la organización.

En el caso de describir los procesos de la gestión tecnológica. Se recomienda diseñar estrategias para la investigación de todas las tecnologías existentes tanto nacional como internacional, para determinar la más adecuada para la organización en el sector de las telecomunicaciones, para lograr alcanzar mejoras tecnológicas, y superar a la competencia. En este mismo orden de idea, se recomienda incentivar el intelecto humano para desarrollar nuevas tecnologías propias de la empresa implementando políticas de propiedad intelectual con el fin de proteger el conocimiento desarrollado en la organización.

En conclusión, la gestión tecnológica en las empresas del sector de telecomunicaciones cuando es usada como una estrategia competitiva en estas organizaciones, permite crear una ventaja competitiva debido a que es la

dirección de los recursos, tanto humanos como económicos, con la finalidad de aumentar la creación de nuevos conocimientos; la generación de ideas técnicas, las cuales permitan obtener nuevos productos, procesos o servicios así como mejorar los ya existentes; el desarrollo de estas ideas genera diferentes modelos de trabajo. Es difícil para las empresas del sector de telecomunicaciones sobrevivir sin una estrategia competitiva.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Beltrán, M. y Boscán, N. (2018). Identificación de necesidades para la adquisición de tecnología para la producción de energía eléctrica mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en Venezuela. Venezuela. Revista Telematique.
- Carrion, J. (2018). Estrategias de la visión a la acción. Madrid, España. Editorial ESIC.
- Conti, G. y Alcalá, M. (2017). Procesos de gestión tecnológica como agente generador y dinamizador de innovación en la Industria Petrolera. Venezuela. Revista Multiciencias. Vol. 13.
- Maya, R. (2016). Gestión tecnológica como componente de la administración estratégica en las organizaciones universitarias. Colombia. Revista Escenarios.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2012). Guía de la OMPI para la utilización de información contenida en Patentes. Disponible: <http://www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=180&plang=ES>
- Poter, M. (2015). Estrategias Competitivas. México. Grupo editorial Patria.
- Rincón, R. (2019). Adquisición de tecnología: un modelo de gestión. Colombia. Revista de Computación e Informática.
- Rodero, Y., Boscán, N. y Straccia, D. (2015). Etapas en la adquisición tecnológica para el parcelamiento de tierras en el Departamento del Cesar; Colombia. Revista Espacios.
- Sánchez, M. (2016). Casos de Marketing y Estrategias. Barcelona España. Editorial UOC.
- Schonfeld, C. (2015). La evaluación de tecnologías en salud como herramienta para la mejora de la gestión del laboratorio. Argentina. Artículo Acta bioquímica Clínica Latinoamericana.
- Solleiro, J. (2018). Gestión tecnológica: conceptos y prácticas. México. Plaza y Valdés Editores.
- Vilardy, W. (2017). Gerencia de la gestión tecnológica en las universidades públicas. Colombia. Revista Escenarios.

**RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO DE POBLACIÓN Y LA COBERTURA  
EN EDUCACIÓN SUPERIOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS (COLOMBIA)**

RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION GROWTH AND COVERAGE IN  
HIGHER EDUCATION IN SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION IN  
THE CITY OF CARTAGENA OF INDIAS (COLOMBIA)

**Fong-Silva, Waldyr,**

<https://orcid.org/0000-0002-0343-538X>

[waldyrfongsilva@gmail.com](mailto:waldyrfongsilva@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidad de Cartagena, GIMIFEC Research Group,  
Cartagena -Colombia

**Barreto Terán, Cruz D.**

<https://orcid.org/0000-0002-8786-6637>

[cbarreto@urbe.edu.ve](mailto:cbarreto@urbe.edu.ve)

Universidad Rafael Belloso Chacín (URBE),  
Maracaibo-Venezuela

**Linares Morales, José A.**

<https://orcid.org/0000-0003-3812-938X>

[jlinares.proyco@gmail.com](mailto:jlinares.proyco@gmail.com)

Universidad Rafael Belloso Chacín (URBE),

## RESUMEN

La presente investigación ha sido de carácter no experimental, descriptivo, correlacional de tipo transeccional transversal, permitiendo desarrollar un modelo matemático el cual describe la relación entre el crecimiento de población y la cobertura universitaria en educación superior en ciencia, tecnología e innovación en la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia). La población 1 estuvo conformada por una población documental constituida por los censos poblacionales comprendidos entre los años 1964 a 2018. La población 2 la conformaron los datos de cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación emitidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. El coeficiente de correlación 0.989142 indica una fuerte relación entre las variables definida por:  $y = (1,72107 + 7,5419 * 10^{-12}x^2)^2$  en donde x representa el crecimiento poblacional e y la cobertura universitaria, siendo el mejor modelo ajustado a los datos con un valor de alta significancia estadística ( $p=0.0000$ ) y nivel de confianza del 95%.

**Palabras Clave:** Crecimiento Poblacional, Relación, Cobertura, Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

## ABSTRACT

This research has been of a non-experimental, descriptive, correlational, transectional-transversal type, allowing the development of a mathematical model which describes the relationship between population growth and university coverage in higher education in science, technology and innovation in the city of Cartagena de Indias (Colombia). Population 1 was made up of a documentary population constituted by the population censuses between the years 1964 to 2018. Population 2 was made up of data on university coverage in science, technology and innovation issued by the Ministry of National Education of Colombia. The correlation coefficient 0.989142 indicates a strong relationship

between the variables defined by:  $y = (1,72107 + 7,5419 * 10^{-12}x^2)^2$  where  $x$  represents population growth and  $y$  represents university coverage, being the best model adjusted to the data with a value of high statistical significance ( $p = 0.0000$ ) and a confidence level of 95%.

**Keywords:** Population growth, relationship, coverage, higher education, science, technology and innovation.

## 1. Introducción

El crecimiento de población de una región o país hace parte de su dinámica natural relacionándose con el número de habitantes de la región. Es decir, es proporcional a la población en sí misma en donde los componentes de natalidad, mortalidad y migración son fundamentales para describirla. Por esto, en función de su crecimiento, se diseñan planes de desarrollo definiendo políticas públicas relacionadas con todas las áreas de impacto social como lo son: áreas económicas, educativas, universitarias, sociales entre otras. En este sentido, grandes pensadores como Marx y Engels (Londoño, 2018), consideran al crecimiento poblacional como una condición generadora de saltos cualitativos en cuanto a producción, competitividad en donde se relacionan en gran medida la empresa y sociedad actual (Quirós et al., 2017).

Esto implica prestar atención a los procesos de natalidad, mortalidad y migración, de los cuales depende el crecimiento de una población en particular. Es decir, si el número de nacimientos supera a las defunciones el “crecimiento natural” de la población aumenta, en caso contrario, disminuye. Ahora, no sólo el crecimiento poblacional depende de su propia dinámica, sino que por el contrario, también depende de otros factores como los procesos migratorios en donde la emigración y la inmigración afectan sobremanera no sólo el crecimiento de una población en particular sino también procesos educativos, sociales, económicos, energéticos, alimenticios y políticos relacionados con las políticas públicas de dicha zona (Barrios et al., 2013).

Todo lo anterior impacta en los procesos de cobertura educativa produciendo aumento en las tasas de crecimiento de matrícula, sobre todo en la matrícula universitaria, generándose problemas de cobertura en educación superior en ciencia, tecnología e innovación afectando el desarrollo económico-social de regiones, ciudades y países en vía de desarrollo debido a las dificultades asociadas con la infraestructura física universitaria como lo son la financiación de matrículas y presupuesto público entre otros aspectos que garanticen a la educación con calidad como derecho fundamental (Figuerola, 2015; Michel & Delgado, 2013). Todo esto impacta las instituciones universitarias convirtiéndolas en actores fundamentales de desarrollo económico en sus regiones de influencia obligándolas a generar procesos de transformación social mediante la implementación interna de políticas de ciencia, tecnología e innovación en donde los procesos de innovación son fundamentales ante los nuevos desafíos de la universidad del siglo XXI (López (2010); Figuerola, 2015). Adicionalmente, según Godin (2010); del Valle (2014), la innovación está en todas partes, principalmente en la universidad en donde los procesos de ciencia, tecnología e innovación constituyen el pilar de desarrollo de los pueblos impulsando la solución de problemas de índole económico, social, cultural, industrial y político entre otros.

Para describir lo anterior, se propone en esta investigación un modelo matemático que permita relacionar el crecimiento de población con la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación en la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia) desde el año 1964 hasta 2020. De la misma manera, se espera



cimiento la base para un nuevo modelo universitario contemporáneo con políticas de desarrollo diseñadas desde las nuevas dinámicas poblacionales (Quirós et al., 2017).

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Crecimiento de Población**

El crecimiento de población asociado a su impacto en procesos de desarrollo social, económico, industrial entre otros, ha ocasionado un nuevo campo de estudio el cual se conoce en la actualidad como población y desarrollo. Este crecimiento poblacional presiona la sociedad actual en tres temas fundamentales: aprovechamiento de recursos, sistema social y organización del sistema productivo de las regiones, ciudades y países (Parra et al., 2019).

Por otro lado, la relación entre población y desarrollo va más allá de una relación simplista en donde a un mayor crecimiento de población corresponde un menor desarrollo económico-social y viceversa. Es decir, otros factores lo convierten en un tema complejo en donde la disponibilidad de recursos, así como las características propias de la dinámica poblacional relacionadas con la organización de la misma sociedad afectan sus medios de subsistencia (Gómez & Salazar, 2011; Villalpando, 2010). En este orden de ideas, los procesos de crecimiento poblacional, deben ser evaluados en un rango de tiempo en donde se identifique si su crecimiento natural es positivo o negativo, es decir, si el número de nacimientos más migrantes es mayor al número de defunciones o si por el contrario es menor (Parra et al., 2019).

Esto permitirá abordar el diseño adecuado de políticas de desarrollo regional articuladas con políticas públicas que impacten sobre todo en los procesos educativos Universitarios en ciencia tecnología e innovación necesarias para el desarrollo de las naciones en el nuevo siglo. Por esta razón, se hace necesario prestar especial atención al crecimiento natural de población de regiones, ciudades o países y para el caso de esta investigación, al crecimiento poblacional de la ciudad de Cartagena de indias (Colombia).

### **2.2. Migraciones**

Los procesos migratorios han sido una constante a lo largo de la historia de la humanidad, sin embargo, estos procesos también se han venido gestando a lo largo de toda Latinoamérica desde países como Venezuela, Argentina, México, Colombia entre otros, en donde problemas de empleo, inseguridad, refugiados, demandantes de asilo político, narcotráfico, ocasionan desplazamiento masivo entre regiones, ciudades así como también entre países con fronteras cercanas afectando el crecimiento natural de población y la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación de aquellas regiones hacia donde emigran este grupo de personas las cuales persiguen una mejora en su calidad de vida convirtiéndolas en migraciones de asentamiento (Dupáquier, 2002: 98; Rodríguez, 2012). Entre los años 1980 al 1993, los inmigrantes acogidos por Europa occidental ascendió a 14 millones, por Estados Unidos a 8.5 millones, Canadá 1'750.000, Colombia 1.825.000 y Cartagena de Indias a 34.899 (Migración Colombia, 2020). Toda esta población migrante se considera proveniente de otros países de la región e inclusive del mundo afectando el sistema económico, productivo, empresarial y la cobertura educativa en todos los niveles relacionados con la ciencia, tecnología e innovación.

### 2.3. Cobertura en Educación Superior

En el siglo XXI la globalización de la economía, democratización del servicio educativo han evolucionado hacia la masificación en todos los niveles desde el nivel básico hasta el universitario y de posgrado (Brunner, 2012; Rengifo, 2015). En este sentido, se viene pensando en su universalización lo cual es una tendencia de todas las naciones latinoamericanas así como de países en vía de desarrollo en los últimos años en donde la educación terciaria ha florecido debido a la gran masificación; permitiendo la formación de capital humano en todas las áreas del conocimiento contribuyendo a la deselitización de la misma e impactando en la conformación de nuevas elites sociales producto del incremento en la cobertura en educación superior de los últimos años (Rama & Cevallos, 2016; Prestes et al, 2015).

Este proceso se dinamiza en los Estados Unidos a partir de los años 50, en Asia desde los 70, en Europa desde los 60 así como también a partir de los 80 en América latina hasta el presente. Esta dinámica de universalización aún se encuentra en proceso de consolidación en los países latinoamericanos, en especial en Colombia, en donde la brecha de la desigualdad aún persiste con una caída de la inversión pública en este tipo de programas lo que puede ser una causal para explicar la ineficacia de los programas sociales de los últimos años en la mayoría de países de América (Parra et al., 2019; Grimpe & Hussinger, 2013; Gawer & Cusumano, 2014). Por esta razón, se requieren políticas públicas, esfuerzo e inversiones en el sector educativo en todos los niveles principalmente en el universitario en el área de la ciencia, tecnología e innovación que permitan su consolidación (Prestes & Diniz, 2015).

Una de las estrategias de la masificación es la gratuidad la cual ha impulsado la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación con la misión única de impactar en los procesos industriales del país (Rengifo, 2015). Sin embargo, aún estamos lejos de la gratuidad total porque solamente el estado financia una parte de la matrícula lo que hace que aquellos estudiantes pertenecientes a estratos vulnerables se les dificultan aún más acceder al sistema educativo universitario. Así mismo, otra de las barreras para ciertos estudiantes lo constituyen las políticas de calidad relacionadas con los exámenes de admisión los cuales exigen un puntaje mínimo para el ingreso. Todos estos aspectos inciden en la cobertura universitaria, especialmente la relacionada con la ciencia, tecnología e innovación (Garrido et al., 2016; Garritz et al., 2011). Por esta razón, en esta investigación se pretende describir mediante un modelo matemático la relación entre el crecimiento de población de la ciudad de Cartagena de indias y la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación que permita promover políticas de desarrollo universitario acordes con las necesidades particulares de cada región del país.

Por otro lado, incrementar la cobertura en educación superior en ciencia, tecnología e innovación servirá de motor de desarrollo regional y nacional impulsando cambios en el sistema económico, social, político y educativo cuya consecuencia será la expansión del crecimiento institucional de las universidades e instituciones de educación superior en sus regiones de influencia (Núñez et al., 2017; Grimpe & Hussinger, 2013; Didriksson, 2012). Esta transformación universitaria a futuro según Minciencias (2020); Grimpe & Hussinger (2013); Dagnino (2010); Fernández et al., (2010), fortalecerá el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país fomentando las redes de conocimiento entre instituciones del sector público y privado impulsando el desarrollo y la apropiación social de nuevo conocimiento. Autores como Brito et al. (2011), Villa (2015), Zaldívar et al. (2017), Fong et al. (2016;

2017; 2018) y López et al. (2017), consideran a la inclusión de la modelación matemática como una herramienta para identificar correlaciones entre variables. También propician en los investigadores el desarrollo de habilidades para la toma de decisiones sobre la base de una ciencia exacta. Asimismo, permite utilizar las matemáticas en otras áreas del conocimiento como herramienta que le permita al investigador aproximarse para describir, entender y resolver problemas del contexto (Gatica & Ares, 2012; Rosa & Orey, 2011).

### 3. Metodología

**Variabes:** Las variables utilizadas en la investigación se clasificaron en dos (2) categorías:

- a) Independiente: Crecimiento de población
- b) Dependiente: Cobertura universitaria en Ciencia, tecnología e innovación.

Para definir el modelo matemático entre las variables en cuestión, se procesó la información de acuerdo con los datos oficiales provenientes de los Censos Nacionales de Población y Vivienda adelantados en la Ciudad de Cartagena de Indias por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2019) y el Ministerio de Educación Nacional de Colombia entre los mismos años (MEN, 2019). Estos datos se muestran en la Tabla 1 en donde la población 1 se relaciona con el crecimiento de población mientras que la 2 con la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación en la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia).

**Tabla 1. Crecimiento de población y cobertura universitaria en C, T e I en Cartagena**

Años	Población 1			Población 1	Población 2
	Crecimiento Natural de población de Cartagena de Indias (#personas)	%	Migraciones Población migrante* (#personas)	Crecimiento de Población total (población de Cartagena de Indias+población migrante) (Cp=x) (#personas)	Cobertura universitaria en C,T e I (Cu=y) (%)
1964	242085	0	0	242085	5
1975	312557	0	0	312557	8
1985	531320	0.02	106	531426	13
1993	655319	0.2	1313	656632	22
2005	870329	2.8	25071	895400	53
2018	938988	3.5	34057	973045	89

**Fuente:** Dane (2019) y Ministerio de Educación Nacional (2019). \*Cálculos del autor.

**Confiabilidad de la prueba:** a) Asociación entre variables: Para definir la asociación entre las variables se hizo una regresión lineal evaluando los coeficientes de correlación y determinación. b) Normalidad de los residuos: para garantizar que los residuos corresponden a una distribución normal se utilizó la

prueba de Shapiro-wilk (Herrera et al., 2012) en donde el p-value debe ser mayor a 0.05 ( $p > 0.05$ ). c) Independencia de los residuos: Para garantizar la no autocorrelación (independencia) en serie de los residuos se hizo la prueba Durbin-Watson (Salmerón & Rodríguez, 2017), la cual se comprobó con el p-value, el cual garantiza dicha independencia siempre y cuando tome valores superiores a 0.05 ( $p > 0.05$ ) d) Homocedasticidad: Se evaluó mediante el estadístico F de Fisher (Inzunza & Jiménez, 2013).

#### 4. Relación entre las variables (Modelo Matemático):

El modelo matemático es probabilístico y propone relacionar la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación como función del crecimiento de población en la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia) mediante un análisis de regresión lineal simple. La variable independiente la conforma el crecimiento de población ( $C_p$ ) (población de Cartagena de Indias+población migrante) y la dependiente la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación ( $C_u$ ), es decir: x: Crecimiento de población ( $C_p$ ); y: Cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación ( $C_u$ ).

**Análisis estadístico:** El mejor modelo matemático ajustado a los datos con el mayor coeficiente de correlación, determinación y con alta significancia estadística ( $p < 0.05$ ) se muestra en la Tabla 2. Este modelo se ajustó mediante una regresión lineal haciendo uso del software estadístico Statgraphics Centurión XVI.

#### 5. Resultados

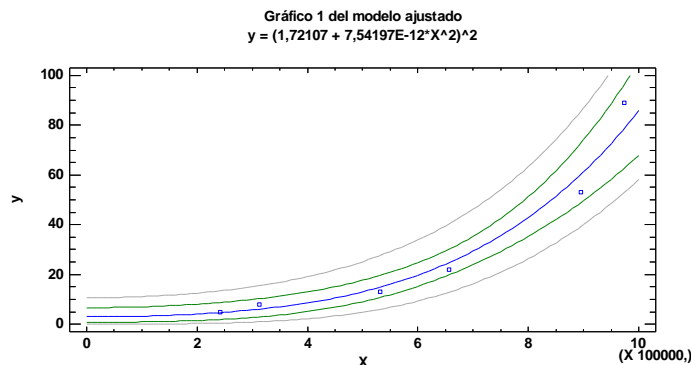
Los estadísticos de regresión simple entre el crecimiento de población (x) y la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación se presentan en la Tabla 2 en donde adicionalmente se indican los valores de p (significancia estadística) observándose alta significancia estadística entre Raíz cuadrada de y con Cuadrado de x ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 2.** Modelo matemático Raíz cuadrada de y-Cuadrado de x Estadística de regresión simple (Raíz cuadrada de y-Cuadrado de x)

Coeficiente de correlación ( R )	0.989142	x: $C_p$
Coeficiente de determinación ( $R^2$ )	97.84%	y: $C_u$
(P-valor) del modelo	0.0002	
Interceptos y coeficientes	Coeficientes	P-value
Intersección	1.72107	0.0051
Pendiente de la recta	$7.54197 \cdot 10^{-12}$	0.0002

#### Fuente: Propia (2020)

La normalidad, independencia de los residuos y homocedasticidad se evaluaron por las pruebas Shapiro-wilk (Herrera et al., 2012), Durbin-Watson (Salmerón & Rodríguez, 2017) y F-Fisher (Inzunza & Jiménez, 2013) que arrojaron los valores 0.6208 (0.1066) tanto para el crecimiento de población como para la cobertura universitaria en ciencia tecnología e innovación, 1.92803 ( $p=0,2122$ ) y 5.050329 respectivamente. El gráfico de regresión lineal del modelo linealizado: raíz cuadrada de y-Cuadrado de x se muestra a Continuación en el Gráfico 1.



**Fuente:** Propia (2020)

En la Tabla 3 se muestran los límites de confianza y predicción (pronóstico) para el modelo matemático ajustado y las variables: x: Crecimiento de población e y: Cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación.

**Tabla 3.** Límites de predicción y confianza para 2 puntos del modelo ajustado.

	Predicciones	95,00%		95,00%	
		Límite	Predicción	Límite	Confianza
X (Cp)	y (Cu)	Inferior	Superior	Inferior	Superior
242085	4,67884	13,4216	0,439001	8,69654	1,89651
973045	78,5338	109,298	52,8427	96,276	62,5971

**Fuente:** Propia (2020)

Los intervalos de predicción y de confianza corresponden a las cotas internas y externas en la gráfica del modelo ajustado. En la Gráfica 1 el modelo matemático ajustado es de la forma:

Raíz Cuadrada-Y Cuadrado-X:  $Y = (a + b \cdot X^2)^2$ , el cual permite describir la relación entre las variables crecimiento de población y cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación en donde  $a=1,72107$  y  $b= 7,54197E-12$ , lo cual se aprecia mejor en la ecuación 1 que se indica a continuación.

$$y = (1,72107 + 7,5419 \cdot 10^{-12} x^2)^2 \quad (1)$$

Como el valor-p en la Tabla 2 ANOVA es menor a 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre x e y con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 97,84% de la variabilidad en y (cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación). El coeficiente de correlación es igual a 0.989142 indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El estadístico de Durbin-Watson (Salmerón & Rodríguez, 2017) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden del archivo de datos. Como el valor-p ( $p=0,2122$ ) es mayor a 0,05 ( $p>0.05$ ) no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

De la misma manera la prueba de Shapiro-wilk (0.6208 y 0.1066 para las variables en cuestión) indica que los datos provienen de una distribución normal con un 95% de nivel de confianza porque sus valores son superiores a  $p=0,05$  ( $p>0.05$ ). Por último, se hizo la prueba F-Fisher (Inzunsa & Jiménez, 2013) para evaluar la varianza de las dos muestras partiendo de la premisa de igualdad de varianzas. En este sentido, como el valor de p para F-Fisher arrojó un valor de

$p = 5.050329$  el cual es mayor a  $0.05$  ( $p > 0.05$ ) se considera existencia de homocedasticidad en los datos.

Esta significancia estadística entre el crecimiento de población de la ciudad de Cartagena de Indias y la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación permite inferir la necesidad de fortalecer cada una de ellas mediante leyes, decretos y resoluciones universitarias con el objeto de consolidar a futuro un crecimiento coherente de los niveles de cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación en la ciudad.

Ahora, los resultados indican la no linealidad como una característica descriptora de la relación entre las variables lo que hace pensar en los planteamientos de Parra et al. (2019), Gómez & Salazar (2011) quienes afirman que también inciden en estos procesos, factores adicionales como el aprovechamiento de recursos, sistema social y organizacional del sistema productivo de las regiones en la proporción desbalanceada como lo presenta el modelo matemático de la ecuación 1.

Ésta no linealidad también se puede explicar desde las perspectivas de Rodríguez (2012) los cuales consideran a los procesos migratorios como influyentes en el crecimiento poblacional y de cobertura universitaria en las regiones. Así mismo, los procesos de democratización como de globalización de la economía también inciden indirectamente en estos procesos así como lo plantean Brunner (2012), Rengifo (2015). De la misma manera la no linealidad del modelo posiblemente se deba también a la caída de la inversión pública así como lo plantean Ramírez et al. (2016), Grimpe & Hussinger (2013) y Gawer & Cusumano (2014).

Esta dependencia indirecta multifactorial permite reflexionar sobre los planteamientos de Prestes & Diniz (2015) quienes consideran a las políticas públicas, esfuerzo e inversiones en el sector educativo, en especial en el universitario en el área de la ciencia, tecnología e innovación como pilares fundamentales para consolidar y desarrollar la educación universitaria. Por esta razón, atendiendo a la forma cuadrática del crecimiento de población arrojado por el modelo ajustado (Gráfico 1) se deben considerar aspectos relacionados con la gratuidad, si se desea incrementar la cobertura universitaria en la sociedad del siglo XXI así como lo plantean Garrido et al. (2016) y Garritz et al. (2011). Esto permitirá impulsar cambios sociales, económicos, políticos y educativos en el contexto globalizado atendiendo a las necesidades de la nueva sociedad según los postulados de Núñez et al. (2017), Grimpe & Hussinger (2013), Didriksson et al. (2012), Minciencias (2020), Herrera (1995) y Fernández et al. (2010).

## 6. Conclusión:

Existe una relación estadísticamente significativa entre el crecimiento de población de la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia) y la Cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación a un 95% del nivel de confianza de acuerdo al modelo matemático ajustado: Raíz cuadrada de  $y$ - cuadrado de  $x$  con un coeficiente de correlación de  $0.989142$  y un coeficiente de determinación de  $97.84\%$  lo cual indica que el  $97.84\%$  de los cambios en la cobertura universitaria en ciencia, tecnología e innovación se explica por los cambios en la población de la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia). El modelo matemático ajustado obtuvo un  $p$ -value =  $0.0051$  para el modelo y un  $p$ -value= $0.0000$  para los coeficientes (intercepción y pendiente) lo cual indica que es un buen modelo capaz de hacer predicciones para mediciones que se encuentren por fuera de los valores que se presentan en la tabla 1.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Barrios, J. E. R., Tshipamba, N., & Alvarado, L. F. R. (2013). La legislación como instrumento del desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación: el caso de Corea del Sur. *Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública*, 11(19), 19-35.
- Brito-Vallina, M. L., Alemán-Romero, I., Fraga-Guerra, E., Para-García, J. L., & Arias-de Tapia, R. I. (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. *Ingeniería Mecánica*, 14(2), 129-139.
- Brunner, J. J. (2012). La idea de universidad en tiempos de masificación. *Revista iberoamericana de educación superior*, 3(7), 130-145.
- Dagnino, R. (2010). Trayectorias de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad, y de la política científica y tecnológica en Ibero-América. *Argumentos de Razón Técnica*, 2010,(13): 57-83.
- del Valle, S. S. (2014). Estrategias de internacionalización y globales para países en desarrollo y emergentes. *Dimensión empresarial*, 12(1), 111-138.
- Didriksson, Axel. (2012). La nueva agenda de transformación de la educación superior en América Latina. *Perfiles educativos*, 34(138), 184-203.
- Fernández de Lucio, I; Más Verdú, F y Tortosa Martorell, E. (2010), 'Regional innovation policies: the persistence of the linear model in Spain'. *The Service Industries Journal*, 30(5): 749 – 762.
- Figuroa, G. M. A. (2015). El proceso de gestión de innovación tecnológica: sus etapas e indicadores relacionados. *Revista Venezolana de análisis de Coyuntura*, 21(1), 59-90.
- Fong Silva, W., Curiel Gómez, R., & Brito Carrillo, C. (2017). Aprendizaje significativo y su relación con la motivación intrínseca, escuela de procedencia y estrategias cognitivas en estudiantes de ingeniería. *IPSA SCIENTIA. Revista Científica Multidisciplinaria*, 2(1), 55-64.
- Fong Silva, W., Tarón Dunoyer, A., & Colpas Castillo, F. (2016). Relación entre el inventario de autorregulación para el aprendizaje (srli) y algunos factores internos que inciden en el proceso enseñanza-aprendizaje de la química. *IPSA SCIENTIA. Revista Científica Multidisciplinaria*, 1(1), 58-68.
- Fong-Silva, W., Severiche-Sierra, C.A., Jaimes-Morales, J., Marrugo-Ligardo, Y.A. y Espinosa-Fuentes, E.A. (2017). "Cognition and Its Relationship with Endogenous and Exogenous Factors in Engineering Students", *International Journal of Applied Engineering Research*, 12 (17)17, 6929-6933.
- Garrido Rubiano, María Fernanda, Martínez Medrano, Juan Carlos, Rendón Medel, Roberto, & Granados Carvajal, Rafael Evelio. (2016). Los sistemas de innovación y su impacto en el desarrollo territorial. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(15), 3143-3152.
- Garritz, Andoni, Rueda, Cristina, Robles, César, & Vázquez-Alonso, Ángel. (2011). Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos: Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Educación química*, 22(2), 141-154.
- Gatica, S. N., & Ares, O. E. (2012). La importancia de la visualización en el aprendizaje de conceptos matemáticos. *Edmetec*, 1(2), 88-107.
- Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of product innovation management*, 31(3), 417-433.
- Godin, B. (2010). Innovation without the word: William F. Ogburn's contribution to the study of technological innovation. *Minerva*, 48(3), 277-307.
- Gómez, C. G., & Salazar, O. T. C. R. (2011). La segregación territorial y el rezago en el sur de la ciudad de Mérida, como el resultado del crecimiento urbano descontrolado. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 13(1), 122-138.

- Grimpe, C., & Hussinger, K. (2013). Formal and informal knowledge and technology transfer from academia to industry: Complementarity effects and innovation performance. *Industry and innovation*, 20(8), 683-700.
- Herrera Villafranca, Magaly, Guerra Bustillos, Caridad W, Sarduy García, Lucía, García Hernández, Yoleisy, & Martínez, Carlos Enrique. (2012). Diferentes métodos estadísticos para el análisis de variables discretas. Una aplicación en las ciencias agrícolas y técnicas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1), 58-62.
- Inzuna Cazares, Santiago, & Jiménez Ramírez, José Vidal. (2013). Caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes universitarios acerca de las pruebas de hipótesis. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 16(2), 179-211.
- Londoño, Sergio Quintero. (2018). El marxismo en la reconceptualización: ¿De qué marxismo se trata?. *Serviço Social & Sociedade*, (133), 566-584. <https://doi.org/10.1590/0101-6628.160>.
- López Leyva, S. (2010). Cuerpos académicos: factores de integración y producción de conocimiento. *Revista de la educación superior*, 39(155), 7-25.
- López Pontón, E.J., Fong-Silva, W., Franco Borre, D.A., Severiche Sierra, C.A., Patiño Moncada, J.D. (2017). Association between self-regulation of learning, motivation, teaching quality and sports dedication in engineering students, *Contemporary Engineering Sciences*. 10(18), 891-899.
- Michel, Á. L., & Delgado, J. E. R. (2013). Pilares de la competitividad, educación superior, nuevas tecnologías y empleo en Corea del Sur y México. *Análisis económico*, 28(69), 79-108.
- Migración Colombia. Ministerio de relaciones exteriores de Colombia. (2020). Migrantes a Cartagena de Indias. Recuperado de <https://www.migracioncolombia.gov.co/>.
- Núñez Jover, J., Alcázar Quiñones, A., & Proenza Díaz, T. (2017). Una década de la Red Universitaria de Gestión del Conocimiento y la Innovación para el Desarrollo Local en Cuba. *Retos de la Dirección*, 11(2), 228-244.
- Parra, Enrique, Gordillo, Wilson, & Pinzón, Wilson J.. (2019). Modelos de Crecimiento Poblacional: Enseñanza-Aprendizaje desde las Ecuaciones Recursivas. *Formación universitaria*, 12(1), 25-34.
- Prestes, Emília Maria da Trindade, & Diniz, Adriana Valéria Santos. (2015). Educación y aprendizaje a lo largo de la vida: los adultos y la enseñanza superior. *Sinéctica*, (45), 1-20.
- Quirós, M. D. M. M., Quirós, J. L. M., & Izquierdo, J. D. (2017). Empresas tecnológicas y políticas públicas de desarrollo regional en Brasil. *Problemas del desarrollo*, 48(190), 61-82.
- Rama, C., & Cevallos, M. (2016). Nuevas dinámicas de la regionalización universitaria en América Latina. *MAGIS, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 8(17), 99-134.
- Ramírez Velázquez, Blanca Rebeca, & Somellera, Jazmine Dafne (2016). Metropolización regional: formas de urbanización y desarrollo regional en el sureste de México. *Sociedad y Ambiente*, (10), 1-27
- Rengifo-Millán, M. (2015). La globalización de la sociedad del conocimiento y la transformación universitaria. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13(2), 809-822.
- Rodríguez Gómez, Grisell. (2012). La metodología cualitativa en la demografía: una propuesta desde la fecundidad. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 29(1), 53-65.
- Rosa, M., & Orey, D. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática: Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática*, 4(2), 32-54.



- Roy-García, Ivonne, Rivas-Ruiz, Rodolfo, Pérez-Rodríguez, Marcela, & Palacios-Cruz, Lino. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista alergia México*, 66(3), 354-360.
- Salmerón Gómez, Román, & Rodríguez Martínez, Eduardo (2017). Métodos cuantitativos para un modelo de regresión lineal con multicolinealidad. Aplicación a rendimientos de letras del tesoro. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 24( ),169-189.
- Villalpando, W. (2010). ¿Es que el siglo XXI desmentirá a Malthus? Las dimensiones de la población mundial como cuestión de Estado. *Invenio*, 13(24), 43-62.
- Villa-Ochoa, J. A. (2015). Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: un estudio de caso con profesores de matemáticas. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 8(16), 133-148.
- Waldyr Fong Silva, Remedios Pitre Redondo, Meredith Jimenez Cardenas. (2018). [Intrinsic motivation and its association with cognitive, actitudinal and previous knowledge processes in engineering students](#). *Contemporary Engineering Sciences*, 11(3),129-138.
- Zaldívar Rojas, José David, Quiroz Rivera, Samantha Analuz, & Medina Ramírez, Gonzalo. (2017). La modelación matemática en los procesos de formación inicial y continua de docentes. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 8(15), 87-110.

**MODELO PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE REMODELACIÓN EN  
LAS ÁREAS DE DESPACHO EN EMPRESAS MIXTAS DEL SECTOR  
PETROQUÍMICO VENEZOLANO.**

MODEL FOR THE EXECUTION OF REMODELING PROJECTS IN THE  
DISPATCH AREAS IN MIXED COMPANIES OF THE VENEZUELAN  
PETROCHEMICAL SECTOR

**Castellano Manrique Samuel Rafael**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0969-438>  
[octanos\\_89@gmail.com](mailto:octanos_89@gmail.com)

**Amaya de Castillo, Adolfin.**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6653-2032>  
[adolamaya@gmail.com](mailto:adolamaya@gmail.com)

Sistemas, modelos y metodologías gerenciales y operativas con los procesos de contratación y su aplicación en proyectos industriales.

**RESUMEN**

La investigación tuvo como objetivo elaborar un modelo para la ejecución de proyectos de remodelación en empresas mixtas del sector petroquímico venezolano, sustentándose teóricamente en los aportes de Iván Cartay (2010), PMI (2017), Nuria Cunill. G (2009) y Gabriel Baca U (2016), entre otros. La metodología fue de tipo descriptiva, modalidad de proyecto factible, con diseño no experimental, transeccional de campo. La técnica de recolección de datos utilizada fue la encuesta, utilizando como instrumento de recolección de datos un cuestionario de 60 ítems, validado por 5 expertos, aplicado a una población piloto de 10 sujetos para la determinación de la confiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, la cual arrojó 0.90, altamente confiable. La población estuvo conformada por líderes de proyecto de las empresas mixtas. Para el análisis de los resultados se aplicó estadística descriptiva. Los resultados evidenciaron debilidades en la definición de alcance del proyecto, sobregastos durante la ejecución de las actividades y la falta de información interdepartamental, conllevando a retrasos en la culminación, por ende no cumplimiento de los tiempos planificados y costos por encima de lo presupuestados. Finalmente se elaboró el modelo para la ejecución de proyectos de remodelación en las áreas de despacho en empresas mixtas del sector petroquímico venezolano para optimizar el seguimiento y control de los mismos.

**Palabras Clave:** Modelo, Planificación, Alcance, Ejecución de Proyectos, Remodelación

**ABSTRACT**

The research had as objective a model for the execution of projects of remodeling in mixed companies of the Venezuelan petrochemical sector, being supported theoretically in the contributions of Cartay (2010), Pmbok (2017), Cunill (2009) y Baca (2016), among others. The methodology was descriptive, feasible project modality, with non-experimental, transeccional field design. The data collection technique used was the survey, using an instrument which was the questionnaire, based on 60 items, Validated by 5 experts, with a Cronbach Alpha coefficient of 0.90. Applied to 12 project leaders from different disciplines. Absolute and relative frequency tables (descriptive statistics) were used for the analysis of the results. The phases of the model for the execution of remodeling projects in the areas of dispatch in mixed companies of the Venezuelan petrochemical sector were identified. A model is the simplified construction of reality or an aspect of it, either

of the existing reality or that is expected to be achieved, is effected by identifying the different components of that reality and their reciprocal relationships. The weaknesses were mainly due to the lack of definition of project scope, deficiencies with information on project costs and lack of interdepartmental information, leading to a loss of time for the execution of remodeling projects. Recommend a model for the execution of remodeling projects in the areas of dispatch in mixed companies of the Venezuelan petrochemical sector to optimize the monitoring and control activity.

**Keywords:** Model, Planer, Project Execution, Remodeling Projects

## 1. Introducción

Hoy en día tanto las empresas como las organizaciones, públicas o privadas, deben mantenerse en constante competencia en el mercado productivo, buscando siempre la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos en aras de alcanzar los objetivos planteados. La ejecución de proyectos juega un papel muy importante dentro de la gestión empresarial la cual se considera un componente relevante para la formulación de estrategias en el ámbito de proyectos dentro de una organización.

Los problemas presentados en las empresa mixtas en Venezuela en la ejecución de proyectos de remodelación del área de despacho están relacionados con la falta de organización, apresuramiento en la elaboración de los alcances, definición de las especificaciones de los equipos y maquinarias requeridos, falta de una programación adecuada, desmotivación del personal a cargo de los proyectos, inconvenientes administrativos, retardo en la asignación de los recursos técnicos requeridos, entre otros.

Por tanto, la investigación tuvo por finalidad proponer un modelo para la ejecución de proyectos de remodelación en las áreas de despacho en empresas mixtas de la industria petroquímica venezolana las cuales se disgregaron en 4 dimensiones: Situación actual de la ejecución de proyectos de remodelación en las áreas de despacho, Características de los proyectos de remodelación, Requerimientos del modelo para la ejecución de proyectos de remodelación y Fases del modelo para la ejecución de proyectos de remodelación y la metodología a utilizar

## 2. Planteamiento del problema

La necesidad de un modelo adecuado para la ejecución de proyectos de remodelación en las áreas de despacho en las empresas mixtas del sector petroquímico se presenta ya que surgió la necesidad de ejecutar proyectos en las diferentes áreas de las empresas para asegurar el mejoramiento en la calidad del proceso, este mejoramiento viene dado por la ubicación óptima del producto para así tener un mejor control y más efectivo a la hora de cargar los camiones desde el almacén hasta los transportes de carga.

## 3. Fundamentación teórica

### 3.1. Proyecto

Para el Pmbok (2017) es un esfuerzo el cual se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, tiene la característica de ser naturalmente temporal, es decir, tiene un inicio y un final establecidos, el final se alcanza cuando se logran los objetivos o cuando se decide terminarlo debido a que sus objetivos no fueron alcanzados, no sean logrados o cuando ya no existe la necesidad surgida para dar origen al proyecto.

Para Cartay (2010), un proyecto es un conjunto ordenado de acciones que tienden a la realización de un determinado fin". Por su parte Baca Urbina (2016) señala es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana. El gerente y el uso de las nuevas tecnologías en la ejecución de los proyectos, juegan un rol importante para lograr los objetivos propuestos. Para el siguiente estudio se fijara posición con lo expresado en el Pmbok (2017) ya que sin los esfuerzos correspondientes de un equipo de alto desempeño al momento de la elaboración y ejecución de un proyecto no se llegara a un fin determinado.

### 3.2. Proyectos de remodelación

Según Wesley, C y Flores C, J. (2014), se entiende por proyecto de remodelación toda actividad emprendida por una organización para crear, ampliar o modificar un espacio, resultado de la ampliación de un programa o de avances en la tecnología, o para sustituir un espacio, estructura o sistema que haya llegado al final de su ciclo de vida útil.

El término "remodelación", abarca todas las actividades relacionadas con la renovación, restauración, rehabilitación, conservación, alteración, readaptación, reacondicionamiento, recuperación, demolición, desmantelamiento, eliminación y/o supresión de material nocivo o cualquier otro trabajo destinado a mejorar los procesos existentes y adaptarlos a las normas actuales. Para los autores anteriormente mencionados, todos los proyectos de remodelación tienen un ciclo de vida común, abarca cuatro (04) etapas sucesivas:

- a) Actividades previas a la planificación.
- b) Planificación
- c) Ejecución o puesta en marcha del proyecto
- d) Puesta en servicio con criterios de calidad

Para Mirabal (2012), los proyectos de remodelación plantean el seguimiento sistemático de una programación de actividades cuidadosamente estudiadas y siempre apegadas a los objetivos planteados como fundamentales para garantizar no solo el mejoramiento integral de las áreas sino su perdurabilidad. En el contexto de la presente investigación, se tomara en cuenta lo expresado por Mirabal (2012) en su libro Paisajismos.

### 3.3. Situación actual de la ejecución de proyectos

Infraestructura: Según Lusthaus (2010), la infraestructura comprende las condiciones básicas (instalaciones y tecnología) para el trabajo de la organización, tales como espacio aceptable en un edificio con iluminación adecuada, agua potable y un suministro confiable de electricidad. Así mismo Sánchez (2011), considera estar constituida por un conjunto de estructuras de ingenierías e instalaciones, por lo general son de larga vida útil, y utilizadas con fines productivos, políticos, sociales y personales. Para los términos de esta investigación se asocia con lo expuesto con Lusthaus (2010) ya que en la infraestructura debería converger todo lo adecuado para prestar un buen servicio cuando se cumplen los objetivos de los proyectos.

Personal asignado a la ejecución de proyectos. Para Guido y Clements (2018), el personal es un equipo o grupo de personas que trabajan en forma interdependiente para lograr una meta en común. El trabajo en equipo es el esfuerzo cooperativo de los miembros de un grupo para lograr esa meta en común. Desde otra perspectiva para, el Pmbok (2017), los equipos del proyecto frecuentemente son los encargados de identificar, documentar y validar las asunciones como parte de su proceso de planificación, de igual manera pueden decidir agregar tiempo adicional, denominando reservas para contingencias, reservas en tiempo, al cronograma del equipo, proporciona retroalimentación, resuelve polémicas, coordina cambios a fin de mejorar

el rendimiento del proyecto. Haciendo énfasis con lo expuesto por el Pmbok (2017) ya que en el equipo del proyecto es donde convergen todas las actividades a ejecutar en el ámbito general del proyecto.

### **3.4. Características de la ejecución de proyectos de remodelación.**

Basados en el Pmbok (2017), los proyectos necesitan ser ejecutados y entregados bajo ciertas características tradicionales, estas son: alcance, tiempo y costo, también conocido como el triángulo de la gestión de proyectos, donde cada lado representa una característica. Un lado del triángulo no puede ser modificado sin que impacte a los otros.

**Alcance.** Palacios (2009), acota la definición del alcance se materializa en un esquema que comprende una breve descripción del trabajo a realizar, los objetivos, los factores condicionantes (físicos, legales, entre otros), la documentación facilitada por el cliente, los requisitos necesarios establecidos inicialmente, los hitos a cumplir y un índice preliminar de documentos a entregar, así como los recursos económicos con los cuales cuenta el líder de proyecto.

Según el Pmbok (2017), la gestión del alcance del proyecto se relaciona principalmente con la definición, control, operación de lo que esta y no está incluido en el proyecto. Enfocando lo comentado en el Pmbok 2017 este plantea que el alcance se refiere a los límites establecidos en la fase inicial del proyecto, en donde se describe cuáles son los trabajos, actividades y recursos necesarios para considerar alcanzado el objetivo del proyecto, o la culminación del mismo.

**Presupuesto (costo).** Para Cartay (2010), lo define como todos los costos en los cuales se incurre y en el momento donde se tendrá el desembolso de dinero. Es un componente clave del plan de proyecto, muestra las obligaciones financieras asumidas por el proyecto y, servirá como base para medir el desempeño de la ejecución tanto en costo como en tiempo mediante el uso de la técnica del valor ganado. Para el PMBOK (2017), es la estimación aprobada para el proyecto o cualquier otro componente de la estructura de desglose del trabajo u otra actividad del cronograma. Algunos parámetros determinantes de los costos son:

- a) Estimación de costos
- b) Preparación del presupuesto
- c) Control de costo

Miranda (2018), establece cuatro métodos básicos para estimar un proyecto:

- a) Análogo
- b) Descendente
- c) Ascendente
- d) Paramétrica

**Tiempo:** Según Cartay (2010), los proyectos son finitos en el tiempo, esto quiere decir, que las diferentes actividades para el logro de los objetivos, están situadas entre un inicio y un fin específicos. Por su parte Guido y Clements (2018), refieren que un proyecto tiene marco temporal específico, conocido también como vida útil finita. Es decir, todo proyecto de cualquier naturaleza tiene un tiempo y una fecha de finalización.

Para el Pmbok (2017), lo interpreta como el resultado de un proceso de estimación de duración de las actividades del cronograma, utiliza información sobre el alcance del trabajo de las mismas descritas en el cronograma, los tipos de recursos necesarios, las cantidades de recursos estimadas y los calendarios de recursos con su disponibilidad. Para el propósito de esta investigación el autor que más se acopla es El Pmbok (2017), ya que para la ejecución de un proyecto elaboramos un cronograma de actividades para que en el desarrollo del

mismo se ejecuten esas actividades a cabalidad y continuando el curso del cronograma elaborado.

Riesgos. Para Chamoun (2007), los riesgos son las amenazas por controlar, oportunidades que y se da la oportunidad de capitalizar planes de contingencia para que no ocurra, también afirma y complementa que los riesgos externos se escapan del control del responsable del proyecto, pero que este puede llegar a anticiparlos e incluso a influir sobre ellos. En el contexto de proyecto para el Pmbok (2017), riesgo implica las amenazas de sufrir daño o pérdida (resultado negativo) y también incluye las oportunidades (resultados positivos).

Continuando con lo expresado por el Pmbok (2017), en el cual se basara esta investigación dada la pertinencia en la teoría expuesta sobre los riesgos que en general deben convertirse en amenazas es tratar de que no se capitalicen.

Inversión. Sapag y Sapag (2016), indica que el estudio de rentabilidad de una inversión busca determinar con la mayor precisión posible, la cuantía de las inversiones, costos y beneficios de un proyecto para posteriormente compararlos y determinar la conveniencia de emprenderlo.

En este orden de ideas para Baca (2016), la inversión inicial contiene el monto de la adquisición de todos los activos fijos tangibles o diferidos, o los intangibles necesarios para el inicio de operaciones del negocio, con excepción del capital de trabajo. Adicional a esto, las clasifica en inversión fija o tangible e inversión intangible. Bajo la fundamentación teórica de Sapag y Sapag (2016) en el cual se basara la investigación puede indicar que realizando un estudio de factibilidad técnico económico se lograra tener con mayor exactitud el costo total de un proyecto.

### 3.5. Requerimientos del modelo para la ejecución de proyectos de remodelación

Guido y Clements (2012), expresan que entre los requerimientos podemos encontrar las personas (Talento Humano), equipos, maquinarias y herramientas (Técnicos y Tecnológicos) y elementos necesarios para la realización de una tarea y que la consideración de esto, añade otra dimensión a lo planteado en la programación del proyecto.

Dentro de los principales requerimientos se tiene:

**Requerimientos financieros:** Para el cual Palacios (2009) menciona que los requerimientos financieros implican los cálculos para determinar las necesidades de financiamiento y la rentabilidad de proyecto, partiendo de un estimado de inversión de mayor precisión. Para ello se debe armar un modelo econométrico donde se analicen los principales elementos de costos, tomando en cuenta la mano de obra a utilizar, los equipos y materiales a comprar y las herramientas de trabajo. Guido y Clements (2018), plantean que para cumplir con el análisis efectivo de los costos asociados a un proyecto se debe utilizar cuatro medidas que son esenciales para la ejecución de proyectos, que se describen a continuación:

- a. Costo Total Presupuestado (CTP)
- b. Costo Acumulado Presupuestado (CAP)
- c. Costo Acumulado Real (CAR)
- d. Valor Devengado Anual (VDA):

Según el Pmbok (2017), en la gestión de costos del proyecto se ocupa principalmente del valor de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Sin embargo, esta gestión también debería considerar el efecto de las decisiones del proyecto sobre los costos del uso, mantenimiento y soporte del producto, servicio o resultado. En caso de la investigación que se realiza, fijamos posición con lo descrito por el Pmbok (2017), debido a que estos recursos son primordiales en cuanto a la planificación del proyecto.

**Requerimientos de talento humano:** En la cual la guía del Pmbok (2017), refiere que los requerimientos humanos incluyen los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo de proyecto. Además menciona que este equipo está conformado por aquellas personas a las que se les han asignado roles y responsabilidades dentro del proyecto. Guido y Clements (2012), se refiere a un equipo efectivo de proyectos como un grupo de personas independientes que trabajan en cooperación para lograr un objetivo en común. Esta investigación tendrá su fundamentación en lo expuesto por el PMBOK (2017), ya que este requerimiento es la espina dorsal de la organización en cuanto a la ejecución y gestión de un proyecto.

**Requerimientos técnicos:** Cartay (2010), nos dice que los requerimientos técnicos, se refiere cualquiera sea la naturaleza, importancia y objetivo del proyecto, su relación implica poner en práctica algún tipo de conocimiento técnico que responda principalmente las siguientes cuestiones; ¿Cómo se hacen las cosas?, ¿con que se hacen las cosas?, ¿Cuál es el resultado?, que se refiere a problemas de procesos técnicos, a los requisitos técnicos y los conocimientos técnicos respectivamente. Por otra parte, Miranda (2012), dice que todo proyecto independiente de su naturaleza, requiere el uso de alguna forma de tecnología que debe corresponder a las preguntas: ¿Cómo se hace?, o sea, el proceso técnico; ¿Con que se hace?, es decir, los requisitos técnicos, y ¿Cuál es el resultado? Estos factores, determinan relaciones técnicas internas y externas involucradas en el proyecto.

**Requerimientos tecnológicos:** Para Miranda (2012), este requerimiento busca identificar la función de producción que optimice los recursos de todo orden puesto a disposición del proyecto. Por su parte Bautista (2007), lo define como un factor que permite la definición de objetivos tales como: tiempo, costo, calidad de los productos, a su vez interrelacionan con los otros factores como el económico y el humano. Fijando posición con el autor Miranda (2012), los requerimientos tecnológicos de un proyecto, buscan optimizar los recursos de tecnología que serán usados en dicho proyecto o en la culminación del mismo en cuanto a maquinarias y equipos los cuales tienen que ser de la más alta tecnología.

**Requerimientos legales:** Para Cartay (2010), la parte legal se refiere a las condiciones institucionales prevalecientes que condicionan la preparación y ejecución del proyecto, de acuerdo a su naturaleza e importancia. Estos aspectos comprenderán la legislación existente, elementos de políticas gerenciales y de política económica tanto fuera como dentro de la organización, datos de carácter social, entre otros.

Bautista (2007), lo considera como un requisito indispensable para el buen desarrollo de un proyecto, es uno de los primeros requisitos que se deben cumplir basados en reglamentos y leyes dependiendo en la región que se encuentre. Tomando en cuenta ambas teorías, coinciden que los requerimientos legales consideran todos y cada uno de los aspectos fundamentales en cuanto a leyes ambientales, de construcción, entre otros, para tomar en cuenta a la hora de la ejecución de un proyecto

**Requerimientos de Estructura Organizativa.** Cartay (2010), plantea que la estructura organizativa es el arreglo e interrelación de las partes, componentes de un proyecto, donde se especifica la división de las actividades, señalando el grado de especialización del trabajo, así como la jerarquía y relación de autoridad. También para Guido y Clements (2012), manifiestan que existen tres tipos de estructuras organizativas, las cuales son, funcionales, del proyecto y de tipo matricial. Los autores plantean que la estructura del tipo funcional es aplicada mayormente a organizaciones fabricantes y comercializadoras de productos donde se desarrollan proyectos externos muy esporádicamente. Para Cartay (2010) y Guido y Clements (2012), en las estructuras del tipo matricial los empleados o

personal del proyecto se encuentran bajo una autoridad dual ya que pueden trabajar con dos cadenas de mando.

### 3.6. Fases del Modelo para la Ejecución de Proyectos de Remodelación

Peteiro (2009), es la representación de un sistema, formado por distintos elementos interrelacionados tales como: personas, equipos, productos, tarea, materiales, documentación, software, hardware, entre otros. En tal sentido un modelo describe cómo funciona un sistema en sí, como se controla y lo que produce. El mismo debe permitir:

- a) Mejorar dicho sistema
- b) Facilitar la integración de subsistemas al mismo
- c) Servir de referencia para la comprensión del sistema
- d) Facilitar la comunicación entre los integrantes del equipo y su funcionamiento.

Según Cunill (2009), un modelo es una construcción simplificada de la realidad o de un aspecto de la misma, bien sea de la realidad existente o de la que se espera alcanzar, se efectúa identificando los diferentes componentes de aquella realidad y sus relaciones recíprocas.

Por su otra parte, Krugman (2009), comenta que es una representación simplificada de la realidad, que se utiliza para entender mejores las situaciones de la vida, teniendo como propósito principal el ser tomado como referencia para producir algo parecido el mismo autor converge, que un modelo es una representación simplificada de una realidad teniendo como objetivo principal, entenderla. Aunque por otra parte, a pesar de que su definición es la base fundamental que define el modelo como una forma de representación, asegurando que se deriva de una experiencia totalmente empírica, entendemos esto como la predicción de una variable la cual afecta a una respuesta y no la razón por la cual la afecta.

Para el Pmbok (2017) la estructuración en fases proporciona una base formal para el control. Cada una de ellas se inicia formalmente con la especificación de lo que se permite y se espera de la misma, también caracteriza las fases del modelo como la conclusión y aprobación de entregables los cuales se pueden medir, verificar como se fuese un producto o un bien ya que tiene una especificación, un informe de viabilidad, un documento diseñado detallado o un prototipo de trabajo.

Ocaña, J. (2013), percibe las fases como una estructura la cual permite la división del proyecto, para facilitar su dirección, planificación y control, además de enlazar actividades con los distintos grupos los cuales intervienen en la ejecución de un proyecto, también destaca que por cada fase culminada existe uno o varios entregables y cada una de ellas presenta un enfoque distinto a la que la antecede o sigue. La base fundamental para la base como anteriormente se mencionó será una fusión entre las fases descritas por el Pmbok (2017) y las GGPIK (2010).

## 4. Metodología

Considerando el objeto de estudio que se desea lograr con el desarrollo de la presente investigación, se puede afirmar que ésta se realizó en el marco de una investigación proyectiva por su finalidad, y descriptiva por su metodología. Hurtado (2015) y según los criterios de Hernández Fernández y Baptista (2016) con un diseño de campo, transeccional, no experimental. La población de estudio estuvo conformada por doce líderes de los departamentos proyecto de las empresas mixtas de la industria petroquímica venezolana, considerándose un censo poblacional (Bravo, 2009). Para los fines del estudio se representará por la encuesta como técnica de medición.



Según Alviria (2011), la encuesta es esencialmente una técnica para recolectar información con una filosofía subyacente, pero admite diferentes diseños de investigación. Siendo el cuestionario como el instrumento de medición usado, Hurtado (2012), define los cuestionarios, como un conjunto de preguntas relacionadas con el evento de estudio, su característica es que tales preguntas pueden ser dicotómicas, de selección, abiertas tipo escala o tipo ensayo.

## 5. Resultados

Los resultados están basados en los datos recolectados con la aplicación del cuestionario a 12 sujetos, líderes de proyectos de las diferentes disciplinas que laboran en las empresas mixtas del sector petroquímico. En este sentido los datos obtenidos, se muestran en forma de frecuencia absoluta (FA), Frecuencia relativa (FR), en forma de porcentaje (%), además de la media aritmética como medida de tendencia central en las tablas elaboradas para tal fin.

**TABLA N° 1**  
**Dimensión: Situación Actual de la ejecución de proyectos**

Alternativas / Indicadores		Infraestructura		Personal encargado a la ejecución de proyectos	
		FA	FR	FA	FR
5	Siempre	1	8.3%	1	8.33%
4	Casi siempre	0	0.0%	0	0.00%
3	A veces	1	8.3%	2	16.67%
2	Casi Nunca	5	41.7%	6	50.00%
1	Nunca	5	41.7%	3	25.00%
Total		12	100%	12	100.00%
Indicador		1.72		2	
Categoría		Muy Baja		Baja	
Dimensión		1.86			
Categoría		Baja			

**Fuente:** Elaboración Propia.

Los resultados de la tabla anterior muestran las respuestas dadas por los encuestados para la primera dimensión dirigida a diagnosticar la situación real de la ejecución de proyectos de remodelación así como también los indicadores. Para los líderes la infraestructura y el personal que labora en la ejecución comentan que no se utilizan los parámetros adecuados para el desarrollo de los proyectos. Esto está en contraposición a Lusthaus (2010) quien señala, las condiciones básicas, óptimas para el buen desarrollo del proyecto son espacio e iluminación adecuada, así como disposición de buenos servicios.

La información referente a la segunda dimensión características de los proyectos de remodelación, los cuales para Mirabal (2012), requieren de una programación de actividades cuidadosamente estudiadas y apegadas a los objetivos planteados para garantizar no solo el mejoramiento integral de las áreas sino su perdurabilidad, contenía como indicadores el alcance, presupuesto, tiempo, los riesgos y la inversión, tal como se muestra en la siguiente tabla (2).

Los resultados arrojaron que estas empresas cumplen con ciertas deficiencias los parámetros para la gestión y ejecución de los proyectos, lo cual está en

contraposición a lo indicado por el Pmbok (2017), respecto a la importancia de este proceso el de mayor relevancia es la elaboración del alcance y su posterior medición del grado de definición a fin de asegurar que contiene todo los trabajos requeridos para su correcta ejecución.

Los resultados determinaron que al presentarse problemas en el alcance, se afecta el tiempo estimado para su ejecución, por ende la estimación de costos, afectando el presupuesto asignado. También se observó la poca cultura en la gestión de riesgos por parte del personal de las empresas mixtas, por tanto no se identifican los riesgos a los que están expuestos los proyectos de remodelación de almacenes.

**TABLA N° 1**  
**Dimensión: Situación Actual de la ejecución de proyectos**

Alternativas / Indicadores		Infraestructura		Personal encargado a la ejecución de proyectos	
		FA	FR	FA	FR
5	Siempre	1	8.3%	1	8.33%
4	Casi siempre	0	0.0%	0	0.00%
3	A veces	1	8.3%	2	16.67%
2	Casi Nunca	5	41.7%	6	50.00%
1	Nunca	5	41.7%	3	25.00%
Total		12	100%	12	100.00%
Indicador		1.72		2	
Categoría		Muy Baja		Baja	
Dimensión		1.86			
Categoría		Baja			

**Fuente:** Elaboración Propia

La tabla siguiente muestra los resultados de la dimensión Requerimientos del Modelo, donde todos los indicadores definidos requerimientos financieros, de talento humano, técnicos, tecnológicos, legales así como también los de estructura organizativa, se ubicaron entre bajo y muy bajo dentro de las categorías de decisión, indicando deficiencias al asignar los recursos financieros, talento humano, organización y tecnológicos requeridos por el proyecto, así como desviaciones en cuanto a las especificaciones, data sheet de los equipos, materiales a ser adquiridos (requerimiento técnicos). Por otra parte se determinó retardo en los procesos de contratación afectando el tiempo de ejecución estimado (requerimientos legales).

Lo anterior está en contraposición a lo expuesto por el Pmbok (2017), donde se indica que previo al inicio de las actividades del proyecto se deben asignar los recursos financieros según el estimado de costos, el talento humano con las habilidades y destrezas requeridas por la estructura organizativa definida para el proyecto, de tal manera que se gestionen eficientemente los recursos técnicos y tecnológicos requeridos para la ejecución efectiva de las actividades según el alcance contratado del proyecto.

**TABLA N°2.  
Características de los Proyectos**

Alternativas/indicadores		Alcance		Presupuesto		Tiempo		Riesgos		Inversión	
		FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR
5	Siempre	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	8.33%
4	Casi siempre	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
3	A veces	1	8.33%	2	16.67%	1	8.33%	1	8.33%	2	16.67%
2	Casi Nunca	6	50.00%	6	50.00%	6	50.00%	4	33.33%	5	41.67%
1	Nunca	5	41.67%	4	33.33%	5	41.67%	6	50.00%	4	33.33%
Total		12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	11	91.67%	12	100.00%
Indicador		1.69		1.83		1.69		1.5		2.11	
Categoría		Muy Baja		Baja		Muy Baja		Muy Baja		Baja	
Dimensión		1.77									
Categoría		Muy Baja									

**Fuente:** Elaboración Propia.

Para determinar las fases del modelo para la ejecución de proyectos de remodelación (ver tabla 4), los resultados arrojaron la ausencia en la aplicación de metodologías para el buen desarrollo de los proyectos en las empresas mixtas, obteniéndose que los indicadores estudiados obtuvieran valores en sus medias por debajo de 2 refiriéndose a la categoría de baja, lo cual indica que no existe una metodología estandarizada para la definición de los objetivos, elaboración de la planificación, definición de la organización a dirigir el proyecto, el seguimiento y control periódico durante la ejecución de los trabajos.

**TABLA N°2.  
Características de los Proyectos**

Alternativas/indicadores		Alcance		Presupuesto		Tiempo		Riesgos		Inversión	
		FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR
5	Siempre	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	8.33%
4	Casi siempre	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
3	A veces	1	8.33%	2	16.67%	1	8.33%	1	8.33%	2	16.67%
2	Casi Nunca	6	50.00%	6	50.00%	6	50.00%	4	33.33%	5	41.67%
1	Nunca	5	41.67%	4	33.33%	5	41.67%	6	50.00%	4	33.33%
Total		12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	11	91.67%	12	100.00%
Indicador		1.69		1.83		1.69		1.5		2.11	
Categoría		Muy Baja		Baja		Muy Baja		Muy Baja		Baja	
Dimensión		1.77									
Categoría		Muy Baja									

**Fuente:** Elaboración Propia.

La tabla siguiente muestra los resultados de la dimensión Requerimientos del Modelo, donde todos los indicadores definidos requerimientos financieros, de talento humano, técnicos, tecnológicos, legales así como también los de estructura organizativa, se ubicaron entre bajo y muy bajo dentro de las categorías de decisión, indicando deficiencias al asignar los recursos financieros, talento humano, organización y tecnológicos requeridos por el proyecto, así como desviaciones en cuanto a las especificaciones, data sheet de los equipos, materiales a ser adquiridos (requerimiento técnicos). Por otra parte se determinó retardo en los procesos de contratación afectando el tiempo de ejecución estimado (requerimientos legales).

Lo anterior está en contraposición a lo expuesto por el Pmbok (2017), donde se indica que previo al inicio de las actividades del proyecto se deben asignar los recursos financieros según el estimado de costos, el talento humano con las habilidades y destrezas requeridas por la estructura organizativa definida para el proyecto, de tal manera que se gestionen eficientemente los recursos técnicos y tecnológicos requeridos para la ejecución efectiva de las actividades según el alcance contratado del proyecto.

**TABLA N° 3.**  
**Dimensión: Requerimientos del modelo**

Alternativas / indicadores	Financieros		Talento Humano		Técnicos		Tecnológicos		Legales		Estructura Organizativa	
	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR
5 Siempre	0	0.00%	0	0.00%	1	8.33%	0	0.00%	3	25.00%	0	0.00%
4 Casi siempre	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	8.33%	0	0.00%	0	0.00%
3 A veces	3	25.00%	1	8.33%	1	8.33%	1	8.33%	2	16.67%	1	8.33%
2 Casi Nunca	5	41.67%	6	50.00%	5	41.67%	4	33.33%	3	25.00%	7	58.33%
1 Nunca	4	33.33%	5	41.67%	5	41.67%	6	50.00%	4	33.33%	4	33.33%
Total	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%
Indicador	1.97		1.78		1.75		1.78		2.5		1.83	
Categoría	Baja		Muy baja		Muy baja		Muy baja		Baja		Baja	
Dimensión	1.94											
Categoría	Baja											

**Fuente:** Elaboración Propia.

Para determinar las fases del modelo para la ejecución de proyectos de remodelación (ver tabla 4), los resultados arrojaron la ausencia en la aplicación de metodologías para el buen desarrollo de los proyectos en las empresas mixtas, obteniéndose que los indicadores estudiados obtuvieran valores en sus medias por debajo de 2 refiriéndose a la categoría de baja, lo cual indica que no existe una metodología estandarizada para la definición de los objetivos, elaboración de la planificación, definición de la organización a dirigir el proyecto, el seguimiento y control periódico durante la ejecución de los trabajos.

**TABLA N° 4.**

**Dimensión: Fases para el modelo para la ejecución de proyectos de remodelación**

Dimensión: Fases para el modelo para la ejecución de proyectos de remodelación															
Alternativas / indicadores	Inicio		Planificación		Organización		Dirección		Ejecución		Control		Cierre		
	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	
5 Siempre	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	
4 Casi siempre	0	0.00%	0	0.00%	1	8.33%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	
3 A veces	1	8.33%	1	8.33%	1	8.33%	1	8.33%	1	8.33%	1	8.33%	0	0.00%	
2 Casi Nunca	7	58.33%	3	25.00%	5	41.67%	6	50.00%	6	50.00%	5	41.67%	5	41.67%	
1 Nunca	4	33.33%	8	66.67%	5	41.67%	5	41.67%	5	41.67%	6	50.00%	7	58.33%	
Total	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	12	100.00%	
Indicador	1.89		1.42		1.81		1.64		1.61		1.67		1.42		
Categoría	Baja		Muy Baja		Baja		Muy Baja		Muy Baja		Muy Baja		Muy Baja		
Dimensión	1.63														
Categoría	Muy Baja														

**Fuente:** Elaboración Propia.

Igualmente se encontró que los informes de gestión son establecidos según el conocimiento y experiencia del gerente del proyecto, por tanto su contenido y forma de presentarlos varían continuamente. Respecto al indicador cierre, se determinó desviaciones en el cumplimiento de lo indicado en la Ley de Contrataciones Públicas, solo se realiza el cierre administrativo con la empresa contratada pero no se realiza el cierre financiero ni técnico a nivel de la plataforma SAP.

Lo anterior está en divergencia a lo estipulado por los autores consultados Chamoun (2007), Cartay (2010) así como también las GGPIC (2010), quienes señalan la importancia de implantar metodologías en las organizaciones de proyectos a fin de estandarizar los procedimientos, formatos e instrucciones de trabajo, bajo una estructura organizativa con perfiles y descripciones de cargo definidas, para asegurar que los proyectos de remodelación se ejecuten según el alcance definido, el tiempo estimado, el presupuesto asignado también con las especificaciones técnicas establecidas en el alcance de trabajo a contratar.

Con base en los resultados de las dimensiones estudiadas y soportados en autores consultados, se procedió a la elaboración de la propuesta de un modelo gerencial para la fase de ejecución de proyectos de remodelación en las áreas de despacho en empresas mixtas de la industria petroquímica venezolana, definida como una representación sistémica e integral, donde se involucran las fases de un proyecto de forma coherente.

**6. Propuesta Modelo Gerencial para la Ejecución de Proyectos de Remodelación de las áreas de despacho, Empresas Mixtas del Sector Petroquímico venezolano**

El modelo consiste en un conjunto de fases concatenadas de forma cíclica, que los líderes y su equipo de trabajo podrán implementar en la gestión de proyectos durante la fase de ejecución, para compensar los efectos negativos

dentro de su desarrollo, tales como sobrecostos, retardo en la ejecución de las actividades, re-trabajos y cambios de alcance. Permitirá mejorar la fase de ejecución de proyectos mediante una adecuada dirección, establecimiento de procedimientos para el seguimiento, control, definición de responsabilidades así como también el establecimiento de canales de comunicación entre los diferentes niveles de la organización del proyecto. Está conformado por 7 fases

**Inicio:** se da inicio a las actividades del proyecto, de manera tal se da autorización del mismo una vez sea aprobado por la organización. Para dar inicio a esta fase es necesario designar al gerente del proyecto. En base a la necesidad, se establecen los objetivos del proyecto, describiendo también el alcance, los entregables, duración y una estimación de los recursos necesarios.

**Planificación:** Dispone sistemáticamente las tareas a realizarse para lograr el cumplimiento de los objetivos del proyecto. En esta fase se fija lo que se debe y como se debe lograr, la planificación conlleva la realización de algunas de las siguientes actividades:

**Definición del alcance del proyecto:** El primer paso en el proceso de planificación es definir el proyecto, se tiene que fijar con exactitud los requerimientos de los usuarios, límites de baterías y las exclusiones.

**Formulación de los Objetivos:** Para el éxito de lo establecido en el alcance del proyecto se deben formular objetivos. Estos deben ser claros, alcanzables, específicos y manejables. Los objetivos deben definirse en términos del alcance, tiempo y costos, en un documento.

**Planes y Programas:** Se debe desarrollar un plan de ejecución en el que se lleve a cabo todos los trabajos a ejecutar, describiendo las actividades, recursos necesarios para cada trabajo (horas-hombre, materiales, planos, tiempos y equipos), todo esto con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

**Organización: en esta fase del modelo gerencial:** se considera la importancia de la organización del proyecto, pues en ella se definen los trabajos, roles y responsabilidades de cada uno de los involucrados.

**Dirección:** Durante esta fase del proyecto se identifican los límites de autoridad en cuanto a la toma de decisiones, determinando un plan de comunicaciones, la motivación al logro, el liderazgo, formación de equipos de trabajo, manejo de conflictos y negociación. Para satisfacer los requisitos del proyecto en esta etapa se indican las actividades a realizar por cada una de los participantes de la organización, así mismo se establecen las herramientas y técnicas a emplear en el desarrollo de cada una de ellas.

**Control:** Esta fase tiene como propósito principal la medición y observación ordenada y constante del desempeño para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio del proyecto. Para el control efectivo, se debe estar seguro que los objetivos han sido definidos clara y adecuadamente, de acuerdo con los niveles de responsabilidad de la organización

**Cierre:** Durante esta fase el elemento a producir es el documento de cierre como parte del área de integración del proyecto, donde todas las áreas como alcance, costo, tiempo, calidad, procura, riesgo, talento humano, comunicaciones se integran para aprobar el cierre formal.

## 7. Conclusiones

Motivado a las deficiencias en la elaboración de los alcances, los requerimientos técnicos, tecnológicos y depersonal para la ejecución de los proyectos de remodelación no son bien asignados en su totalidad, ocasionando cambios de alcance que generan sobre costos, exceso de horas hombre, por ende aumento en el presupuesto asignado. Describiendo los resultados, determinamos las fases del modelo a implementar y se establecieron las mismas, quedando así de la siguiente

manera: Inicio, Planificación, Organización, Dirección, Ejecución, Control y Cierre, en todas y cada una de las fases antes mencionadas se presentaron deficiencias en la ejecución de un proyecto, por ende para la finalización de los objetivos, se planteó la elaboración de un modelo para la ejecución de proyectos de remodelación en empresas mixtas del sector petroquímico venezolano. El modelo planteado en la investigación apoya a continuar con las mejores prácticas al seguimiento y control de los proyectos, en este caso de remodelación, ya que el mismo hace fusionar los aspectos básicos del Pmbok (2017) y las GGPIIC (2010).

## 8. Referencias Bibliográficas

- Arias, F. (2012) El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme. 6ta Edición. Caracas Venezuela.
- Baca Urbina, G. (2016). Evaluación de Proyectos. 6ta Edición. Editorial Mc Graw-Hill. México
- Bautista, M. (2007). Gerencia de proyectos de construcción. Universidad Pontificia Javeriana de Cali. Cali, Colombia.
- Bravo. (2009). Tesis Doctorales y Trabajos de Investigación Científica. Editorial Paraninfa. Madrid, España.
- Cartay I. (2010). Gestión de proyectos: Un enfoque Petróleos de Venezuela (PDVSA), 2da Edición. Mérida, Venezuela. Editorial Torococo.
- Cunill Nuria, G (2009). Reforma Administrativa en proyectos. Universidad Nacional Abierta. Venezuela.
- Chamoun, J. (2007). Administración profesional para proyectos. Mc Graw – Hill, Editorial Iberoamericana, México.
- Guido y Clements. (2012). Administración Exitosa de Proyectos 5ta edición. México. Editorial Cengage Learning Editores S.A.
- Hernández, Fernández y Baptista. (2016). Metodología de la investigación. México. Editorial Mc Graw – Hill 7ma Edición.
- Hurtado de Barrera, J. (2015). El proyecto de investigación. Comprensión holística de la metodología y la investigación. 6ta Edición. Bogotá, Colombia. Ediciones Quiron-Sypal.
- Krugman (2009). Microeconomía: Introducción a la economía. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España.
- Lusthaus, Ch. (2010). Mejorando el desempeño en las organizaciones. Método de Evaluación. Centro Internacional de investigaciones para el desarrollo. Ottawa, Canada
- Mirabal, A. (2012). Paisajismos. Caracas, Venezuela
- Miranda, J. (2012). Gestión de Proyectos – Identificación, Formulación, Evaluación Financiera, Económica, Social, Ambiental. Séptima Edición. Bogotá: MM Editores.
- Ocaña, J. (2013). Gestión de proyectos con mapas mentales. Vol. 2. Editorial Club Aniversario.
- Palacios, L. (2009). Gerencia de proyectos: un enfoque latino. 5ta Edición. Caracas, Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), Caracas, Venezuela.
- Petróleos de Venezuela (PDVSA 2010). Guía de Gerencia para Proyectos de Inversión de Capital (GGPIIC). Revisión 1. República Bolivariana de Venezuela: Comité de Operaciones de PDVSA.
- Project Managment institute Inc. PMI (2017). Project Managment Body of Knowledge (Pmbok). 6ta Edition. Newton Square, Pennsylvania. PMI Publications.
- Sapag Chain, N. Y Sapag, Chain, R. 2016. Preparación y evaluación de proyectos. 5ta Edición. México. Editorial Mc Graw – Hill iberoamericana S.A.

Sánchez, R. (2011). Desarrollo de la infraestructura y crecimiento económico. United Nations Publications.

Wesley Cazeau, J. Y Flores Callejas, J. (2014). Proyectos de obras de infraestructura, remodelación y construcción en las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas. Ginebra. Suiza



CIDETIU051

**ANÁLISIS DEL SISTEMA BENCHMARKING PARA EL SECTOR CRUDOS PESADOS Y EXTRAPESADOS, BASADO EN LA SELECCIÓN DE INDICADORES DE COMPETITIVIDAD.**

ANALYSIS OF THE BENCHMARKING SYSTEM FOR THE HEAVY AND EXTRA-HEAVY RAW SECTOR, BASED ON THE SELECTION OF COMPETITIVENESS INDICATORS

**Nava Zambrano, Junior José**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3612-2942>.

[navajar@pdvsa.com](mailto:navajar@pdvsa.com).

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico y de Ingeniería (CIDETIU)  
Universidad Rafael Belloso Chacín.

**RESUMEN**

El benchmarking, consiste en la comparación entre empresas, permitiendo la identificación de las mejores prácticas en los procesos de las empresas expertas; sin embargo, hoy en día ya no solo es suficiente compararse con los más grandes, sino que es necesario determinar con qué indicadores de competitividad se van a comparar. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación es analizar el benchmarking aplicado a las empresas mixtas del sector crudos pesados y extrapesados, a través de un sistema de medición de la competitividad, donde se incluya la influencia entre los indicadores adecuados por parte de expertos del sector. Asimismo, esta metodología propuesta por Baptista (2012) permitió la selección de 17 indicadores para medir el índice de competitividad, enfocados en las perspectivas financieras y no financieras de acuerdo a la cadena de valor de las empresas mixtas. Por lo tanto, la técnica Proceso Analítico en Red (ANP), la cadena de valor de Porter y el cuadro de mando integral, junto a la opinión de los expertos del sector, contribuyeron a resolver el problema de selección. Dicha metodología permitió una jerarquización de ocho (08) entre los 17 indicadores seleccionados. Por su parte, el posicionamiento de las tres (03) empresas, en función del peso de los indicadores fue: la empresa B en el primer lugar con un 44,23%, en segundo lugar la empresa A con un 36,20% y la empresa C alcanza el tercer puesto con un 19, 57%.

**Palabras clave:** Benchmarking, Indicadores de competitividad, Cadena de valor de Porter, Cuadro de Mando Integral, Proceso Analítico en Red.

**ABSTRACT**

Benchmarking consists of comparing companies, allowing the identification of best practices in the processes of expert companies; However, nowadays it is not only enough to compare with the largest, but it is also necessary to determine which competitiveness indicators are to be compared. For this reason, the objective of this research is to analyze the benchmarking applied to mixed companies in the heavy and extra-heavy crude sector, through a competitiveness measurement system, where the influence is included among the appropriate indicators by experts from the sector. Likewise, this methodology proposed by Baptista (2012) allowed the selection of 17 indicators to measure the competitiveness index, focused on financial and non-financial perspectives according to the value chain of mixed companies. Therefore, the Network Analytical Process (ANP) technique, Porter's value chain and the balanced

scorecard, together with the opinion of experts in the sector, contributed to solving the selection problem. This methodology allowed a ranking of eight (08) among the 17 selected indicators. For its part, the positioning of the three (03) companies, based on the weight of the indicators was: company B in the first place with 44.23%, company A in second place with 36.20% and the Company C reaches third place with 19.57%.

**Keywords:** Benchmarking, Competitiveness Indicators, Porter's Value Chain, Balanced Scorecard, Network Analytical Process.

## 1. Introducción

En la actualidad el benchmarking no solo consiste en la comparación de las empresas con sus competidores, sino que esta herramienta busca determinar con qué indicadores de competitividad se va a realizar dicha comparación. Adicionalmente, se requiere precisar qué impacto tiene cada indicador sobre la medida de competitividad de estas empresas. La medición de la competitividad hoy en día no solo considera los indicadores financieros, también toma en cuenta aspectos tales como la innovación, la formación y la capacidad de emprendimiento, entre otros.

En tal sentido, las empresas en el sector crudos pesados y extrapesados que operan en las regiones oriente y occidente de Venezuela, necesitan de una metodología indispensable para medir los indicadores de competitividad a fin de mejorar su gestión empresarial. Asimismo, requieren de herramientas las cuales permitan compararse con sus competidores desde diferentes perspectivas con indicadores de rendimiento financieros, no financieros, internos y externos.

De acuerdo Fontalvo et al. (2012) citado por De la Hoz (2013), evaluar los indicadores de competitividad dentro de una empresa, permitirá ayudar a mejorar su gestión, debido a que genera la información indispensable para identificar y analizar el porqué de los logros y los fallas del desempeño bien individual o en conjunto dentro de un contexto de planeación estratégica.

Por su parte, los autores Sirikrai y Tang (2006), citados por Baptista (2012) señalan que “el uso de indicadores, tanto financieros como no financieros, crea un sistema de medidas de rendimiento más preciso, porque ofrece una completa visión de la empresa y, en consecuencia, lleva a una mejor información en las decisiones de negocio”. En este sentido, dichos investigadores proponen cinco indicadores de competitividad: excelencia en la producción, valor añadido en los productos, crecimiento de mercado, retorno financiero y valor intangible de la empresa.

El objetivo de la presente investigación, es analizar el sistema de benchmarking competitivo en el sector crudos pesados y extrapesados, basado en la selección de indicadores de competitividad, los cuales son escogidos por expertos del sector. De acuerdo al modelo de Porter (1995) citado por Baptista (2012), estos indicadores deben tomar en consideración los elementos que constituyen la cadena de valor de la empresa. Asimismo, se considera necesario utilizar en dicha metodología para facilitar la generación de indicadores, las cuatro perspectivas del modelo Cuadro de Mando Integral de Kaplan y Norton, estas son: finanzas, cliente, aprendizaje y proceso interno.

La aplicación de dicha metodología permitirá a las empresas obtener información sobre su posición, permitiendo de esta manera, definir los cambios que considere necesario aplicar en sus procesos internos, para lograr mantenerse al entorno a lo largo del tiempo y un prestar un mejor servicio a sus clientes. Asimismo, dentro de dicha metodología de selección de indicadores y medición del índice de competitividad de las empresas, se debe aplicar un nuevo enfoque multicriterio basado en la técnica Proceso Analítico en Red (ANP) y la participación de un grupo de expertos del sector al que pertenecen esas

empresas, los cuales tendrán las herramientas para la toma de decisión entre los elementos del modelo.

## 2. Fundamentos Teóricos

### 2.1. Benchmarking

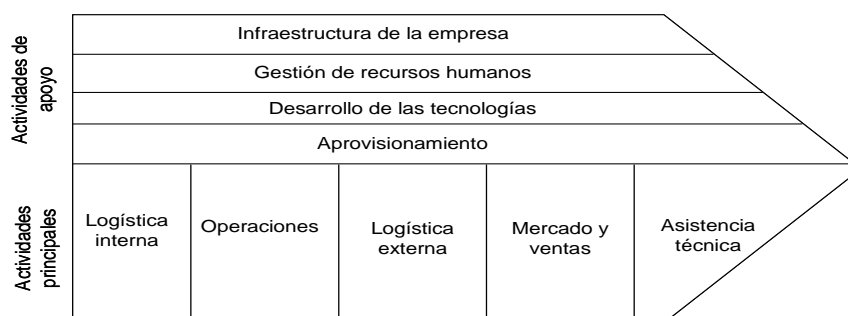
De lo anterior, según Spendolini (2005), citado por Marciniak (2017) el benchmarking se define como una herramienta que se fundamenta en la búsqueda externa de ideas, estrategias y métodos para el mejoramiento de la propia organización. En este sentido, esta herramienta se trata de un proceso sistemático y continuado donde se evalúan y comparan, productos, servicios o los procesos de trabajo de las organizaciones las cuales se reconocen como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar progresos organizacionales.

### 2.2. Cuadro de Mando Integral

El Cuadro de Mando Integral (CMI), según la autora Baptista (2012), es un modelo de medición del desempeño organizacional desarrollado por los autores Kaplan y Norton, este modelo involucra indicadores tanto financieros como no financieros, basados en cuatro (04) áreas o perspectivas fundamentales dentro de las organizaciones, estas son: (1) finanzas, (2) clientes, (3) aprendizaje del personal y por último, (4) procesos internos.

### 2.3. Cadena de valor de Porter

Para el análisis de la cadena de valor de la empresa, Porter (2000) citado por Baptista (2012), la define como una estructura conceptual que permite diagnosticar las fuentes de la ventaja competitiva en cualquier contexto. En este sentido, la cadena de valor permite evaluar la capacidad de la empresa para aprovechar las oportunidades y disminuir las amenazas mediante la identificación de las fortalezas y debilidades en comparación con la competencia. En la figura 1, se muestra la estructura base de una cadena de valor propuesta por Porter:



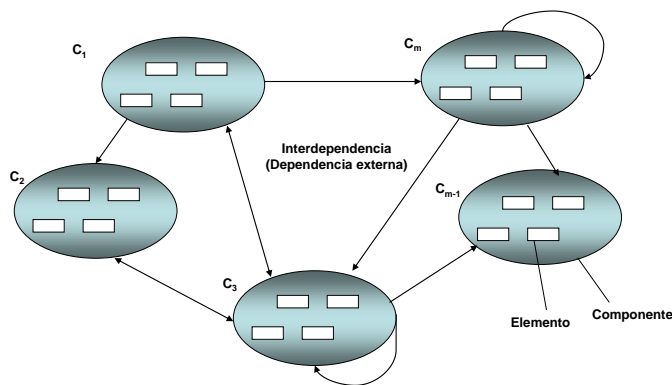
**Figura 1. Cadena de valor de una empresa**

**Fuente: Porter (2000).**

### 2.4. Proceso Analítico en Red (ANP)

Una de las técnicas más conocidas es el Proceso Analítico en Red, (en inglés Analytic Network Process, ANP, por sus siglas), el cual fue propuesto por el Saaty (1996) citado por Baptista (2012). Su objetivo principal es obtener una clasificación de las alternativas del problema de decisión, a partir de comparaciones pareadas entre elementos del modelo. Por su parte, para Guerrero (2015), el método ANP, puede ser aplicado cuando el decisor se enfrenta a problemas donde los elementos son interdependientes. De acuerdo

con López (2015), este se divide en dos partes. La primera, es un control de red de objetivos y criterios. La segunda, corresponde a las diferentes sub-redes pertenecientes a cada criterio.



**Figura 2. Modelo en red básico en ANP**  
Fuente: Adaptado de Saaty (2001)

### 3. Metodología

La investigación según Hernández y otros (2014), fue de tipo explicativa, de campo, correlacional con modalidad proyecto factible, con un diseño no experimental y transeccional descriptivo, una primera muestra correspondió a seis (06) empresas mixtas del sector crudos pesados y extrapesados, seleccionadas mediante muestreo no probabilístico o intencional basado en criterios de selección, la segunda muestra correspondió a tres (03) expertos del mismo sector. La investigación se desarrolló mediante la técnica de encuesta, con un primer cuestionario de (51) ítems; el cual fue validado mediante juicio de expertos, y se estimó el coeficiente de Alfa de Cronbach, con un resultado de 0,80. Asimismo, se aplicaron dos cuestionarios previamente validados para el cumplimiento del objetivo tres (03).

### 4. Resultados

Luego de analizados los datos recopilados del cuestionario BENCH-001 aplicado a las seis (06) empresas mixtas del sector crudos pesados y extrapesados, se procedió a aplicar un benchmarking de tipo competitivo con el propósito de identificar las brechas existentes entre las empresas expertas en crudo pesados y extrapesados, basado Hernández y Cano (2017), quienes señalan que en este tipo de benchmarking, se produce la comparación de los estándares de una organización, con los de otras empresas competidoras. Posiblemente sea el más complicado, ya que los competidores reservan sus ventajas competitivas para sí mismos.

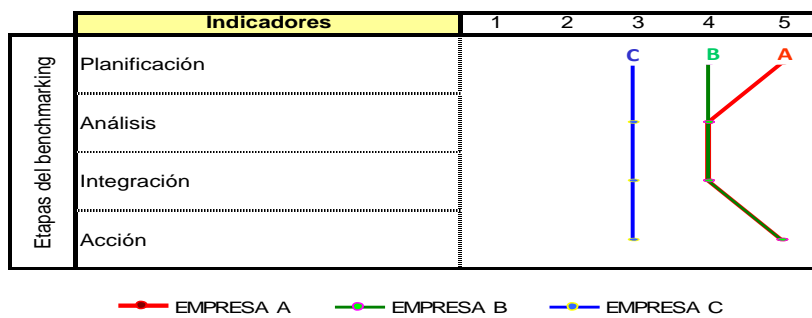
En este sentido, en el benchmarking se debió seleccionar la empresa objeto de comparación, en este caso fue la empresa mixta C, cuyos criterios de selección fueron: la empresa tiene una conformación 100% del Estado venezolano, es decir, pertenece a la Corporación Venezolana del Petróleo (CVP) y al Corporación Venezolana de Guayana (CVG). Asimismo, dicha empresa opera en la Asociación Estratégica de la Faja Petrolífera del Orinoco, mediante la operación de un mejorador de crudos extrapesados. Dicha empresa fue comparada con las dos empresas mixtas más sobresalientes en la recopilación de datos (benchmark).

Una vez identificada la empresa mixta C y obtenido sus resultados en cada uno de los indicadores del cuestionario aplicado, se determinó la situación actual de dicha empresa con relación con los datos obtenidos de las empresas A y B,

lo que permitió identificar brechas en diferentes indicadores. A continuación, se analizan las brechas identificadas:

#### 4.1. Brecha en las etapas del benchmarking

En referencia a las etapas del benchmarking en la figura 3 se muestra que la empresa mixta C, estuvo por debajo en todos los indicadores, es decir, en aspectos como planificación, dicha empresa está por debajo del resto a la hora de identificar cuál de sus procesos requiere mejoras. Asimismo, presenta dificultad en reconocer algunas veces a las empresas de la competencia a fin de compararse. De igual forma se observa que la empresa mixta C, solo algunas veces es capaz de determinar las diferencias existentes entre su desempeño actual propio y el de los competidores, en comparación con las otras dos empresas, y finalmente, en la etapa integración del benchmarking así como los planes de acción, algunas veces son llevados a cabo por la empresa comparada. En líneas generales, existe una brecha de un 100% entre la empresa C y las empresas A y B.

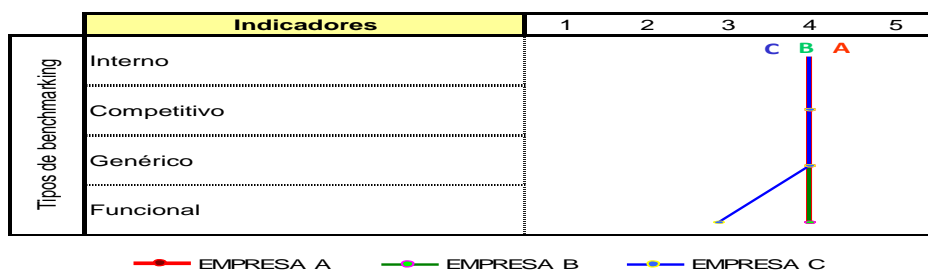


**Figura 3: Brechas etapas del benchmarking.**  
Fuente: Elaboración propia (2020).

#### 4.2. Brecha en los tipos de benchmarking

En referencia a los tipos de benchmarking y su análisis comparativo entre las empresas mixtas A y B (ver figura 4) muestran que la empresa mixta C, se iguala a los líderes al considerar la opción casi siempre compararse con otras empresas como una alternativa para mejorar sus prácticas en el proceso de recuperación mejorada de curdos pesados y extrapesados, bien sea dentro de su propia organización, con empresas competidoras del mismo sector o con empresas de otro sector.

Por su parte, en el tipo de benchmarking funcional la empresa mixta C, considera algunas veces compararse mediante el benchmarking funcional, es decir, con empresas que no sean competidoras en diferente sector. En general, existe una brecha de un 25% entre la empresa C y las empresas A y B.



**Figura 4: Brechas tipos de benchmarking.**  
Fuente: Elaboración propia (2020).

### 4.3. Brecha factores influyentes en la estrategia de innovación tecnológica

Los factores influyentes en la estrategia de innovación tecnológica y su análisis comparativo respecto a las empresas A y B (ver figura 5) muestran que la empresa C se encuentra en una situación similar con la empresa B, al considerar como casi siempre que una empresa grande tiene mayores posibilidades de innovar, de acuerdo con lo señalado por Ortega (2019). Con respecto al nivel de formación del personal, nuevamente las empresas B y C se igualan.

Por otro lado, la empresa C se encuentra por debajo de las empresas líderes con respecto a: secreto industrial y redes de cooperación. Con respecto a obstáculos a la innovación, se observa, la empresa C se encuentra similar a la empresa B. En general, existe una brecha de un 50% entre la empresa C con respecto a la empresa B y una brecha del 75% con respecto a la empresa A.

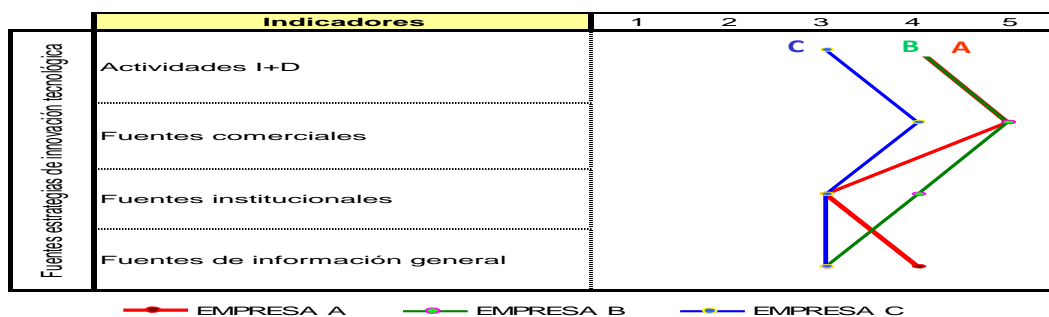
**Figura 5: Brechas factores influyentes en la estrategia de innovación tecnológica.**



Fuente: Elaboración propia (2020)

### 4.4. Brecha fuentes en la estrategia de innovación tecnológica

Las fuentes influyentes en la estrategia de innovación tecnológica y su análisis comparativo respecto a las empresas A y B (ver figura 6) muestran que la empresa C se encuentran por debajo en comparación con las empresas A y B con referencia a las actividades I+D y fuentes comerciales; sin embargo, en fuentes institucionales se encuentra en similitud con la empresa A, así como con la empresa B en fuentes de información general. En general, existe una brecha de un 75% entre la empresa C con respecto a las empresa A y B.



**Figura 6: Brechas fuentes de la estrategia de innovación tecnológica**

Fuente: Elaboración propia (2020)

En lo referente al sistema de medición de la competitividad del benchmarking en el contexto de las empresas expertas en crudos pesados y extrapesados, se presentan los siguientes resultados, de acuerdo a la metodología propuesta por Baptista (2012), para la medición de la competitividad en las empresas mixtas del sector crudos pesados:

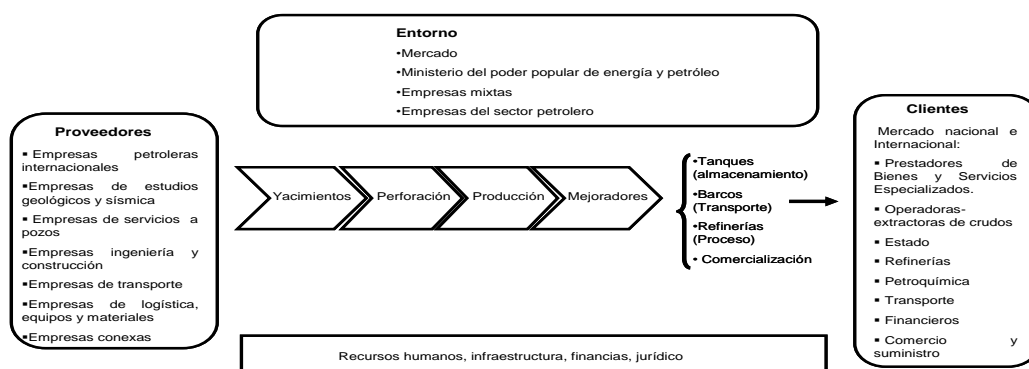
La metodología propuesta por Baptista (2012), permite definir un conjunto de indicadores de competitividad en base al funcionamiento del sector crudos pesados y extrapesados. De este modo, se pudo obtener, para cada una de las empresas mixtas expertas en crudos pesados y extrapesados, un peso global, con el propósito de conocer su posición relativa entre ellas. La metodología aplicada se muestra en cinco fases:

**Fase 1:** Definición de expertos del sector crudos pesados y extrapesados.

Fueron seleccionados tres (03) expertos, para lo cual se consideraron criterios como: estudios de cuarto nivel, un mínimo de diez años de experiencia reconocida, tener presencia relevante dentro de la industria petrolera venezolana, conocimiento del negocio petrolero e indicadores de competitividad, manejo de los modelos ANP y cuadro de mando integral.

**Fase 2:** Análisis de la Cadena de Valor del sector crudos pesados.

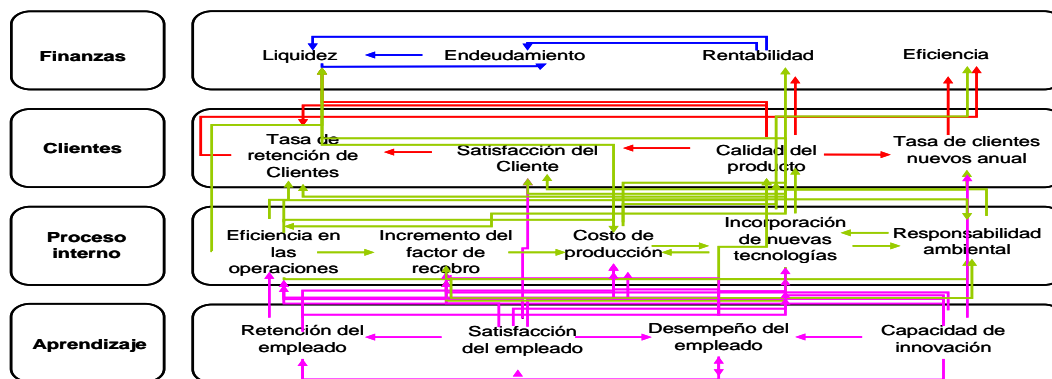
La cadena de valor de las empresas mixtas del sector crudos pesados y extrapesados, la conforman: yacimientos, perforación, producción, mejoradores, refinación, comercialización, proveedores, clientes, mercado, recursos humanos, infraestructuras y finanzas todas estas actividades complementan el funcionamiento de la industria petrolera. En la figura 7 se registra la cadena de valor del sector crudos pesados y extrapesados.



**Figura 7: Cadena de valor del sector crudos pesados.**  
**Fuente: Elaboración propia (2020)**

**Fase 3:** Determinar los indicadores de competitividad.

Fueron seleccionados por el investigador diecisiete (17) indicadores de competitividad agrupados en las cuatro perspectivas del cuadro de mando integral, considerando tanto indicadores financieros como no financieros, basados en las experiencias de áreas clave identificadas, y el conocimiento obtenido de la revisión bibliográfica previa. A continuación se muestran los indicadores de competitividad por cada perspectiva:



**Figura 8: Mapa estratégico del sector crudos pesados y extrapesados**

**Fuente: Elaboración propia (2020).**

**Fase 4: Jerarquizar el sistema de competitividad a través del modelo ANP.**

Durante esta etapa, se busca obtener el grado de importancia de los pesos relativos, así como un índice de competitividad para cada empresa mixta del sector crudos pesados, donde se muestra su nivel de competitividad mediante los pesos globales, donde a mayor valor de este índice, más competitivo se considera la empresa. Una vez definidas las influencias entre indicadores, mediante el mapa estratégico y el diagrama de influencias en el formato ANP, se generó la matriz de influencias la cual representa la relación entre cada uno de los indicadores. En una matriz con la valoración 0, para el caso de no existir influencia y 1, si existe influencia entre los elementos.

**Tabla 1: Matriz influencias del sector crudos pesados y extrapesados**

		Clientes				Aprendizaje				Procesos Internos					Finanzas				Empresas			
		C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C3.1	C3.2	C3.3	C3.4	C3.5	C4.1	C4.2	C4.3	C4.4	B1	B2	B3	
C1	Clientes	C1.1 Tasa de retención de clientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		C1.2 Satisfacción del cliente	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C1.3 Calidad del producto	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		C1.4 Tasa de clientes nuevos anual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C2	Aprendizaje	C2.1 Retención del empleado	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C2.2 Satisfacción del empleado	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C2.3 Desempeño del empleado	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		C2.4 Capacidad de innovación	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C3	Procesos Internos	C3.1 Eficiencia en las operaciones	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
		C3.2 Incremento del factor de recobro	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		C3.3 Costo de producción	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
		C3.4 Incorporación de nuevas tecnologías	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
		C3.5 Responsabilidad ambiental	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C4	Finanzas	C4.1 Liquidez	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		C4.2 Rentabilidad	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
		C4.3 Endeudamiento	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		C4.4 Eficiencia	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternativas	Empresas	B1 Empresa Mixta A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
		B2 Empresa Mixta B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
		B3 Empresa Mixta C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

**Fuente: Elaboración propia (2020).**

Una vez obtenida la relación de influencias entre los indicadores del modelo ANP, se valoró dicha relación de influencia con la escala de Saaty, con una escala del 1 al 9, con el propósito de construir la matriz original, la cual contiene los autovectores resultantes de las submatrices generadas de la comparación pareada de los elementos o indicadores. Ahora bien, de la misma manera en que se llevó a cabo la comparación pareada entre los indicadores, se realizó la comparación pareada para calificar las influencias a nivel de las perspectivas del modelo (clientes aprendizaje, proceso interno y finanzas).

Siguiendo el proceso de la técnica ANP, se obtuvieron las matrices ponderadas y límite. La matriz ponderada donde todas sus columnas suman la unidad,

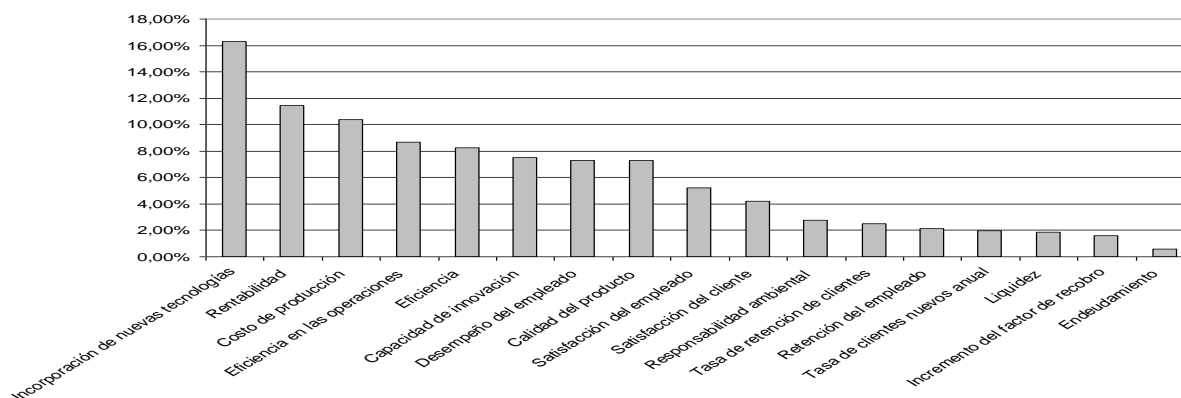


permite obtener la matriz límite, la cual contiene los pesos globales como resultado de cierre del proceso, según Aznar y Guijarro (2012), por lo que se obtiene la jerarquía de los indicadores y las empresas. Una vez determinada la matriz límite, se procedió a obtener los pesos locales de cada uno de los elementos. En la tabla 2, se puede observar el resumen los pesos de los indicadores de competitividad tanto para las empresas como para los indicadores. Asimismo, en la figura 9, se resume las prioridades globales de todos los indicadores de competitividad.

**Tabla 2.**

	<b>Elemento</b>	<b>Peso</b>
A	Empresa A	0,3620
B	Empresa B	0,4423
C	Empresa C	0,1957
C1.1	Tasa de retención de clientes	0,0249
C1.2	Satisfacción del cliente	0,0420
C1.3	Calidad del producto	0,0729
C1.4	Tasa de clientes nuevos anual	0,0197
C2.1	Retención del empleado	0,0211
C2.2	Satisfacción del empleado	0,0521
C2.3	Desempeño del empleado	0,0729
C2.4	Capacidad de innovación	0,0753
C3.1	Eficiencia en las operaciones	0,0869
C3.2	Incremento del factor de recobro	0,0158
C3.3	Costo de producción	0,1040
C3.4	Incorporación de nuevas tecnologías	0,1630
C3.5	Responsabilidad ambiental	0,0274
C4.1	Liquidez	0,0187
C4.2	Rentabilidad	0,1147
C4.3	Endeudamiento	0,0059
C4.4	Eficiencia	0,0825

### **Pesos de los elementos para el sector crudos pesados y extrapesados**



**Fuente: Elaboración propia (2020)**

**Figura 9. Pesos de los indicadores para el sector crudos pesados y extrapesados**

**Fuente: Elaboración propia (2020).**

De los 17 indicadores de competitividad, ocho (8) tienen una mayor influencia, estos son: Incorporación de nuevas tecnologías (16,30%), rentabilidad (11,47%), costo de producción (10,40%), eficiencia en las operaciones (8,69%), capacidad de innovación (7,53%), desempeño del empleado y calidad del producto con 29%. El posicionamiento de las tres (03) empresas mixtas fue: la empresa mixta B en primer lugar con un 44,23%, en segundo lugar, la empresa mixta A con un 36,20% y la empresa mixta C en el tercer puesto con un 19,57%.

## 5. Conclusiones

En la comparación de las empresas mixtas (benchmarking competitivo), se pudo observar que existe una brecha entre la empresa mixta C y las empresas mixtas A y B en casi el 59% de los indicadores, principalmente en la planificación, análisis, integración, acción, benchmarking funcional, secreto industrial, redes de cooperación, actividades de I+D y fuentes comerciales. En este sentido, a fin de cerrar o disminuir las brechas identificadas, se llevó a cabo un sistema de medición de competitividad entre los indicadores de estas tres (03) empresas con el propósito de profundizar en la validación de los datos obtenidos y tomar acciones concretas para mejorar el proceso de extracción de crudos pesados y extrapesados

De los 17 indicadores seleccionados, ocho (8) tienen una mayor influencia, lo cual representa un 77% del peso global, dichos indicadores son: Incorporación de nuevas tecnologías (16,30%), rentabilidad (11,47%), costo de producción (10,40%), eficiencia en las operaciones (8,69%), capacidad de innovación (7,53%), desempeño del empleado y calidad del producto con 29%. Asimismo, el posicionamiento de las tres (03) empresas, en función del peso de los indicadores fue: la empresa B se encuentra en el primer lugar con un 44,23%, el segundo lugar lo ocupa la empresa A con un 36,20% y la empresa C alcanza el tercer puesto con un 19,57%

Cabe destacar que los resultados de cada experto individualmente, no coincidieron en los pesos que asignaron a dichos indicadores, es decir, para cada experto el valor de influencia del indicador con respecto a la competitividad fue diferente. Finalmente, la metodología aplicada permitió incorporar la diversidad de indicadores, así como la interrelación de los mismos en el modelo de competitividad.

De acuerdo a la revisión de la literatura, se concluye que ANP es una herramienta idónea para medición del índice de la competitividad de las empresas. En este sentido, la empresa mixta C, debe llevar a cabo un proceso continuo de medición de indicadores de competitividad que le permita medirse con otras empresas. Asimismo, dado que el indicador con mayor prioridad fue la incorporación de nuevas tecnologías, se debe hacer el esfuerzo en invertir en tecnología de punta necesaria para mejorar el proceso de recuperación mejorada de crudos, así como fijar metas para el cumplimiento del resto de los indicadores señalados por los expertos como los más influyentes.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Aznar, J. y F. Guijarro. (2012). Nuevos métodos de valoración: Modelos Multicriterio. Universidad Politécnica de Valencia, 2da Ed. 280 pp.
- Baptista (2012). Diseño, desarrollo y validación de una metodología para el análisis de competitividad en sectores industriales venezolanos basada en la técnica multicriterio Analytic Network Process (ANP). Universidad Politécnica de Valencia, España.
- De la Hoz (2013). Evaluación del comportamiento de los indicadores de productividad y rentabilidad financiera del sector petrolero y gas en Colombia mediante el análisis discriminante. Universidad de Cartagena, Colombia.
- Guerrero (2015). Análisis de toma de decisión con AHP/ANP de energías renovables en República Dominicana. Anuario de Jóvenes Investigadores, vol. 8 (2015). Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia.
- Hernández y Cano (2017). La importancia del benchmarking como herramienta para incrementar la calidad en el servicio en las organizaciones. Universidad Veracruzana, México.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F.: McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Lizana (2012). Importancia de aplicar el Balanced Scorecard para mejorar la eficiencia de la gestión del sistema comercial en entidades prestadoras de servicios de agua y saneamiento. Universidad Privada Norbert Wiener, Perú.
- López, A (2015). Análisis multicriterio para la priorización de áreas de drenaje con fines de restauración hidrológica ambiental de cuencas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- Marciniak, R. (2017). El benchmarking como herramienta de mejora de la calidad de la educación universitaria virtual. Ejemplo de una experiencia polaca. Revista Educar, Vol. 53, núm.1, ISSN: 0211-819X, en la Universidad Autónoma de Barcelona, España
- Ortega, J (2019). Determinantes del esfuerzo en innovación de empresas seguidoras en economías en desarrollo: el caso de la industria manufacturera colombiana. Universidad Politécnica de Valencia, España.

CIDETIU064

**GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN EN LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES**  
MANAGEMENT OF REQUIREMENTS IN THE EXECUTION OF AUTOMATION PROJECTS IN TELECOMMUNICATION COMPANIES

**Butrón Vejega, Ángel Eduardo**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5475-5757>  
[abutronve@gmail.com](mailto:abutronve@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, URBE  
Venezuela.

**RESUMEN**

El presente artículo tiene como propósito determinar los requerimientos para la ejecución de proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones. El fundamento teórico estuvo basado en autores como: Sapag y Sapag (2014), Miranda (2017), Pmbok (2017), Gallardo (2013), Hernández (2014) y otros. Enmarcada en el tipo de investigación descriptiva, con un diseño transeccional descriptivo de campo. Los sujetos de estudio estuvieron representados por 16 ingenieros en el área de proyectos de las empresas: CANTV, Movilnet, Movistar y Digitel. La técnica de recolección de datos consistió en un instrumento estructurado con alternativas de respuestas cerradas, basado en los requerimientos para la ejecución de los proyectos de automatización; validado a través del juicio de expertos con una confiabilidad del coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.91. A través de los resultados se evidenció, casi siempre se cumple la gestión de requerimientos en los proyectos de automatización, sin embargo hay puntos de mejora que se deben reforzar con el propósito de cubrir las deficiencias observadas a través del estudio, consolidando la ejecución de éstos en todas sus fases.

**Palabras clave:** Gestión, Requerimientos, Proyectos, Automatización, Telecomunicaciones.

**ABSTRACT**

The purpose of this article is to determine the requirements for the execution of automation projects in telecommunications companies. The theoretical foundation was based on authors such as: Sapag and Sapag (2014), Miranda (2017), Pmbok (2017), Gallardo (2013), Hernández (2014) and others. Framed in the type of descriptive research, with a descriptive transectional field design. Study subjects represented by 16 engineers in the companies' project area: Cantv, Movilnet, Movistar and Digitel. The data collection technique consists of a structured instrument with closed-response alternatives, based on the requirements for the execution of automation projects; validated through expert judgment with a reliability of the Crombach's alpha coefficient of 0.91. Through the results it is evident that requirements management is almost always met in automation projects, however there are improvement points that must be modified in order to cover the deficiencies observed through the study, consolidating the execution of conflicts in all its phases.

**Keywords:** Requirements Management, Automation Projects, Telecomunications.

## 1. Introducción

En la actualidad las industrias y los procesos aplicados dentro de las mismas necesitan desarrollarse con eficiencia. En virtud de ello, en el deseo de alcanzar el éxito en cada una de las áreas donde funcionan, se ven en la necesidad de implementar métodos innovadores, además de avances tecnológicos que optimicen su automatización. Por tanto, en esa búsqueda de la superación y el éxito en el mercado, se ven en la necesidad de implementar métodos innovadores, acompañados de avances tecnológicos que revolucionen la automatización dentro de los procesos empresariales.

La automatización permite transferir las tareas requeridas para llevar a cabo un proceso de una persona, a un conjunto de elementos tecnológicos. Cuando se realiza la automatización de alguna máquina o proceso, es posible mejorar la productividad y la calidad de los productos o procedimientos.

Conforme pasan los años, la gestión de los requerimientos se ha convertido en una de las herramientas más importantes en las organizaciones y sus negocios con el objetivo de ubicarse en una posición estratégicamente provechosa, generando ventaja ante sus rivales en el sector de las telecomunicaciones. En este sentido, son las decisiones asociadas a la creación, adquisición, desarrollo o transformación y comercialización de tecnologías, tanto desde un punto de vista estratégico como operacional.

Se estableció como objetivo general de esta investigación: Determinar los requerimientos para la ejecución de proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones, cuyos objetivos específicos fueron: Identificar las características de los requerimientos tecnológicos en proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones, describir los requerimientos técnicos en proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones, detallar las características de los requerimientos económicos en proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones y caracterizar los requerimientos del talento humano en proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones.

Los antecedentes teóricos más relevantes se basaron en las siguientes investigaciones: Cloud computing como herramienta de innovación tecnológica en las empresas de telecomunicaciones, autoría de Jacobs (2018), cuyo aporte fue conocer las motivaciones, actitudes y opiniones de los gerentes e investigadores de las empresas de telecomunicaciones. Seguido de Romero (2017), que desarrolló un Plan maestro para la ejecución de proyectos de automatización en industrias alimentarias del municipio San Francisco, fue posible utilizar el instrumento de recolección de datos de la investigación en cuestión.

La estrategia metodológica de la presente investigación fue cuantitativa, que según Monje (2011) es un tipo de estrategia que se sirve principalmente de los números y los métodos estadísticos. Es decir, se trata de un tipo de estrategia que suele basarse en medidas numéricas de ciertos aspectos de los fenómenos; parte de casos concretos para llegar a una descripción general o para comprobar hipótesis causales y busca medidas y análisis que otros investigadores puedan reproducir fácilmente.

## 2. Metodología

### 2.1. Tipo y diseño de la investigación

Debido a las características del problema a estudiar y según su propósito la investigación fue de tipo descriptiva. Este tipo de investigación de acuerdo a Tamayo y Tamayo (2014) comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o proceso de los fenómenos.

En función del diseño de la investigación, este estudio se categoriza como un diseño de campo no experimental, transeccional descriptivo debido a que se realizó sin manipular la variable, por el contrario, se observaron los fenómenos tal como se dan en la realidad sin manipularlos.

Al respecto Hernández (2014) manifiesta, en cuanto a los diseños de campo, los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad mediante el trabajo concreto del investigador, es decir, son datos originales, productos de la investigación en curso.

## 2.2. Población y Muestra

Para efecto de esta investigación se consideró una población finita, escogiendo como unidades de análisis, 16 sujetos que se desempeñan en el área de proyectos en las empresas de telecomunicaciones del municipio Maracaibo del Estado Zulia, pertenecientes a las empresas Cantv, Movistar, Movilnet y Digitel.

Por otra parte, para obtener la muestra, en la presente investigación, se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico intencional, donde los elementos de análisis fueron seleccionados con base a criterios o juicios preestablecidos por el investigador.

En tal sentido, la muestra finalmente quedó conformada por 16 Ingenieros que se desempeñan como gerentes del área de proyectos de las empresas de telecomunicaciones del municipio Maracaibo, tal como se muestra en la siguiente tabla 1:

**Tabla 1. Distribución de la población**

<b>Empresa de Telecomunicaciones</b>	<b>Gerentes</b>
CANTV	4
MOVISTAR	7
DIGITEL	1
MOVILNET	4
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2020)

## 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con el objeto de recolectar la información pertinente sobre el estudio gestión de requerimientos para la ejecución de Proyectos de Automatización, se tomó un instrumento estandarizado, elaborado, validado y aplicado por Romero (2017) en su investigación titulada "Plan maestro para la ejecución de proyectos de automatización en industrias alimentarias del municipio San Francisco ", con características similares a esta investigación. Este criterio según Hernández (2014) puede ser considerado siempre y cuando no haya transcurrido mucho tiempo de haberse aplicado el proceso de validación y que esté dentro de un contexto similar.

Las alternativas de respuestas tuvieron una escala en el rango 1 - 5, la cual se codificó de tal manera, a menor puntaje, mayor es la influencia de cada tipo

de requerimiento en los proyectos de automatización. A continuación se presenta el baremo de interpretación en tabla 2.

**Tabla 2**  
**Baremo de Interpretación de resultados del instrumento**

Alternativas de Respuesta	Escala de Puntuación (dirección positiva)	Símbolo	Intervalos (Baremo)	Categoría
Siempre	5	S	4,21 – 5,00	Muy Alta
Casi Siempre	4	CS	3,41 -4,20	Alta
Algunas Veces	3	AV	2,61- 3,40	Moderada
Casi Nunca	2	CN	1,81 – 2,60	Baja
Nunca	1	N	1,00 – 1,80	Muy Baja

**Fuente:** Elaboración Propia (2020)

## 2.4. Validez del instrumento

El instrumento aplicado en esta investigación, validado por Romero (2017) conllevó la revisión detallada de cada ítem por cinco (05) expertos en el área de interés de estudio, es decir; dos (03) expertos en contenido y dos (02) metodológicos. En el proceso de validación, a cada experto se le suministro información acerca del título, los objetivos, la variable, las dimensiones e indicadores establecidos, a fin de obtener, las sugerencias, recomendaciones sobre la relación y pertinencia de los ítems con los indicadores y dimensiones.

## 2.5. Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad del instrumento llevada a cabo por Romero (2017) se determinó de la siguiente manera: Se efectuó una prueba piloto, aplicándose el instrumento a una pequeña muestra, conformada por ocho (8) miembros de las unidades de proyectos de automatización en industrias alimentarias del municipio Maracaibo, los cuales presentaban características similares a la población objeto de estudio (industrias alimentarias del municipio San Francisco), pero sin pertenecer a la misma.

Los resultados obtenidos de la prueba piloto se compararon con la escala de interpretación de los resultados generados por el coeficiente de confiabilidad según Bolívar (2002) en Romero (2017). La confiabilidad obtenida en el Alfa de Cronbach fue 0.91, lo que indica muy alta confiabilidad del instrumento.

## 2.6. Fundamentación Teórica

### 2.6.1. Proyectos de Automatización

Para Gallardo (2013), los proyectos de automatización implementan sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos. Es decir se refiere a aquellos elementos encargados de obviar o sustituir total o parcialmente la intervención humana en los procesos industriales, estando constituidos por sistemas cableados o programados principalmente, logrando así un proceso monitoreado a través de sistemas que permitan encargados de tomar decisiones para mantener los procesos dentro de los parámetros apropiados.

Por otro lado, Hernández (2014), define proyectos de automatización como aquellos proyectos desarrollados a lo interno de las organizaciones, con el objeto de instalar sistemas que permitan controlar las estrategias, proveer información básica del proceso, y permitir al personal de operaciones de la planta monitorear y controlar todas las unidades de procesos, para de esta manera cumplir con los procedimientos adecuados para la producción, colaborar con una mayor productividad, la buena calidad de los productos, con la protección del ambiente y la comunidad.

Estos conceptos destacan la importancia de los sistemas automáticos para mantener y mejorar las operaciones en plantas de procesos. Se establecen los proyectos de automatización como una herramienta de optimización de los procesos que debe ser elaborada en estrecho conocimiento del proceso al cual estará aplicada como también las necesidades especiales de cada tipo de proceso en particular, en los proyectos de automatización se instalan sistemas, a través del monitoreo y control de las variables para mejorar el rendimiento y calidad de los procesos.

### **2.6.2. Gestión de requerimientos**

Miranda (2017) expresa que el requerimiento hace referencia a las experiencias y expectativas de la empresa u organización matriz de donde procede el proyecto, al formato de dirección seleccionado, a las condiciones de entrega de los productos, servicio o resultados. Los requerimientos del proyecto tienen relación con sus especificaciones, las medidas de seguridad para su uso y también el rendimiento esperado para las medidas de seguridad exigidas y también el rendimiento esperado al iniciar su operación.

Expresa además este autor, sin lugar a dudas constituye el eje o columna a través del cual gira mucho el contexto técnico del proyecto. A partir de los mismos se definen aspectos de planeación, verificación y pruebas. En ese sentido un requerimiento es el acuerdo entre las partes, lo cual conlleva al desarrollo óptimo de los objetivos de las partes involucradas en el proyecto.

Según la definición del Pmbok (2017), un requerimiento es la condición o capacidad que debe tener un sistema, producto o servicio o componente para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otros documentos formalmente establecido. Por su parte, Gido y Clements (2012) refieren, los requerimientos pueden incluir personas, equipo, maquinarias, herramientas, instalaciones y espacio.

De los planteamientos anteriores puede señalarse a los requerimientos como un conjunto de personas (recursos humanos), bienes materiales, financieros y técnicos que utiliza el proyecto para cumplir sus objetivos, logrando el producto deseado para cumplir con los requisitos técnicos necesarios.

De acuerdo con Conti y Alcalá (2013), los procesos de gestión de requerimientos son un modelo lineal a seguir en el cual se evalúan todas las necesidades y características con las cuales debe contar la tecnología al momento de implementar un proyecto de automatización, desde la fabricación, transferencia de su proveedor hasta su receptor cumpliéndose una serie de pautas para que el proceso resulte exitoso. Este consta de varias etapas, las cuales se combinan de una manera progresiva unas con otras.

### **2.6.2. Requerimientos tecnológicos**

Para Serer (2006) en Romero (2017) aplicar la tecnología y el diseño adecuado para cada caso con la mira puesta permanentemente en el progreso. Así mismo, refiere que la labor de quien gestiona este requerimiento vendrá sustentada fundamentalmente por lo que llamamos la gestión del diseño y la



gestión de la calidad, velando porque, sobre la base de las características y el estilo del proyectista, previamente admitidos por el cliente, se esté proyectando con la tecnología de diseño adecuada, que cumpla, además, los objetivos marcados por el cliente.

El comprador de tecnología debe desarrollar en primer lugar los criterios para seleccionarla, estos criterios parten de las oportunidades y limitaciones que envuelven el proyecto. Aspectos tales como la ubicación de la planta, disponibilidad de materia prima, disponibilidad de servicios, demanda y calidad de productos y consideraciones ambientales deben ser tomados en cuenta. Por ejemplo, si el costo de la energía es alto entonces un proceso eficiente en energía debería ser favorecido. Si la materia prima es costosa e importada, entonces se debería dar un mayor peso a los rendimientos de la planta.

### **2.6.3. Requerimientos Técnicos**

Sisselman y Whitt (2007) citados por Romero (2017) establecen, por ser los proyectos de automatización un servicio provisto a las plantas de procesos los requerimientos técnicos del mismo dependerán de las necesidades a suplirse a través del proyecto de control automático bien sea mayor seguridad del personal, mayor productividad, mejoras de la calidad, confiabilidad u operatividad, se debe identificar cómo el sistema de control automático, colaborará a la resolución de estos problemas para establecer la funcionalidad requerida y por otro lado la magnitud del proyecto y su localización están asociada a la magnitud de la planta a la cual servirá y su localización.

Según los planteamientos expuestos el estudio técnico es el responsable de definir los requerimientos técnicos del proyecto con referencia a la magnitud del mismo, ingeniería del proyecto, la cual integra lo relativo a la descripción del proceso productivo, se determinan los requerimientos de equipos para la operación y el monto de la inversión correspondiente, así mismo refieren a la localización del proyecto.

### **2.6.4. Requerimientos Económicos**

Para Sapag y Sapag (2014), las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en tres tipos: activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo. Las inversiones en activos fijos son todas aquellas a realizar en los bienes tangibles para utilizar en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto.

Para estos autores constituyen activos fijos, entre otros, los terrenos, obras físicas (edificios industriales, oficinas administrativas, vías de acceso), equipamiento de la planta, oficinas y salas de venta (en maquinarias, muebles, herramientas, vehículos y decoración en general) e infraestructura de servicios de apoyo (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, energía, entre otros). Para efectos contables, los activos fijos están sujetos a depreciación, la cual afectará el resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos presentes.

Las inversiones en activos intangibles para estos autores son todas aquellas realizadas sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Los principales ítems que configuran esta inversión son los gastos de organización, las patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, la capacitación, las bases de datos y los sistemas de operación pre-operativos. La inversión en capital de trabajo constituye el

conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo para una capacidad y tamaño determinados.

### 2.6.5. Requerimientos de Talento Humano

Miranda (2017) destaca que el éxito o fracaso de un proyecto descansa en buena parte en la calidad e idoneidad del talento humano incorporado, del conjunto de políticas, reglamentos, normas y procedimientos e instrumentos utilizados para vinculación y manejo de los recursos humanos necesarios para la ejecución del proyecto. Para este autor los recursos humanos están representados por el equipo del proyecto integrado por colaboradores tanto internos como externos, los roles y funciones de cada cual.

En ese sentido el plan de gestión de personal según el Pmbok (2017) describe los plazos necesarios para los miembros del equipo del proyecto, ya sea de forma individual o colectiva, así como también cuando deberían iniciarse las actividades de adquisición, tales como el reclutamiento. En base a lo antes expuesto la gestión de recursos humanos de un proyecto incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está formado por personas con funciones y responsabilidades asignadas a la finalización del proyecto.

### 3. Resultados

La tabla 3 muestra los resultados de los encuestados relacionados a los requerimientos de los proyectos de automatización en empresas de telecomunicaciones. En cuanto al indicador correspondiente a los requerimientos de talento humano se obtuvo la alternativa de respuesta casi siempre con 45.83% seguidamente de siempre con un 33.33%, algunas veces con 18.75% y por último la opción casi nunca con un 2.08%; la alternativa nunca 0%.

**Tabla 3**  
**Estadísticas para los Requerimientos de los Proyectos**

Alternativas	Talento humano		Técnicos		Tecnológicos		Económicos	
	Fa	%	Fa	%	Fa	%	Fa	%
Siempre	5,33	33,33	1,67	10,42	2,33	14,58	3,67	22,92
Casi siempre	7,33	45,83	6,33	39,58	7	43,75	8,67	54,17
Algunas veces	3	18,75	6,33	39,58	5	31,25	3,67	22,92
Casi nunca	0,33	2,08	1,67	10,42	1,67	10,42	0	0
Nunca	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0
TOTAL	16	100	16	100	16	100	16	100
Promedio Indicador	4,10		3,50		3,63		4,00	
Categoría Indicador	ALTA		ALTA		ALTA		ALTA	
Promedio Dimensión	3,81							
Categoría Dimensión	ALTA							

Por otra parte, los resultados mostrados en la tabla 3, revelan un promedio para el indicador de 4,10, el cual comparado con la media de la dimensión de 3,81 se encuentra por encima 1de su valor. Al ser contrastado con el baremo de interpretación, el mismo se ubica en la categoría alta.

De los resultados obtenidos se puede inferir, el talento humano es considerado y estimado como uno de los requerimientos principales de los proyectos de automatización. Esto quiere decir, casi siempre se establecen y planifica el talento humano, como plantea Miranda (2017) integrando a los colaboradores tanto internos como externos, para la realización del proyecto ubicándose según a las necesidades del proyecto.

Continuando con los resultados correspondientes a los requerimientos de los proyectos de automatización, y en específico para el indicador; requerimientos técnicos, el mismo presentó la mayor frecuencia en las alternativas casi siempre y algunas veces ambas con el 39.58%, seguido de las opciones siempre, casi nunca con un valor de 10.42% para éstas, mientras que la opción nunca presento un 0%.

El valor arrojado para la media del indicador, está conformado por 3,50, el cual comparado con la media de la dimensión de 3,81 se encuentra por debajo de su valor, ubicándose en la categoría alta según el baremo de interpretación de esta investigación.

En torno a estos resultados se infiere lo siguiente: la mayoría de las veces en los proyectos de automatización se define la función de producción adecuada, que optimiza los recursos disponibles para obtener el bien o servicio deseado, bien sea la implantación o mejora de la automatización de los procesos. Este resultado, permite concluir que casi siempre en los proyectos de automatización se establecen los servicios a proveer a las empresas de telecomunicaciones y los requerimientos técnicos se evalúan de acuerdo a las necesidades que se deseen suplir, a través del proyecto, bien sea mayor seguridad del personal, mayor productividad, mejoras de calidad, confiabilidad u operatividad, tal como plantean Sisselman y Whitt (2007) citado por Romero (2017).

Continuando con el análisis y discusión de los resultados para los requerimientos de los proyectos de automatización, correspondiente al indicador requerimientos tecnológicos, el mismo presentó la mayor frecuencia en casi siempre con un 43.75% seguida de la opción algunas veces con un 31.25% y finalmente siempre con un valor de 14.58%, mientras, las opciones casi nunca con 10.42% y nunca no presentó selección alguna.

El valor arrojado para la media del indicador, está conformado por 3,63 el cual comparado con la media de la dimensión de 3,81 se encuentra por debajo de su valor ubicándose en la categoría alta según el baremo de interpretación presentado.

Con los resultados se evidencia, que en los grupos ejecutores de los proyectos de automatización se aplica la tecnología y el diseño adecuado para cada caso con la mira puesta permanentemente en el progreso. Estos resultados se reflejan de acuerdo con lo establecido por Serer (2006) citado por Romero (2017), en el caso de las empresas de telecomunicaciones del municipio Maracaibo, se aplica la tecnología y el diseño adecuado para cada caso, monitoreando de manera permanente el progreso.

Finalmente, el análisis y discusión de los resultados para los requerimientos de los proyectos de automatización, corresponde al indicador de los requerimientos de tipo económicos, en este aspecto, el mismo presentó la mayor frecuencia en casi siempre con un valor de 54.17% seguida de las

opciones siempre y algunas veces, ambas con un 22.92%, y las opciones casi nunca y nunca con 0%.

Los resultados mostrados, revelan un promedio para el indicador de 4,00, el cual, al ser contrastado con el baremo de interpretación, el mismo se ubica en la categoría Alta, al ser comparado con la media de la dimensión de 3,81 se encuentra por encima de su valor.

Estos resultados permiten afirmar, la determinación de los requerimientos económicos constituye una fortaleza, en general para los emprendedores de este tipo de proyectos en las empresas de telecomunicaciones. Denota que la mayoría de las veces se toman en cuenta los requerimientos necesarios para cubrir los gastos del proyecto en cada una de sus fases, tal como establece Sapag y Sapag (2014) creando la base de datos apropiada para la estimación de estos recursos a lo interno de estas.

#### **4. Conclusiones**

En los proyectos de automatización de las empresas de telecomunicaciones, actualmente se evidencia en cuanto a la gestión de requerimientos tecnológicos, casi siempre se cumple la etapa de selección de tecnología, sin embargo hay puntos de mejora que se deben reforzar. Entendiendo, la primera decisión de la ingeniería de detalle es la selección de la tecnología, para este análisis es importante tomar en cuenta no solo los costos de instalación sino los de los futuros costos de mantenimiento y soportes, se debe leer cuidadosamente cada uno de los aspectos de la oferta para evaluar el cumplimiento con los requerimientos.

Además de hacer la revisión de la tecnología del proveedor, se plantea, la revisión integral de la misma para la aplicación solicitada, donde se incluya el análisis de los estimados de horas y costos de la solución tecnológica, además de revisar otros aspectos del proveedor como capacidad financiera y manejo de obra, lo cual muchas veces escapa de las responsabilidades de los miembros del equipo de proyecto en el área de automatización, pero deben ser identificadas, por lo cual recomiendan en esta parte del análisis deben participar los estimadores de costo, y equipo de riesgos para complementar el mismo.

De igual forma, en cuanto a la gestión de requerimientos técnicos, es notorio, si bien los equipos de proyectos casi siempre identifican correctamente las características y especificaciones detalladas del sistema a implementar, no se involucran con la frecuencia adecuada los usuarios en dicho proceso, y esta labor en muchas ocasiones es dejada exclusivamente en manos de los proveedores de tecnología, estos últimos conocen las aplicaciones de sus productos en la industria pero los usuarios por su lado son quienes conocen las exigencias del proceso y pueden colaborar de gran manera en la selección adecuada en esta etapa de detalle.

Así mismo, la determinación de los requerimientos económicos constituye una fortaleza, en general para los emprendedores de este tipo de proyectos en las empresas de telecomunicaciones. Denota que la mayoría de las veces se toman en cuenta los requerimientos necesarios para cubrir los gastos del proyecto en cada una de sus fases. Sin embargo en algunas oportunidades no se establece debidamente la factibilidad económica del proyecto sino que se ejecutan basados en beneficios intangibles. Además, se encontró una minoría que no establece correctamente la estructura de los costos, de manera que no está bien definida la inversión, por cuanto los costos de algunas partidas son consideradas como mantenimiento.

Finalmente, se determinó que en los proyectos de automatización ejecutados por las empresas de telecomunicaciones, se gestionan y establecen debidamente los recursos del talento humano necesario para cumplir las partidas definidas en

el proyecto. Así mismo, se contemplan debidamente las especialidades del personal, cantidad de especialistas y las horas hombre.

En conclusión, la gestión de requerimientos en las empresas del sector de telecomunicaciones usada como una estrategia en estas organizaciones, permite crear una ventaja competitiva debido a que es la dirección de los recursos, talento humano, económicos, técnicos y tecnológicos, con la finalidad de aumentar la creación de nuevos conocimientos; la generación de ideas técnicas, las cuales permitan obtener nuevos productos, procesos, servicios o mejorar las existentes; el desarrollo de estas ideas en modelos de trabajo, así como su transferencia a las fases de visualización, conceptualización, definición, implantación y operación.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. 5ta Edición. Caracas. Editorial Episteme, C.A.
- Conti, G. y Alcalá, M. (2013). Procesos de gestión tecnológica como agente generador y dinamizador de innovación en la Industria Petrolera. Venezuela. Revista Multiciencias. Vol. 13.
- Gallardo, S. (2013). Técnicas y procesos de instalaciones domésticas y automáticas. Ediciones Paraninfo.S.A.
- Gido, J. y Clemens, J. (2012). Administración exitosa de proyectos. México. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Hernández, R. Fernández, P y Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación. México. McGraw- Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hernández, S. (2014) Metodología de la investigación. 6º Edición. México. Mc Graw Hill.
- Jacobs, O. (2018). Cloud computing como herramienta de innovación tecnológica en las empresas de telecomunicaciones. Trabajo de Grado no publicado, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Maracaibo.
- Miranda, J. (2017). El desafío de la gerencia de proyectos. Alcance, tiempo, presupuesto, calidad. MM Editores. Colombia.
- Monje, C. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana. Colombia.
- Project Management Institute Inc. (2017). Project Management Body of Knowledge – PMBOK. 5ta Edición. Newton Square, Pennsylvania. PMI Publications.
- Romero L. (2017). Plan maestro para la ejecución de proyectos de automatización en industrias alimentarias del municipio San Francisco. Trabajo de Grado no publicado, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Maracaibo.
- Sapag, N. Sapag R. y Sapag, S. (2014) Preparación y Evaluación de Proyectos. Sexta Edición. Mc Graw Hill. México.
- Serer, M. (2006). Gestión Integrada del Proyectos. 2da Edición. Barcelona. Ediciones de la Universidad Politécnica de Cataluña, SL.
- Sisselman, M. y Withh, W. (2007). Valued-based routing and preference-based routing in customer contact centers. Productions and Operations Managment.
- Tamayo y Tamayo, M. (2014). El proceso de investigación científica. Limusa. Noriega Editores. México.

CIDETIU066

**PLAN MAESTRO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE AIRE INDUSTRIAL EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA DEL ESTADO ZULIA**  
MASTER PLAN FOR THE INCREASE OF INDUSTRIAL AIR PRODUCTION IN THE ZULIA STATE PETROCHEMICAL

**Arenas Bracho, Andrea Gerardina.**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8200-1781>  
[andreaarenas19@gmail.com](mailto:andreaarenas19@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín  
**Amaya de Castillo, Adolfina**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6653-2032>  
[aamaya1@urbe.edu.ve](mailto:aamaya1@urbe.edu.ve)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objeto de estudio proponer un plan maestro para el incremento de la producción de aire industrial en la industria petroquímica del estado Zulia. Basada en los autores Pmbok (2017), Cartay (2010), Miranda (2014), Baca (2013), enmarcada en el tipo de investigación descriptiva proyectiva (proyecto factible). La población de estudio estuvo conformada por 2 poblaciones distintas, la primera 17 sujetos entre Supervisores/Superintendentes de planta en las áreas de Producción/ Operaciones/ Mantenimiento para las dimensiones actuales de situación actual y los factores que intervienen en el incremento de la producción de aire industrial, la segunda población estuvo conformada por 10 sujetos líderes de proyectos del área de dirección de proyectos de la organización Pequiven para las dimensiones requerimientos del plan maestro y etapas del plan maestro. La técnica de instrumento para la recolección de datos fue a través de la aplicación de dos cuestionarios de respuestas múltiples, validadas a juicio de expertos a través del coeficiente de confiabilidad Alfa Cronbach 0,94. Mediante ésta investigación se detectó la situación actual de la producción de aire industrial con ciertas debilidades, de igual forma se determinaron los factores en el incremento de la producción para establecer los requerimientos de un plan maestro en conjunto con sus etapas. Del estudio realizado se planteó la propuesta del plan maestro para el incremento de la producción de aire industrial como una guía flexible, sencilla y coherente en el cumplimiento con los objetivos de la organización.

**Palabras clave:** Plan maestro, Incremento, Aire Industrial, Situación Actual.

### ABSTRACT

The purpose of this research study was to propose a master plan for increasing industrial air production in the petrochemical of Zulia state. Framed in the type of projective descriptive research (feasible project). It was based on the theoretical bases of authors such as: Pmbok (2017), Cartay (2010), Miranda (2014), Baca (2013). The study population consisted of 2 different populations, the first seventeen (17) subjects between supervisors and plant superintendents in the Production, Operations and Maintenance areas for the current dimensions current situation and the factors involved in increasing industrial air production (questionnaire 1), the second population was made up of ten (10) project leaders from the project

management area of the Pequiven organization for the required dimensions of the master plan and stages of the master plan (questionnaire 2). The instrument technique for data collection was through the application of two multiple-response questionnaires, validated in the opinion of experts through the Alpha Cronbach reliability coefficient of 0.94. Through this investigation, the current situation of industrial air production with certain weaknesses was detected. Likewise, the factors that intervene in the increase in production were determined together with the requirements for a master plan and its stages. All this led to the proposal of the master plan for the increase of industrial air production as a flexible, simple and coherent guide in the fulfillment of the objectives of the organization.

**Keywords:** Master plan, increase, industrial air, actual situation.

## 1. Introducción

Los sistemas de aire comprimido son un conjunto de equipos que trabajan de forma solidaria para la generación de aire a determinadas condiciones, requeridos para una aplicación en particular. Son indispensables en la mayoría de las industrias químicas y petroquímicas, debido a la producción de grandes volúmenes de variedad en productos a partir de materias primas como el petróleo y el gas, en muchos de los casos es vital para la operación de los distintos procesos, a tal punto de no proceder su operatividad sin éste.

La industria petroquímica venezolana a través de la Corporación Petroquímica de Venezuela S.A. (Pequiven) comercializa una gran variedad de productos petroquímicos para el mercado nacional e internacional. Dentro del marco de desarrollo productivo para el país se ha generado un crecimiento de la demanda de sus productos en razón al desplazamiento de las materias primas tradicionales por las sintéticas.

En el área de Occidente, Pequiven (2014) menciona para el Complejo Petroquímico Ana María Campos (Cpamc) la ejecución de sub-proyectos con el propósito principal de dar continuidad operativa y alargar la vida útil de las plantas en los próximos 30 años, como eje fundamental en la producción de cloro, olefinas y plásticos, de manera de garantizar los requerimientos futuros a nivel nacional, evitar la fuga de divisas, aumentar las fuentes de empleo y apalancar el desarrollo industrial venezolano. En base a ello se espera un crecimiento a futuro para la adecuación de los servicios industriales.

Pequiven (2014) dentro de la línea estratégica Eficiencia y Calidad de los Procesos están planteados los sub-proyectos para el acondicionamiento de los diferentes procesos, que permitirán atender las necesidades de los servicios industriales en pro de dar apoyo a las operaciones de las plantas existentes incluyendo sus desarrollos, para alcanzar un nivel de producción acorde a la capacidad de diseño.

El Cpamc posee un área operativa denominada Servicios Industriales, la cual está constituida físicamente por Planta Eléctrica y Planta Control de Tratamiento de Agua (CTA), con el objetivo de generar / suministrar confiablemente los requerimientos indispensables de vapor, agua, aire y energía a cada una de las plantas del complejo. Dentro de la Planta CTA se encuentra el sistema de aire comprimido que suministra aire de instrumento y aire de servicio a todas las plantas.

En base a lo mencionado anteriormente para el proceso de expansión y el aumento de la producción en productos petroquímicos de las plantas es necesario preparar, planificar y estructurar un proyecto que consista en incrementar la producción de aire industrial a manera de cumplir con todos los requerimientos exigidos de operatividad. En consecuencia, es fundamental elaborar y proponer un plan maestro con la finalidad de dar una herramienta de apoyo que evalúe las distintas fases del proyecto hasta su ejecución para así aprovechar en mayor grado

la capacidad de producción instalada mejorando la operatividad y confiabilidad del sistema.

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Plan maestro**

Miranda (2014) indica que la formulación de un Plan Maestro es a partir de la definición del proyecto, éste orientará todas las acciones hacia el logro del objetivo. Para su propósito es preciso crear, establecer y organizar un grupo de gerencia del proyecto, el cual tendrá la responsabilidad de desarrollar y dirigir todas las actividades tecnológicas necesarias incluyendo la negociación en conjunto con la adquisición de tecnologías, la compra de equipos la compra de equipos y suministros, hasta la entrega de los resultados en las condiciones acordadas.

### **2.2. Capacidad de Producción**

Para Baca (2013) el Incremento de la Capacidad de Producción o de la Capacidad Instalada es producir al menor costo, con la menor inversión, con gran flexibilidad para aumentar, sin problemas, la producción hasta el límite físico de las instalaciones, todo esto en conjunto, generará la mayor rentabilidad económica.

### **2.3. Aire Industrial**

Ordoñez y Cifuentes (2016) el aire industrial se refiere a una tecnología o aplicación técnica la cual hace uso del aire sometido a presión por medio de un compresor que aspira a la presión atmosférica y lo comprime a una presión más elevada.

En función de lo indicado previamente, el Plan Maestro para el Incremento de la Producción de Aire Industrial se define conceptualmente como todas aquellas acciones que se establecerán para el logro de sus objetivos, mediante una organización responsable de desarrollar y dirigir todas las actividades a través de los procesos de planificación, ejecución, control y finalización en conjunto con la integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones y riesgos dentro del proyecto, con gran flexibilidad para generar un incremento en la producción con mayor rentabilidad económica mediante una tecnología la cual permita hacer uso a nivel industrial del aire atmosférico comprimido a presión elevada.

### **2.4. Situación actual**

Miranda (2014) define como Situación Actual una descripción que debe conducir, posteriormente a un análisis en el cual se establezcan las principales acciones a realizarse para solucionar el problema o atender la necesidad (alternativas) o aprovechar una oportunidad. Una vez clarificada la causa, se debe describir la situación existente. En esta delineación se deben establecer las consecuencias derivadas del problema y si éste tiende a empeorar en el futuro.

Para el desarrollo de ésta investigación se evaluó como primer objetivo diagnosticar la situación actual del sistema de producción de aire industrial, tomando como indicadores la infraestructura, el presupuesto, la lubricación, el mantenimiento



y los repuestos del mismo, con el propósito de realizar un análisis del panorama y establecer las acciones o posibles soluciones que conlleven a resolver el problema o la necesidad existente.

## **2.5. Factores que intervienen en el incremento de la producción**

Rodríguez (2020) considera dentro de los factores que intervienen en el incremento de aire comprimido se encuentra principalmente el sistema de compresión, dado a ello el tipo de compresor, el consumo total y la capacidad de diseño. Así mismo, se detalla la ubicación o zona donde sea instalado, el tipo de aplicación, los servicios del sistema y factores medio ambientales.

Como segundo objetivo de la variable de estudio, se determinaron los factores que intervienen en el incremento de la producción de aire industrial, los cuales se mencionan: capacidad de diseño, disponibilidad de servicios industriales, sistema de compresión, sistema de enfriamiento, sistema de distribución y sistema de automatización y control.

## **2.6. Requerimientos para el incremento de la producción de aire industrial**

Córdoba (2011) expone, para la selección de un proyecto, existen requerimientos particulares y procedimientos de trabajo específicos. Dicha selección debe tener en cuenta que el proyecto o programa muestre un plan preliminar donde se visualicen los requerimientos para llevar a cabo el mismo, tendiendo coherencia a nivel conceptual, racionalidad desde el punto de vista técnico, viabilidad financiera, factible jurídicamente. Los requerimientos para un plan maestro varían de acuerdo a las características propias del proyecto, para éste estudio, como tercer objetivo se evaluaron los requerimientos necesarios para el plan maestro, de los cuales se tienen: talento humano, técnicos, financieros y de organización.

## **2.7. Etapas para el incremento de la producción de aire industrial**

Pmbok (2017) define el proceso de etapas para la dirección de proyectos como un conjunto de acciones en conjunto con actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas a aplicarse junto con las salidas que se obtienen. Los procesos de etapas de proyectos se agrupan en: iniciación, planificación, ejecución, monitoreo / control y cierre. Dentro del proceso administrativo para la propuesta de éste estudio, fueron tomados en cuenta las etapas del plan maestro como cuarto objetivo, éstas son: iniciación, planificación, organización, dirección y control.

Para éste estudio (Plan Maestro para el Incremento de la Producción de Aire Industrial) se determina finalmente la variable operacional a través del análisis global de sus dimensiones: situación actual de la producción de aire industrial, factores que intervienen en el incremento de la producción, requerimientos para su aumento y etapas del plan maestro con una visión integral y estratégica en función de los objetivos planteados.

## **3. Metodología**

Esta investigación fue de tipo descriptiva basada en la definición de Tamayo (2011) comprende la descripción, el análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o los procesos de los fenómenos. Así mismo, fue un proyecto factible dado a la reseña de las características o rasgos para identificar y diagnosticar el problema, a manera tal de desarrollar una posible solución a la problemática planteada, la cual será de utilización inmediata con la implantación del plan maestro.

Arias (2012) define la investigación de campo como aquella la cual consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos. Hurtado de Barrera (2012) en los diseños no experimentales no es posible manipular la variable independiente, sea porque ésta ya ocurrió, o porque existen dificultades éticas y prácticas. Hernández et al. (2014) considera los estudios transeccionales son aquellos que se propone la descripción de las variables tal como se manifiestan, incluyendo su análisis, tomando en cuenta su interrelación e incidencia.

En referencia a las definiciones planteadas, el diseño de ésta investigación fue de campo, no experimental transeccional descriptiva. El estudio se desarrolló mediante la técnica de recolección de datos del cuestionario, del cual fueron utilizados dos (2) instrumentos contentivos en un sólo documento escrito, el primero (cuestionario 1) conformado por 41 ítems y el segundo (cuestionario 2) conformado por 34 ítems construido tomando como referencia la escala de Likert con afirmaciones positivas, respuestas múltiples cerradas de cinco (5) opciones como respuesta, Siempre (S), Casi Siempre (CS), Algunas Veces (AV), Casi Nunca (CN), Nunca (N) con una ponderación de números ordinales del 1 al 5.

El primer cuestionario estuvo dirigido al personal técnico conformado por 17 unidades informantes pertenecientes a las distintas áreas de las Plantas de Servicios Industriales, distribuidos entre dos Superintendentes de Mantenimiento, seis Supervisores de Planta en las áreas de Producción y Operaciones, cuatro Supervisores de Mantenimiento, un Técnico Mayor de Equipos Críticos Rotativos, dos Inspectores de Equipos Rotativos y dos Técnicos en la sección de Ingeniería de Instalaciones en Equipos Rotativos.

Así mismo, para el segundo cuestionario, se seleccionaron 10 unidades informantes como población pertenecientes a la gerencia de proyectos del industria petroquímica, cuyas funciones principales son las de organizar, dirigir, evaluar y desarrollar nuevos proyectos en sus distintas fases en pro de las mejoras continuas de la cadena productiva petroquímica. Para el desarrollo de la presente investigación los instrumentos se validaron a través de la revisión detallada de cada ítem por seis (6) expertos en el área técnica-metodológica, con altos conocimientos en el tema de estudio.

Después de aplicar el instrumento de recolección de datos de prueba piloto, a un total de diez (10) personas para ambos cuestionarios, tomando en cuenta de que éstos no participaron en el estudio, se comparó dicho valor con la escala de confiabilidad de Palella y Martins (2017). El nivel obtenido según el coeficiente de Alfa de Cronbach fue de 0,94 por lo cual posee una magnitud de confiabilidad muy alta para la aplicación de cada instrumento.

#### **4. Resultados**

Acorde con el diseño de la investigación cuantitativa, se utilizaron distribuciones de frecuencias y porcentajes para cada ítem del indicador de frecuencia, todo ello con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación. De la misma manera, se calcularon medidas de tendencia central como la media y con ello se construyó el baremo de la información para constatar los resultados por indicador.

Los resultados estadísticos obtenidos para el objetivo Diagnosticar la Situación Actual (Tabla 1) cuya media es 3,71 se ubica en una categoría alta, no obstante, los resultados negativos arrojados por los indicadores de Presupuesto y Repuestos demuestran que las condiciones actuales del sistema no favorecen la producción de aire industrial, por ende, tampoco su incremento. Lo cual coincide con el autor Sapag (2011) la Situación Actual se define como la etapa en donde se realiza el primer diagnóstico, en donde debe vincularse el proyecto con la solución de un problema, donde se encuentren las evidencias básicas y la conveniencia de implementarlo o no.

**Tabla 1. Estadísticos Situación Actual (Cuestionario 1)**

Objetivo: Diagnosticar la Situación Actual de la producción de aire industrial en el sector petroquímico del estado Zulia										
Dimensión: Situación Actual										
Alternativas	Infraestructura		Presupuesto		Lubricación		Mantenimiento		Repuestos	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Siempre	31	45,59	22	50,00	31	46,97	31	37,35	7	14,58
Casi Siempre	17	25,00	4	9,09	27	40,91	31	37,35	12	25,00
Algunas Veces	15	22,06	9	20,45	7	10,61	18	21,69	13	27,08
Casi Nunca	3	4,41	8	18,18	1	1,52	2	2,41	14	29,17
Nunca	2	2,94	1	2,27	0	0,00	1	1,20	2	4,17
Total	68	100	44	100	66	100	83	100	48	100
Media del Indicador	4,06		3,33		4,21		3,98		2,98	
Categoría del Indicador	Alta		Moderada		Muy Alta		Alta		Moderada	
Media de la Dimensión	3,71									
Categoría de la Dimensión	Alta									
Autor Citado	Sapag (2011)									

**Fuente:** Elaboración Propia (2020)

Los resultados obtenidos para el objetivo Factores que Intervienen en el Incremento de la Producción de Aire Industrial (Tabla 2) arrojaron una media de 4,33 la cual se ubica en una categoría muy alta, sin embargo, se demuestra de manera afirmativa, éstos factores no favorecen el incremento de la capacidad de producción de aire industrial, por tanto, deben aplicarse acciones las cuales permitan el funcionamiento óptimo del Sistema de Compresión, así como la total disponibilidad de los Servicios Industriales, aunado a una intervención oportuna del Sistema de Enfriamiento para mantener los valores dentro de los parámetros y un Sistema de Control óptimo para el monitoreo a tiempo real de todo el sistema.

**Tabla 2. Estadísticos Factores que intervienen en el incremento de la producción de aire industrial (Cuestionario 1).**

Objetivo: Determinar los factores que intervienen en el incremento de la producción de aire industrial en el sector petroquímico del estado Zulia												
Dimensión: Factores que intervienen en el incremento de la producción de aire industrial												
Alternativas	Capacidad de Diseño		Disponibilidad de Serv. Industriales		Sistema de Compresión		Sistema de Enfriamiento		Sistema de Distribución		Sist. de Autom. Y Control	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Siempre	46	67,65	44,00	52,38	21,00	41,18	21	42,00	31	60,78	16	27,59
Casi Siempre	16	23,53	21,00	25,00	26,00	50,98	23	46,00	16	31,37	35	60,34
Algunas Veces	6	8,82	13,00	15,48	4,00	7,84	6	12,00	4	7,84	5	8,62
Casi Nunca	0	0,00	5,00	5,95	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,72
Nunca	0	0,00	1,00	1,19	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,72
Total	68	100	84	100	51	100	50	100	51	100	58	100
Media del Indicador	4,59		4,16		4,33		4,22		4,53		4,16	
Categoría del Indicador	Muy Alta		Alta		Muy Alta		Muy Alta		Muy Alta		Alta	
Media de la Dimensión	4,33											
Categoría de la Dimensión	Muy Alta											
Autor Citado	Rodríguez (2020)											

**Fuente:** Elaboración Propia (2020).

En concordancia con lo estipulado por Rodríguez (2020) en base a los resultados obtenidos, los factores principales y de mayor impacto para el incremento de la producción en la Planta de Servicios Industriales son la capacidad de diseño, los servicios industriales, los sistemas de compresión, enfriamiento, distribución y automatización y control, favoreciendo su correcta operación, dentro de los parámetros exigidos para la demanda requerida.

Los resultados obtenidos para el objetivo Requerimientos del Plan Maestro (Tabla 3) arrojaron una media de 4,40, lo cual indica que altamente se toman en cuenta los requerimientos técnicos y de organización para la puesta en marcha de los proyectos, requisito favorable para el desarrollo de ésta investigación. No obstante, para los requerimientos de talento humano deben establecerse estrategias lo cual le permitan una mejor selección del personal con el fin de contar con las destrezas y habilidades necesarias para la ejecución de las actividades requeridas.

De igual forma para los requerimientos financieros la comunicación entre la organización y la dirección de proyectos es de vital importancia, sobre todo al inicio en donde se pueda formular un presupuesto completo basado en todas las necesidades requeridas para la implantación de los proyectos. Los resultados no están en concordancia con la definición del autor Miranda (2014) quién expresa, para realizar un proyecto es importante hacer una estimación previa de los requerimientos o insumos que se necesitan para la realización del mismo, éstos pueden ser de tipo humano, técnico, logístico, financiero y hasta el aspecto legal.

**Tabla 3. Estadísticos Requerimientos del Plan Maestro (Cuestionario 2)**

Objetivo: Determinar los Requerimientos del Plan Maestro para el increment de la producción de aire industrial en el sector petroquímico del estado Zulia								
Dimensión: Requerimientos del Plan Maestro								
Alternativas	Talento Humano		Técnicos		Financieros		Organización	
	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>Siempre</b>	16	40,00	24,00	80,00	22,00	55,00	18	60,00
<b>Casi Siempre</b>	13	32,50	4,00	13,33	9,00	22,50	11	36,67
<b>Algunas Veces</b>	9	22,50	2,00	6,67	8,00	20,00	1	3,33
<b>Casi Nunca</b>	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
<b>Nunca</b>	2	5,00	0,00	0,00	1,00	2,50	0	0,00
<b>Total</b>	40	100	30	100	40	100	30	100
<b>Media del Indicador</b>	4,03		4,73		4,28		4,57	
<b>Categoría del Indicador</b>	Alta		Muy Alta		Muy Alta		Muy Alta	
<b>Media de la Dimensión</b>	4,40							
<b>Categoría de la Dimensión</b>	Muy Alta							
<b>Autor Citado</b>	Miranda (2014)							

**Fuente:** Elaboración Propia (2020).

Para el objetivo Etapas del Plan Maestro (Tabla 4) los resultados arrojaron una media aritmética de 4,76 la cual se asigna en una categoría muy alta. Éste valor representa cuantificadamente las perspectivas de la población encuestada referentes a las Etapas del Plan Maestro necesarias para la consecución de un proyecto para la industria petroquímica, el cual es el objetivo de la presente investigación.

**Tabla 4. Estadísticos para el objetivo Etapas del Plan Maestro (Cuestionario 2)**

Dimensión: Etapas del Plan Maestro										
Alternativas	Iniciación		Planificación		Organización		Dirección		Control	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Siempre	26	86,67	54	90,00	30,00	75,00	20	66,67	31	77,5
Casi Siempre	4	13,33	4	6,67	10,00	25,00	9	30,00	6	15
Algunas Veces	0	0,00	2	3,33	0,00	0,00	1	3,33	3	7,5
Casi Nunca	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0
Nunca	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0
Total	30	100	60	100	40	100	30	100	40	100
Medía del Indicador	4,87		4,87		4,75		4,63		4,70	
Categoría del Indicador	Muy Alta		Muy Alta		Muy Alta		Muy Alta		Muy Alta	
Medía de la Dimensión	4,76									
Categoría de la Dimensión	Muy Alta									
Autor Citado	Pmbok (2017)									

Fuente: Elaboración Propia (2020)

Sin embargo, se detectaron puntos de mejora en algunos indicadores lo cual debe ser puesta en práctica al momento de implementar el plan maestro para el incremento de la producción de aire industrial, principalmente en la Dirección y Control, en donde, si no se establecen las acciones correctivas que permitan un mejor desempeño, el éxito del proyecto es impredecible. Pmbok (2017) lo define como un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido.

## 5. Conclusiones

Para el primer objetivo planteado, diagnosticar la situación actual, el análisis de los estudios realizados mostraron ser no favorables a la propuesta proyectada, el cual presenta un sistema de producción totalmente operativo, pero con muchas deficiencias en donde deben implementarse estrategias que permitan solucionar la situación en pro de su eficiencia y confiabilidad operacional, tales como aumento en la disponibilidad y ejecución presupuestaria para la realización de trabajos, seguimiento al cronograma de desembolso, asistencias técnicas, adquisición de repuestos y materiales necesarios para mantener su continuidad operativa.

Para el objetivo determinar los factores que intervienen en el incremento de la producción, se demuestra que los indicadores estudiados están totalmente aptos para un incremento de la producción, en cuanto a capacidad de diseño, sistema de enfriamiento y de compresión. Aunado a ello, en la propuesta se plantean algunos arreglos en pro del sistema de distribución, con el objetivo de satisfacer la demanda de las plantas al momento de su expansión, de igual forma, para éste crecimiento, el sistema de automatización y control debe estar totalmente actualizado bajo los fundamentos del licenciante.

En cuanto al objetivo determinar los requerimientos del plan maestro para el incremento de la producción, se observó por parte del equipo de Proyectos de la organización Pequiven, cuentan con buen grado de requerimientos técnicos, sin embargo, se evidencian deficiencias leves en talento humano y financieros, los cuales representan factores clave para el éxito del proyecto. Referente al objetivo establecer las etapas del plan maestro para el incremento de la producción, se visualiza por parte del equipo de Dirección de Proyectos un alto conocimiento en las etapas, resaltándose Iniciación y Planificación. Sin embargo, en Organización, Dirección y Control existen puntos de mejora que deben ser fortalecidos, para integrar todas las etapas al logro de los objetivos.

La aplicación de la propuesta Plan Maestro para el Incremento de la Producción de Aire Industrial en la industria petroquímica del estado Zulia busca establecer una disponibilidad presupuestaria y realizar su seguimiento acorde a los requerimientos del sistema en cuanto a adquisición de materiales, insumos y repuestos, asistencias técnicas, nuevas licencias para los sistemas, servicios contratados para actividades

de mantenimiento. Promover el desarrollo de los elementos del plan maestro para evitar pérdidas por incremento del costo-tiempo, en el progreso de las distintas fases del proyecto.

Una estructura definida dentro de la Dirección de Proyectos de Pequiven podría fortalecer el requerimiento de talento humano para la implantación de los proyectos, mantenerla a nivel general para darle continuidad a los proyectos de expansión. Garantizar dentro del presupuesto de inversiones el desarrollo y ejecución de los proyectos de expansión en las líneas de los productos más sensibles para la población del país, a fin de lograr un beneficio social. Aplicar el conocimiento adquirido a través de las lecciones aprendidas en el desarrollo de los diferentes proyectos, para evitar la repetición de los mismos errores e inadecuadas estrategias de ejecución a futuro.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Sexta Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Baca, G. (2013). Evaluación de Proyectos. Séptima Edición. Editorial Mc Graw Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, D.F.
- Córdoba, M. (2011). Formulación y Evaluación de Proyectos. Segunda Edición. Eco Ediciones. Bogotá, Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. Editorial Mc Graw Hill Education. México, D.F.
- Hurtado, J. (2012). Metodología de la Investigación Holística. Cuarta Edición. Quirón Ediciones. Caracas, Venezuela.
- Miranda, J. (2014) Gestión de Proyectos Identificación – Formulación – Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Séptima Edición. Editorial MMeditores, Bogotá, Colombia.
- Ordóñez, S. y Cifuentes, J. (2016) Eficiencia Energética en sistemas de aire comprimido industrial. [Documento en línea] PDF. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45332971/MEIA\\_Sergio\\_Ordenez\\_eficiencia\\_aire\\_comprimido.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEficiencia\\_energetica\\_en\\_sistemas\\_de\\_air.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45332971/MEIA_Sergio_Ordenez_eficiencia_aire_comprimido.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEficiencia_energetica_en_sistemas_de_air.pdf) (Consulta 10 de marzo 2020/ Hora 02:35 p.m.).
- Parella, S. y Martins, F. (2017). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Cuarta Edición. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Fedupel). Caracas, Venezuela.
- Pequiven (2014). Ingeniería Conceptual para la Infraestructura, Servicios Industriales y Servicios de Electricidad del Plan Maestro del Complejo Petroquímico Ana María Campos (Cpamc). Gerencia Técnica.
- Pmbok (2017). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta Edición. Project Management Institute, Inc., editor. Newton Square, Pennsylvania, EE.UU.
- Sapag (2011). Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación. Segunda Edición. Editorial Pearson. Chile.
- Rodríguez, H. (2020). Diseño de Sistemas de Aire Comprimido. Tutorial N°201[Documento en línea]. (Consulta 18 de abril 2020 / Hora 11:34 p.m.). <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn201.html>
- Tamayo, M. (2011). El proceso de la Investigación Científica. Quinta Edición. Editorial Limusa. México

CIDETIU069

**LOS PRINCIPIOS DE GESTIÓN AMBIENTAL DESDE LOS ESCENARIOS  
DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**

**THE PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ON THE  
SCENARIOS OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION**

**Hurtado, Karla**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1661-2998>  
[kahurtado\\_90@hotmail.com](mailto:kahurtado_90@hotmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín

**RESUMEN**

Para las empresas es importante conocer las posibles consecuencias derivadas de sus operaciones, en particular aquellas dedicadas al servicio petrolero, por tanto el objetivo del presente artículo es analizar los principios de la gestión ambiental como parte del desarrollo sostenible de las empresas de servicio a pozos petroleros, desde los escenarios de la cuarta revolución industrial. Utilizando como soporte teórico los autores Pousa (2007) y Grupo Vértice (2010), entre otros, desarrollando la gestión ambiental, el principio de prevención, precaución, cooperación y el contaminador paga. En ese orden, se presenta una investigación documental; presentando entre sus conclusiones la evidente importancia de la precaución, prevención, cooperación, contaminador paga; por lo cual conviene cumplir con las normativas medioambientales, siendo necesario no solo internalizar, sino aplicar además de velar por la gestión ambiental en el marco de sus actividades productivas. La intención es abordar las empresas de servicio a la industria petrolera. En consecuencia, es importante para las organizaciones, orientar las actividades de generación y gestión ambiental, tomando en cuenta los principios que permitan alcanzar los objetivos de integración del desarrollo socioeconómico con la protección del medio ambiente.

**Palabras clave:** Gestión Ambiental, Empresas de servicio, Revolución industrial.

**ABSTRACT**

For companies, it is important to know the possible consequences derived from their operations, particularly those dedicated to oil service, therefore the objective of this article is to analyze the principles of environmental management as part of the sustainable development of oil well service companies, from the scenes of the fourth industrial revolution. Using as theoretical support the authors Pousa (2007) and Grupo Vertices' (2010), among others, developing environmental management, the principle of prevention, precaution, cooperation and the polluter pays. In that order, a documentary investigation is presented; presenting among its conclusions the obvious importance of precaution, prevention, cooperation, polluter pays; Therefore, it is convenient to comply with environmental regulations, being necessary not only to internalize, but also to apply, as well as to ensure environmental management within the framework of its productive activities. The intention is to address the companies serving the oil industry. Consequently, it is important for organizations to guide the activities of generation and environmental management, taking into account the principles that allow achieving the objectives of integration of socio-economic development with the protection of the environment.

**Keywords:** Environmental Management, Service companies, Industrial revolution.

## 1. Introducción

La sociedad moderna enfrenta graves problemas medioambientales, con un enfoque alarmante hacia la contaminación del agua, los residuos generados por las empresas, ocasionando el agotamiento de los recursos naturales disponibles, lo cual implica el deterioro progresivo del ecosistema, provocando cambios que alteran la normalidad del planeta y afectando el bienestar de todos los seres vivos.

En el marco del nuevo milenio, se hace necesario mencionar los constantes cambios del mundo, con esos cambios se gestan otras situaciones dentro de las organizaciones, más específica en la convivencia de las empresas con su entorno. De allí la referencia a la cuarta revolución industrial, según el escritor del libro "La cuarta revolución industrial" Klaus Schwab, citado por Perasso (2016), implica una revolución tecnológica la cual puede modificar la forma como se vive en el mundo, el trabajo, además de las relaciones interpersonales; precisando en que su escala, alcance y complejidad, además de la transformación, se visualiza muy diferente a como el hombre la haya visto antes.

En razón de los problemas ambientales, enmarcados dentro del desarrollo sostenible, las empresas dedicadas al servicio en la industria petrolera deben enfrenarse a una serie de situaciones derivadas de su actividad, ante el vaticinio de las repercusiones de los impactos de la próxima revolución, se requiere realizar revisiones constantes sobre su gestión ambiental para evitar que esa actividad ocasione daños a las comunidades aledañas.

Por tanto es necesario un análisis meramente teórico, sobre los principios de gestión ambiental, haciendo un repaso por el contexto general del problema, además de los aspectos conceptuales tales como la gestión ambiental, los principios de éste, entre los cuales se encuentran, prevención, precaución, cooperación y contaminador paga; tomando en cuenta, de manera particular lo expuesto por Pousa (2007) y Grupo Vértice (2010), autores con los cuales se fija posición.

La toma de conciencia a nivel mundial, sobre la estrecha relación existente entre el desarrollo económico y el medio ambiente, tuvo su expresión en las Naciones Unidas con la creación, por este organismo en el año 1983, de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente, integrada por personalidades del ámbito científico, político, social, representativo de los diversos intereses existentes en la comunidad internacional.

Basado en lo descrito, según Cáceres (2008), se encuentra a la gestión ambiental, vista desde la perspectiva de las empresas, la cual busca lograr una mayor efectividad con respecto a sus objetivos ambientales, minimizando los impactos de sus operaciones, mejorando el rendimiento de sus procesos, a través de políticas responsables, éticas; haciendo énfasis en el correcto manejo de sus residuos y desechos.

En tal sentido, las empresas que prestan servicios petroleros, se han visto en la necesidad de revisar sus acciones relacionadas con la gestión ambiental, con la intención de realizar prácticas innovadoras, las cuales cambien el comportamiento ante ese tema, implementando estrategias dirigidas a lograr una mejor relación con la comunidad en la cual se encuentra inmersa, así como velar por el medio, en el marco del desarrollo sostenible tanto del entorno en particular como la sociedad en general.

Ante lo descrito anteriormente, las empresas con las características mencionadas realizan operaciones en campo, donde la extracción de petróleo es el centro de todo, siendo que estas actividades pueden afectar el ambiente. Por ende, el empleo de la gestión ambiental permite a la organización anticiparse a problemas medioambientales, haciendo la prevención de los mismos.



Basado en los señalamientos descritos, aunado a conversaciones informales sostenidas con comunidades de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, en ciudades como Cabimas, Lagunillas, Ciudad Ojeda, Bachaquero, se pudo conocer como quienes laboran en organizaciones donde prestan servicios a la industria petrolera venezolana, carecen de una orientación clara hacia el cuidado del ambiente, tomando en consideración el tipo de actividad económica que ejecutan, en el caso abordado, asociada a la explotación petrolera.

La situación antes mencionada puede originarse por el escaso manejo de principios éticos y del desarrollo sostenible en las empresas por parte tanto de autoridades como gerentes, así como la incertidumbre en la transparencia u opacidad en la ejecución laboral, quizás a las características escasamente manejadas por las empresas de servicios petroleros en el marco de la gestión ambiental, además de poca participación de la comunidad o colectivo en las actividades vinculadas al ambiente.

La descripción realizada en el párrafo anterior permite indicar el deterioro progresivo, constante del medio ambiente, así como el riesgo del bienestar de la presente y futuras generaciones del medio, ocasionando desmejora en la calidad de vida, desatendiendo, además las necesidades sociales, económicas de las comunidades en el tiempo, proyectando desfavorablemente la imagen corporativa de las empresas del sector petrolero hacia el entorno, influyendo en la percepción del público en general.

La problemática planteada puede acarrear la desaparición progresiva de las óptimas condiciones ambientales de las comunidades aledañas a las zonas donde se realizan las operaciones de las empresas de servicio a pozos petroleros de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COL), ocasionando la posible extinción paulatina de los recursos naturales, así como los medios necesarios exigidos para la supervivencia humana en el entorno de la industria petrolera en particular, la sociedad en general.

Por ende, el impacto social se observa en el empleo de la gestión ambiental permite a la organización anticiparse a problemas asociados al tema, estableciendo el compromiso de todas las partes involucradas con respecto a la disminución de la contaminación, facilitando un registro de las actividades vinculadas al ambiente desarrolladas por la empresa, logrando así el surgimiento de la confianza por parte de los involucrados en la misión medioambiental de la organización. Ante la situación problemática descrita surge la necesidad de realizar un análisis sobre los principios ambientales aplicados en las empresas que prestan servicios a la industria petrolera.

## **2. Fundamentación teórica**

### **2.1. Gestión Ambiental**

Al iniciar, el autor Pousa (2007), la gestión ambiental se refiere al conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima nacionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en una coordinada información multidisciplinaria ciudadana.

Ahora bien, de acuerdo con Machín (2007), se define gestión ambiental como mecanismos, acciones e instrumentos para garantizar el control y administración racional de los recursos naturales, a través de reglamentos, normas, disposiciones institucionales así como jurídicas, con el objetivo de mejorar, conservar, el medio ambiente, en correspondencia con factores tanto internos como externos; culturales o políticos.

Por su parte, el Grupo Vértice (2011) se refiere a la gestión ambiental como la manera sistemática y proactiva de manejar los aspectos medioambientales de una empresa, con la idea de prevenir impactos sobre el entorno e impacto en la

comunidad, con el fin de detectar oportunidades de ahorro en el uso de recursos, además de energías en el manejo de activos de las empresas.

De acuerdo con Bureau (2008), la gestión ambiental incluye un conjunto de actividades coordinadas, no solo para dirigir, sino para controlar una organización en relación con el medio ambiente. Para ello se utiliza un sistema de gestión ambiental (SGA), entendiéndose como una herramienta empleada para capacitar a una organización a alcanzar el nivel de comportamiento ambiental propuesta por ella.

Bajo la perspectiva legal, La Ley Orgánica del Ambiente de la República Bolivariana de Venezuela (2006) en el artículo 2 define gestión del ambiente como el proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar, así como aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica, demás recursos naturales y elementos del ambiente, en garantía del desarrollo sustentable. Destacando su alcance a las actividades de la función administrativa, que desarrollen políticas a través de las cuales se establezcan responsabilidades ambientales, para garantizar el control mejorado del medio ambiente.

Por su parte, para Ying (2010), la aplicación de la gestión ambiental a nivel industrial proporciona ciertos beneficios como la reducción de la producción de residuos, disminución del uso de materiales a través de técnicas, las cuales podrían tener efectos dañinos sobre el medio ambiente, ahorro de costos debido a la reducción de multas ambientales, la minimización de los riesgos eco ambientales que traería consigo el reconocimiento positivo de los esfuerzos de las partes interesadas.

Atendiendo a los conceptos anteriormente expresados, en particular al de Machín (2007), la gestión ambiental se refiere a la administración racional de los recursos naturales a través de disposiciones legales con el propósito de obtener el mejoramiento y conservación del medio ambiente; vinculado con lo señalado por el Grupo Vértice (2011), al conceptualizar la gestión ambiental como el medio que plantean las empresas con la idea de prevenir impactos negativos ambientales.

Se suma entonces, lo expuesto por Bureau (2008), refiriendo al conjunto de acciones tomadas en una organización para garantizar la protección, preservación del medio ambiente, basadas en una formación legal, personal, conjuntamente comunitaria, proyectada a velar por el disfrute del derecho y cumplimiento del deber como ciudadanos respecto al manejo integral del ecosistema, con el propósito de lograr un desarrollo sustentable, en este caso de las empresas que prestan servicio a la industria petrolera, sin destruir la capacidad del medio natural.

## **2.2. Principios de Gestión Medioambiental**

El Grupo Vértice (2010), establece que las actividades de gestión ambiental deben estar orientadas por principios, los cuales permitan alcanzar los objetivos de integración del desarrollo socioeconómico con la protección del medio ambiente. Estos principios, se derivan, a lo largo del tiempo de las políticas comunitarias en materia de medio ambiente, constituyéndose en los siguientes: prevención, precaución, cooperación, y contaminador, paga.

Pousa (2007), describe estos principios como la creciente preocupación social por el deterioro del medio ambiente, así como las exigencias legales y reglamentarias en dicha materia que están generando una creciente concienciación de la empresa respecto a la problemática medioambiental, originando la ejecución de sus actividades.

En este mismo orden de ideas, el Grupo Vértice (2011) dispone en la implementación de políticas medioambientales bien definidas, entendidas como la declaración acerca de sus intenciones, además del desarrollo de principios; como la prevención, en relación con su comportamiento ambiental general, que proporciona un marco para su actuación para el establecimiento de sus objetivos y metas medioambientales, en cuanto a la precaución de afectar al entorno ambiental.

Al comparar el criterio de los autores consultados, se encuentra al Grupo Vértice (2010) haciendo referencia a los principios de gestión medioambiental, como actividades orientadoras, los cuales permitan alcanzar los objetivos de integración del desarrollo socioeconómico con la protección del medio ambiente a través de normas preestablecidas; por su parte, Pousa (2007) expande ese concepto, al indicar que obedece a la creciente preocupación social por el deterioro del medio ambiente a través de políticas conservacionistas.

Por último, el Grupo Vértice (2011) complementa al señalar la existencia de principios de prevención como precaución de los daños ambientales. En general, el concepto de Pousa (2007) sobre los principios del medio ambiente han ido surgiendo de acuerdo a la afectación que ha vivido la comunidad desde el enfoque ambiental producto de las actividades desempeñadas por el sector industrial a corto, medio y largo plazo.

### **2.3. La Prevención**

La prevención esta conceptualizada por Pousa (2007), como una herramienta de gestión medioambiental destinada a controlar la contaminación con la aplicación de un plan regular para todas las cuestiones ambientales, porque es una manera de prevenir la contaminación de un medio a otro. El control ambiental debe estar integrado en todas las actividades de la comunidad local, logrando prever las situaciones peligrosas con antelación para evitar su evolución.

Por su parte, para los autores Moreno y Chaparro (2008), la prevención de la contaminación presenta ventajas significativas frente a las medidas correctivas, por ello debe anticiparse a la ocurrencia de daños ambientales o impactos negativos, tanto por sus efectos adversos, como la visión empresarial, siendo la toma de decisiones, adoptando para ello el concepto costo-beneficios. La inversión e innovación en tecnologías más limpias mejoran los costos de producción a largo plazo, porque resulta más costoso reparar un daño ambiental que la aplicación de buenas prácticas de prevención.

Al respecto, el Grupo Vértice (2010) describe el principio de la prevención como la cautela en las actuaciones medioambientales, dirigida a prevenir cualquier situación que pueda contaminar o alterar al entorno ambiental, con el propósito fundamental de no afectar a las comunidades cercanas a donde se lleven a cabo los procesos productivos o servicios de una empresa.

Haciendo el contraste con los aportes teóricos anteriormente explicados, el principio de prevención en el marco de la gestión medioambiental, según Pousa (2007) es una herramienta destinada a controlar la contaminación con la aplicación de un plan regular para todas las cuestiones ambientales; mientras, Moreno y Chaparro (2008), argumentan su posición al indicar que la contaminación presenta ventajas significativas frente a las medidas correctivas, porque debe anticiparse a la ocurrencia de daños ambientales o impactos negativos.

De igual forma, al comparar el concepto señalado por el Grupo Vértice (2010) respecto al presente punto, se observa a la prevención definida como la cautela

en las actuaciones medioambientales, las cuales deben estar dirigidas a prevenir cualquier situación que pueda contaminar o alterar al entorno ambiental.

Partiendo de los puntos de vista anteriores, se hace énfasis en Pousa (2007), para quien el principio de prevención se trata de un instrumento de carácter empresarial destinado a evitar impactos negativos en materia ambiental de las comunidades, logrando en ocasiones predecir tales efectos, tomando acciones destinadas a su puesta en marcha; garantizando el mantenimiento de un medio ambiente de seguridad, salubridad y productividad, a su vez se traduce en políticas financieras de ahorro a largo plazo.

## 2.4. Precaución

En opinión de Pousa (2007), cuando se tenga duda acerca de la consecuencia de una acción determinada, se debe proceder a actuar con precaución. Realizar una actividad con un impacto ambiental que desconocen, a la espera de una prueba científica final, puede provocar efectos nocivos, poco probables de contrarrestar.

Asimismo, la autora Lora (2011), conceptualiza el principio de precaución como aquel que se encuentra consagrado en el Derecho Interno e Internacional como un principio rector, proteccionista del medio ambiente, cuyo fin es orientar la conducta de todo agente a prevenir o evitar daños graves e irreversibles al medio ambiente; aun cuando los daños no se encuentren en etapa de consumación o amenaza sino en una etapa, si se quiere, previa a esta última y distinta, considerada como de riesgo o peligro de daño, sin certeza científica absoluta sobre su ocurrencia

En el mismo orden de ideas, el Grupo Vértice (2010) lo define como las políticas del medio ambiente, enfocadas en prevenir cualquier situación que pueda originar un daño en el ecosistema, actuando en el origen del problema, es decir, alterando las condiciones de la fuente emisora la cual pueda generar la contaminación de forma precavida, de esta manera se pueda minimizar o no se produzca ninguna consecuencia al entorno biológico.

Bajo las definiciones descritas, los autores coinciden en el principio de prevención como el orientado a evitar el daño ambiental a ser generado a través de la práctica de una actividad comercial o industrial; según Pousa (2007) cuando se tenga duda acerca de la consecuencia de una acción determinada se debe proceder con precaución; por su parte Lora (2011) amplía el concepto anterior indicando como obedece a un Derecho Interno e Internacional como un principio rector y proteccionista del medio ambiente, por último, el Grupo Vértice (2010) lo enfoca como las políticas del medio ambiente, esta enfocadas en prevenir cualquier situación que pueda originar daño en el ecosistema, actuando en el origen del problema.

Conocidas las posturas de estos autores, se toma como referencia a Pousa (2007), para quien el principio de precaución obedece a las nociones rectoras ambientales, perfiladas a prever los efectos e impactos ambientales negativos posibles de producir, en este caso por las empresas que prestan servicios a la industria petrolera; logrando alternar así actividades protectoras, acciones, omisiones, tecnologías u operaciones, las cuales puedan producir riesgos ambientales y de salud pública.

## 2.5. Cooperación

Según lo expuesto Pousa (2007), los problemas ambientales no se limitan a fronteras locales de carácter regional o nacional establecidas por los seres humanos. Por tal motivo, tanto las personas como organismos que se

encuentran afectados por los planes ambientales deben participar en la formación de educación y conciencia del cuidado del medio ambiente.

En este orden de ideas, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), en su capítulo IX referido a los Derechos Ambientales, reza textualmente lo siguiente:

Artículo 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica... Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Por su parte, el Grupo Vértice (2010) hace énfasis en la integración de la dimensión ambiental en el marco de las restantes acciones comunitarias orientadas a la conservación del ecosistema. Pretendiendo a través de esta definición que la cooperación ambiental sea incorporada en todas las políticas y programas empresariales, coadyuvando a hacer de la variable medioambiental un elemento transversal en todas las políticas de operacionalización del ramo industrial.

Se observa una similitud entre Pousa (2007) y el Grupo Vértice (2010), porque el principio de cooperación sobrepasa los límites de las organizaciones, estableciendo una relación de derecho - deber, tanto de las políticas internas de cada empresa, como de sus individuos, quienes deben dar estricto cumplimiento en pro de la conservación, además del cuidado del medio ambiente.

Sobre Pousa (2007) se enfatiza, porque el principio de cooperación ambiental abarca la corresponsabilidad existente desde el Estado de manera conjunta con el nivel, tanto empresarial como personal de cada individuo, respecto a la obtención del objetivo basado en la conservación, cuidado, mantenimiento, protección, salvaguarda del medio ambiente en las empresas, de manera particular, aquellas que prestan servicio a la industria petrolera.

## **2.6. Contaminador, Paga**

El responsable de la contaminación debe responder por los costos públicos que implica la reparación del daño, según Pousa (2007), esta medida debe ser acompañada de la mejora tanto de los procesos industriales como de los métodos de trabajo, con el fin de reducir el uso inadecuado de los residuos generados y la contaminación. Al mismo tiempo, la sociedad deberá cuestionarse la necesidad de consumir productos procedentes de una industria altamente contaminante.

Pasando a la posición del Grupo Vértice (2010), se describe el cumplimiento del principio del contaminador, paga, como el génesis para constituir una medida coercitiva, la cual busca que los agentes contaminadores paguen por el daño causado al medio ambiente o a terceros. Tal pretensión está soportada por normativas, las cuales velan por hacer responsables a quienes en el ejercicio de sus actividades causen daños al ambiente, debiendo ser una obligación hacerse cargo de la reparación de los problemas generados o de las medidas necesarias para prevenir los impactos medioambientales.

Sobre la base de estas definiciones, la Ley Orgánica Ambiental Venezolana de manera concreta en su Capítulo VI, artículo 24 refiere sobre los infractores de las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento ambiental, que serán sancionados con multas, medidas de seguridad o con penas privativas de la libertad, en los términos establecidos por las leyes aplicables. Distinguiendo de manera inequívoca las medidas coercitivas a tomarse en caso de daños ocasionados al ecosistema.

Los autores Pousa (2007) y Grupo Vértice (2010), parten de una manera similar con el postulado de la Ley Orgánica Ambiental de Venezuela, al conceptualizar el principio de contaminador, paga; siendo el causante de la contaminación quien debe responsabilizarse de los costos públicos que implica la reparación del daño, constituyendo una medida coercitiva la cual exige de los agentes contaminadores el pago por el daño ocasionado al medio ambiente o a terceros. Siendo cónsono el presente análisis con lo expuesto por Pousa (2007), por ser quien precisa la definición del mencionado principio.

De acuerdo con los autores señalados, se considera al principio del contaminador paga, como una acción coercitiva de la Nación sobre las industrias o ciudadanos quienes a través de sus actividades comerciales o personales menoscaban el equilibrio ambiental, desconociendo la toma de medidas para su preservación y control, estimulando con ello la garantía de un impacto ambiental favorable, sirviendo a la vez para proyectar la buena imagen de las empresas prestadoras de servicio a la industria petrolera.

### **3. Metodología**

La metodología a utilizar es descriptiva, partiendo de un diseño documental, definido por Arias (2016) como el proceso de búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. De acuerdo con Rodríguez (2007), la labor encomendada al ensayo es ofrecer inquietudes en el lector, dejarlo en la duda, haciéndolo partícipe para diferir o afirmar lo expuesto, por tanto no puede presentarse jamás como un texto abarcador.

Es así como se otorga libertad al autor, pues no tiene como requisitos algunas formalidades que sí tienen otros tipos de textos utilizados en el ámbito académicos, permitiendo incluir o no citas bibliográficas, artículos de periódicos, cualquier tipo de trabajo académico, así como ejemplos, propuestas, entre otros.

Por ello, se hace un análisis de las definiciones asociadas con los principios de la gestión medioambiental, en el marco de la cuarta revolución industrial, permitiendo una visión sobre los conceptos en el ámbito de las empresas prestadoras de servicio a la industria petrolera, permitiendo la comparación de los puntos términos desarrollados por los autores estudiados, logrando pronosticar ciertas acciones a través de las cuales puedan mejorarse el desempeño de las mencionadas empresas en la gestión medioambiental.

### **4. Resultados**

Sobre los principios de la gestión ambiental, el Grupo Vértice (2010), hace referencia a las actividades orientadoras, permitiendo alcanzar los objetivos de integración del desarrollo socioeconómico con la protección del medio ambiente a través de normas preestablecidas; mientras según Pousa (2007) lo descrito va más allá de lo expuesto por el Grupo Vértice, indicando la necesidad de atender a la creciente preocupación social por el deterioro del medio ambiente, aplicando políticas conservacionistas; más, el Grupo Vértice (2011), en una nueva edición,

logra complementar la idea sugiriendo la existencia de principios de prevención como precaución de los daños ambientales.

En consecuencia, los principios del medio ambiente van surgiendo en la medida como la comunidad se afecta, partiendo del enfoque ambiental producto de las actividades desempeñadas por el sector industrial a corto, medio y largo plazo, tomando como base las empresas prestadoras de servicio a la industria petrolera, garantizando un aporte al sistema ecológico, conservación, preservación para el bienestar de las comunidades acorde con las situación socioeconómica cercanas al desarrollo de los procesos industriales.

En cuanto al principio de la prevención, Se encontró que para Pousa (2007) es una herramienta empleada para controlar la contaminación, aplicando un plan regular para todas las cuestiones ambientales; por su parte, para Moreno y Chaparro (2008), la contaminación presenta ventajas significativas frente a las medidas correctivas, por ello es necesario anticiparse a la ocurrencia de daños ambientales o impactos negativos. Ahora bien, el Grupo Vértice (2010) hace referencia a la cautela en las actuaciones medioambientales, logrando prevenir cualquier situación que pueda contaminar o alterar al entorno ambiental.

En base a lo descrito, el principio de prevención es un instrumento de carácter empresarial, a través del cual se pueden evitar impactos negativos en materia ambiental de las comunidades, pronosticando los efectos, tomando acciones destinadas a su puesta en marcha; garantizando el mantenimiento de un medio ambiente de seguridad, salubridad y productividad, a su vez se traduce en políticas financieras de ahorro a largo plazo porque salvan a las empresas dedicadas a la prestación del servicio de la industria petrolera.

Entre los principios de gestión ambiental en las empresas que prestan servicio a la industria petrolera, se encuentran la precaución, prevención, cooperación, contaminador paga; por deberían ser cumplidos, atendiendo a las normativas medioambientales. Por ello, en el marco de la aproximación de la cuarta revolución industrial, los requerimientos de la gestión ambiental en las mencionadas empresas los recursos financieros, humanos y físicos, son necesarios para no solo internalizar, sino aplicar, además de velar por la gestión ambiental en el marco de sus actividades productivas.

Haciendo una revisión de lo expuesto por Pousa (2007), es necesario proceder con precaución, ante la duda acerca de la consecuencia de una acción determinada; mientras para Lora (2011) el mencionado principio obedece a un Derecho Interno e Internacional como un principio rector y proteccionista del medio ambiente; más el Grupo Vértice (2010) enfatiza en la idea de considerar las políticas del medio ambiente, dirigidas a prevenir cualquier situación que pueda originar daño en el ecosistema, actuando en el origen del problema. Basado en la consulta a los autores citados, el principio de prevención busca evitar el daño ambiental derivado de la práctica de una actividad comercial o industrial, en este caso por las empresas que prestan servicios a la industria petrolera; logrando alternar así actividades protectoras, acciones, omisiones, tecnologías u operaciones, las cuales puedan producir riesgos ambientales y de salud pública.

El principio de cooperación sobrepasa los límites de las organizaciones, y esto lo confirman tanto Pousa (2007) como el Grupo Vértice (2010), estableciendo además una relación de derecho - deber, basada en políticas empresariales internas, dando importancia al cumplimiento de las mismas por parte de los trabajadores, brindando el cuidado del medio ambiente. Por tanto, implica la corresponsabilidad existente desde el Estado de manera conjunta con el nivel, tanto empresarial como personal de cada individuo, respecto a la obtención de un objetivo común, como lo es el caso de la conservación, cuidado,

mantenimiento, protección, salvaguarda del medio ambiente en las empresas que prestan servicio a la industria petrolera.

El principio de contaminador, paga, según Pousa (2007) y Grupo Vértice (2010), asemeja con lo indicado por la Ley Orgánica Ambiental de Venezuela, enfatizando en que el causante de la contaminación debe responsabilizarse de los costos públicos, siendo la reparación del daño, una medida coercitiva, exigiendo de los agentes contaminadores el pago por el daño ocasionado al medio ambiente o a terceros.

## 5. Conclusiones

Es importante dentro de las organizaciones de servicio a la industria petrolera, orientar las actividades de generación y gestión ambiental, tomando en cuenta los principios que permitan alcanzar los objetivos de integración del desarrollo socioeconómico con la protección del medio ambiente. De lo anterior se desprende como los principios medio ambientales pasan a ser un nuevo factor estratégico, el cual debe ser tomando en consideración al momento de planificar actuaciones organizacionales a corto, medio y largo plazo, integrándolo en la gestión ambiental, porque permite garantizar un aporte mayor al sistema ecológico para el bienestar de las comunidades cercanas a los procesos industriales.

Basado en lo anterior, la gerencia de las de servicio a la industria petrolera, en el marco de una cuarta revolución industrial, debe promover, practicar, la presencia de los principios de gestión ambiental, aplicando programas, con actividades para sensibilizar, formar, motivar a sus grupos de interés en la prevención y precaución como base de la gestión, al mismo tiempo; también se propone incentivar la participación de todos los niveles de la empresa en la responsabilidad de la gestión ambiental, pues a través de ello se logra la concientización por parte de los miembros de las empresas como del entorno, encaminados hacia la optimización del ambiente.

Se requiere de las empresas que prestan servicio a la industria petrolera analizar, además de evaluar cada uno de los principios de gestión ambiental, logrando asentar las bases en cuanto a la protección del medio ambiente, evitando los daños causados debido a la norma explotación petrolera, en concordancia con lo establecido en las leyes y normativas, logrando la aplicación de los principios mencionados, a través de un compromiso por parte de la alta gerencia, así como de cada uno de los miembros de cada organización.

Por ende, el empleo de los principios de la gestión ambiental permitirán a la organización anticiparse a problemas asociados al tema, estableciendo el compromiso de todas las partes involucradas con respecto a la disminución de la contaminación, facilitando un registro de las actividades vinculadas al ambiente desarrolladas por la empresa, logrando así el surgimiento de la confianza por parte de los involucrados en la misión medioambiental de la organización, en particular las que prestan servicios a la industria petrolera.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Arias, F (2016). El proyecto de investigación. 7ma edición. Caracas. Editorial Episteme.
- Bureau, V (2008). Manual para la formación en medio ambiente. Colombia. Editorial Lex Nova, S.A.
- Cáceres, G (2008). La gerencia ambiental como metodología integradora para el conocimiento para la administración y gestión del ambiente. Revista arbitrada FERMENTUM. Año 18 N°51. Venezuela. (Pp 148-173)



- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) Recuperado de:  
<http://www.asambleanacional.gob.ve//storage/documentos/botones/constitucion-nacional-20191205135853.PDF>
- Grupo, V (2010). Gestión medioambiental. Conceptos Básicos. Editorial Vértice.
- Grupo, V (2011). Gestión medioambiental en empresas de limpieza. Editorial Vértice.
- Ley Orgánica Del Ambiente (2006). Año CXXXIV-Mes III. Caracas Recuperado de:  
<https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumentos/ley-organica-ambiente-ley-no-5833>
- Lora, M (2011). El Principio de precaución en la legislación ambiental colombiana. Recuperado de:  
[www.uninorte.edu.co/principioprecaucionambiental/c7e464c7-f69c-43e3-967](http://www.uninorte.edu.co/principioprecaucionambiental/c7e464c7-f69c-43e3-967)
- Machín, M (2007). Gestión empresarial, desafío y oportunidades desde la perspectiva de la gestión ambiental. Publicado en Revista Futuros No. 17, 2007 Vol. V. Recuperado de: <http://www.revistafuturos.info>
- Moreno, C y Chaparro, E (2008) Recursos naturales infraestructura. Editorial Cepal.
- Naciones Unidas (2020) Recuperado de <https://www.un.org/es/>
- Perasso, Y (2016). Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos).
- Pousa, L (2007). La Gestión Medioambiental: Un Objetivo Común. Editorial Ideas propias.
- Rodríguez, Y. (2007). El ensayo académico: algunos apuntes para su estudio. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, Año 8, No. 1.
- Ying, H (2010). Environmental Management within Projets. CCSE. International Journal of Bussines and Management. Volumen 5. N° 1. China.

**CIDETIU070**

**ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO  
SUSTENTABLE DE LOS LABORATORIOS CLÍNICOS**

**TECHNOLOGICAL INNOVATION STRATEGY FOR THE SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT OF CLINICAL LABORATORIES**

**Pérez, Karen**

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3197-4188>

[Karencrisel@gmail.com](mailto:Karencrisel@gmail.com)

Instituto Venezolano de los Seguros Sociales

**RESUMEN**

El presente estudio tuvo como objetivo principal analizar la estrategia de innovación tecnológica para el desarrollo sustentable de los laboratorios clínicos. De esta manera, considerando las doctrinas de Castro Alfaro, (2018), Cortés y Peña (2015), Fournier, et al. (2013), García, et al. (2012), entre otros. Se clasifica como un estudio de tipo descriptivo, con un diseño de campo, cuantitativo. La población estuvo conformada por 20 laboratorios clínicos ubicados en Acarigua Portuguesa, las unidades informantes la constituyeron 17 gerentes de laboratorios accediendo a los mismos por medio de un censo poblacional. La técnica aplicada fue la encuesta, el instrumento fue un cuestionario estructurado de diez preguntas dicotómicas, validado por cinco expertos en el área de mercadeo, la confiabilidad obtenida fue de 0.75. Posterior a la aplicación del instrumento, se plasmaron y analizaron los resultados de la investigación concluyendo así al analizar la estrategia de innovación tecnológica para el desarrollo sustentable de los laboratorios clínicos, los gerentes revelan debilidades tanto en la aplicación de estrategias de innovación tecnológica, como en las prácticas para el desarrollo sustentable dentro de la organización. Por ello, se recomienda a los gerentes de laboratorios clínicos aplicar en su sistema la innovación tecnológica como estrategia para generar ventajas competitivas en cuanto a rapidez de los resultados de laboratorios, minimizar los gastos operativos, de este modo asegurar la rentabilidad de la empresa y el desarrollo sustentable a largo plazo.

**Palabras clave:** Innovación, Tecnología, Desarrollo Sustentable, Laboratorios Clínicos

**ABSTRACT**

The main objective of this study was to analyze the technological innovation strategy for the sustainable development of clinical laboratories. In this way, considering the doctrines of Castro Alfaro, (2018), Cortés and Peña (2015), Fournier, et al. (2013), Garcia, et al. (2012), among others. It is classified as a descriptive study, with a quantitative field design. The population consisted of 20 clinical laboratories located in Acarigua Portuguesa, the reporting units were made up of 17 laboratory managers, accessing them by means of a population census. The applied technique was the survey, the instrument was a structured questionnaire of ten dichotomous questions, validated by five experts in the marketing area, and the reliability obtained was 0.75. After the application of the instrument, the results of the research were captured and analyzed, thus concluding when analyzing the technological innovation strategy for the sustainable development of clinical laboratories, the managers reveal weaknesses both in the application of technological innovation strategies, and in

practices for sustainable development within the organization. For this reason, clinical laboratory managers are recommended to apply technological innovation in their system as a strategy to generate competitive advantages in terms of speed of laboratory results, minimize operating expenses, thus ensuring the profitability of the company and the long-term sustainable development.

**Keywords:** Innovation, technology, sustainable development, clinical laboratories

## 1. Introducción

La crisis en el sistema de salud en Venezuela ha dado lugar a la adopción de un conjunto de procedimientos administrativos y técnicos orientados a reformar los servicios de salud, entre las medidas adoptadas está la implementación de estrategias de innovación tecnológica con el fin de mejorar la productividad, el financiamiento, así como el manejo de enfermedades infecciosas, lo cual resulta de gran utilidad debido a que en los servicios sanitarios los márgenes de rentabilidad resultan estrechos esto obliga a realizar estudios de mercado con el propósito de avanzar hacia niveles de competencia superiores enfocados en privilegiar la calidad y la seguridad de los usuarios.

La innovación se ha convertido en un argumento fundamental para el crecimiento y la prosperidad a nivel de desarrollo empresarial, asimismo, se reconoce como una fuente de vitalidad y ventaja competitiva para las organizaciones sanitarias. Ahora, se deben establecer metodologías y estrategias bien definidas para innovar. Debido a esto, la organización innovadora necesita aplicar tanto el conocimiento basado en la experiencia como el proveniente del raciocinio. Por lo cual, para que la organización pueda innovar, debe de valerse de la vital experiencia propia cuando se trata de tomar nuevos mercados o de potenciar el existente.

Por otra parte, los estudios realizados por Castro Alfaro (2018) sobre estrategias de sustentabilidad en Venezuela, destacan que los gerentes deben propiciar el desarrollo de las habilidades y destrezas empresariales, por ello, deben romper paradigmas y establecer estrategias innovadoras para fomentar el aprovechamiento de los avances tecnológicos, explorar nuevas formas de utilizar, generar y producir energía, basándose en el ecodesarrollo donde las organizaciones y empresas sean más productivas a largo plazo.

En este sentido, dentro de las empresas de salud se encuentran los laboratorios clínicos los cuales cuentan con personal calificado en el procesamiento de exámenes con el fin de brindar atención a los usuarios, sin embargo en ocasiones la necesidad de innovar tecnológicamente no es tomada en cuenta, siendo este el caso de los laboratorios de Acarigua Portuguesa, por lo tanto amerita un estudio que determine la influencia de las estrategias de innovación tecnológica en el desarrollo sustentable de los mismos.

Por consiguiente, este artículo tuvo como objetivo principal analizar la estrategia de innovación tecnológica en el desarrollo sustentable de los laboratorios clínicos, y a su vez cómo estas impactan en mayor o menor grado el desempeño y nivel de competitividad de dichas organizaciones.

## 2. Fundamentación Teórica

### 2.1. Innovación tecnológica

La innovación según Barrio, García y Solís (2011 p. 355) es la "Creación o modificación de un producto o proceso de manera práctica que sea útil para

obtener beneficios económicos al introducirla al mercado”. Para lograr innovación, se deben seguir una serie de etapas iniciando con la generación de nuevas ideas producto de la creatividad tanto individual como organizacional.

A su vez, para Garaventa, Cordero y Rapallini (2012 p. 51) “la innovación tecnológica es la actividad cuyo resultado es la puesta a disposición del mercado de nuevos productos, procesos o mejoras sustancialmente significativas de las ya existentes”. Las actividades de innovación son la incorporación de tecnologías materiales e inmateriales, el diseño, equipamiento industrial, lanzamiento, comercialización de nuevos productos y procesos.

Actualmente, las políticas mundiales en materia de ciencia han sumado importancia a la innovación tecnológica para la solución de problemas en el desarrollo de productos y procesos. En este sentido, Garaventa, Cordero y Rapallini (2012) refieren como la innovación tecnológica depende en gran medida del desarrollo tecnológico a través del uso de los conocimientos adquiridos para la producción de materiales, procesos o servicios nuevos.

Asimismo, estos autores señalan que la innovación en la tecnología dentro de las organizaciones es considerada como una necesidad singular para la competitividad, generando suficiencias las cuales permiten a la empresa un desarrollo de competencia. Es decir, en esta etapa las empresas obtienen los conocimientos generalmente confidenciales, para la creación de los prototipos o plantas pilotos eficaces, por lo cual realizan inversiones con el fin de producir en grandes series y vender al mercado nuevos productos o servicios.

## **2.2. Innovación tecnológica en salud**

En congruencia con el modelo lógico de la ciencia, la mayor parte de las innovaciones tecnológicas en el campo de la salud durante el siglo XIX y primera mitad del siglo XX afincan sus raíces en conocimientos previos, resultado de la investigación científica. Según lo referido por Sánchez, et al. (2017) los extraordinarios progresos de las últimas décadas se enmarcan en el modelo de innovación que parte del reconocimiento de problemas científicos y su abordaje a ciclo completo hasta su solución.

De este modo, en materia de innovación tecnológica, el aporte a la mejora del desempeño en las organizaciones de servicios de salud es evidente el progresivo impacto de la tecnología médica en el desarrollo, la calidad así como también en la seguridad de la atención hospitalaria. A nivel internacional, Giacometti-Rojas (2013) señala el debate sobre la regulación en materia de acceso, uso y calidad de la tecnología en el área de salud, especialmente de dispositivos médicos y en general de equipamiento en los sistemas de salud es reciente y ligada al advenimiento de la sociedad postindustrializada.

En este sentido, la industrialización trajo la modernización en conjunto con el avance tecnológico y la valorización de la ciencia como bagaje. En el área de la salud, para Lorenzetti, et al. (2012) estos avances se expresaron con la introducción de la tecnología en información, la aparición de dispositivos modernos sofisticados, los cuales traen beneficios así como también rapidez en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Esta moderna tecnología, creada por el hombre, al servicio del hombre, ha contribuido en gran escala a la solución de problemas antes insolubles revirtiendo en mejores condiciones de vida y salud para las personas.

De esta manera, según los señalamientos de Romero (2015, p. 5) “la innovación en salud supone la introducción de productos, procesos y técnicas que determinan un cambio en el manejo y conocimiento del individuo, bien con fines preventivos o de tratamiento”. Por ello, en los últimos años se ha producido

una auténtica revolución en la aplicación de nuevas técnicas para los diagnósticos clínicos la cual debe aprovecharse como motor de la innovación.

Del mismo modo, para Romero (2015) los avances tecnológicos suponen un reto en empresas sanitarias como los laboratorios clínicos, por ello la tecnología es una herramienta para la innovación, la cual debe ser aplicada no sólo en la mejora de la eficiencia diagnóstica sino también en los procesos del propio individuo, sano o enfermo. Dada la rápida renovación de las técnicas de laboratorio y la tecnología asociada, el cambio en los procesos es un reto mayor ya que perduran en el tiempo generando un mayor sentido innovador.

Así, la introducción de las nuevas tecnologías dentro de las empresas de laboratorios clínicos, en algunos casos trae consigo una mejora de los valores diagnósticos (sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos). Estas tecnologías suponen una menor duración de los procesos, por tanto inciden de forma positiva en la mejora del tiempo de respuesta, acercando el laboratorio al punto de decisión clínica en el manejo del paciente. En muchas ocasiones facilitan una consolidación y revitalización del propio laboratorio ya que suelen llevar pareja una automatización la cual permite asumir una mayor carga de trabajo y una mejor gestión de los procesos. Fournier, et al. (2013, p. 576). Asimismo, estos autores refieren:

“La incorporación de nuevas tecnologías puede suponer un aumento de los costos para el propio laboratorio, al menos a corto plazo por la inversión inicial y la desaparición de técnicas tradicionales y competencias específicas de algunas áreas de laboratorio como la microbiología. Un ejemplo claro es el cultivo de virus y patógenos intracelulares, relegados actualmente a laboratorios especializados, generalmente de referencia”.

Hoy en día, en los laboratorios de rutina, las técnicas de cultivo de virus han sido desplazadas por las moleculares. No obstante, para Fournier, et al. (2013) estas desventajas han quedado minimizadas en diversos análisis de costo-efectividad en términos de eficiencia y salud, con base en la rapidez con la cual ofrecen los resultados, lo que permite actuaciones precoces con la implantación de medidas terapéuticas las cuales mejoran significativamente el pronóstico del paciente.

En este sentido, para Rodríguez et al. (2012) la clave del éxito de la innovación tecnológica es aumentar la eficiencia en los laboratorios clínicos con la puesta en marcha de nuevos o mejorados servicios y nuevas formas organizativas, sumado al compromiso social de conseguir el perfeccionamiento tecnológico asegurando mejorar la calidad del servicio prestado.

### **2.3. Estrategia de innovación tecnológica**

Según los señalamientos de Jaimes, et al. (2011 p. 45) la estrategia de innovación tecnológica se define como “todas aquellas actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada tanto de forma externa como interna”, las cuales son clave para el cumplimiento de los objetivos; con el propósito de generar productos y/o servicios competitivos de calidad a partir del aprovechamiento de la capacidad tecnológica.

Por su parte, García, et al. (2012) hacen referencia a los continuos y sorprendentes avances técnicos del campo de la medicina y de otras ciencias afines abonan entre los profesionales de la salud una clara inclinación hacia la estrategia de innovación tecnológica, llegando a considerarla piedra angular del proceso productivo que conduce al servicio prestado.

Del mismo modo, los autores señalados anteriormente refieren que en el sector sanitario esta estrategia se enfoca en la innovación basada en la utilización de la tecnología como medio idóneo para ganar en calidad porque constituye un valor en sí misma y un valor fundamental para el cliente. Es decir, la competitividad en una empresa del sector salud radica en el uso y aprovechamiento de la tecnología con el propósito de generar servicios de calidad para el cliente, generando así ventajas competitivas frente a otras organizaciones promoviendo el desarrollo sustentable en la misma.

De este modo, la estrategia de innovación tecnológica es definida como el proceso de ejecución de decisiones, planes y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología lo cual comprende no sólo la investigación sino también el desarrollo de nuevos productos, asimismo su acción debe extenderse a todas las funciones o subsistemas de la empresa u organización en este caso laboratorios clínicos, para lo cual se debe buscar nuevas tecnologías como también equipos sofisticados que puedan aumentar la rentabilidad de los mismos.

## 2.4. Desarrollo Sustentable

Ahora bien, Gutiérrez, Hernández y Carrillo (2019, p. 12) señalan que el concepto de desarrollo sustentable “surge de la confluencia de dos líneas de pensamiento, por un lado, de la teoría del crecimiento económico y el desarrollo, y, por el otro, de la ecología, la conservación de los recursos naturales y el ambientalismo”. Continuando con estos autores, el desarrollo tecnológico sustentable, es aquel capaz de:

“Adecuar el sistema productivo a las leyes ecológicas a través de la innovación tecnológicas y el manejo de los recursos naturales, de manera de asegurar la integridad del entorno y del capital natural. Por otra parte, debe generar un crecimiento económico no vinculado exclusivamente al aumento del consumo material, con estímulos a la tecnología tomando en consideración las realidades sociales, ambientales y económicas”

Del mismo modo, Navarrete (2015, p.50) define el desarrollo sostenible, en el ámbito organizacional y en particular empresarial, como “la búsqueda de un desarrollo que sea viable, habitable y equitativo a largo plazo, teniendo en cuenta la rentabilidad de la empresa, su desarrollo social, incluyendo la protección y ordenación de los recursos naturales”.

En suma, los señalamientos de Castro (2018) refieren el desarrollo sustentable como una alternativa la cual procura la reconciliación entre el crecimiento económico, los recursos naturales y la sociedad a largo plazo, con el propósito final de que no se comprometa ni se degrade sustantivamente ni la vida en el planeta, ni la calidad de vida del ser humano.

Del mismo modo, para Castro (2018) la sustentabilidad promueve una nueva forma de cultura organizacional estableciendo una economía distinta, al reorientar los potenciales de la ciencia y la tecnología, así como también al construir una nueva cultura política basada en una ética de valores, creencias y sentimientos los cuales transforman los sentidos existenciales, la vida y la forma de habitar el planeta.

Por lo tanto, para Cortez y Peña (2015) la sustentabilidad genera valor en los negocios, a través de diversas dimensiones empresariales, en el contexto

de la transformación económica, salud, desarrollo humano, e innovación, la sustentabilidad se ha convertido en una capacidad que será importante en la generación y el crecimiento del valor a largo plazo. Para avanzar en el desarrollo sustentable se necesita estimular la innovación, la experimentación y la creatividad social.

Según los estudios documentales hechos por Gutiérrez et al. (2015) en las empresas de Venezuela no se ha tomado conciencia sobre la importancia de la investigación, la ciencia, la tecnología y la innovación, en las cuales está la clave del desarrollo económico sustentable de la nación, con un enfoque en el presente se habla de economía del conocimiento, puesto que los países con materias primas sólo podrán progresar si les ponen valor agregado o lo producen con tecnologías más eficientes o tecnologías sustentables, de otra manera, están condenados a quedarse más rezagados.

Asimismo, para conseguir un desarrollo que sea sostenible en el país se debe de concentrar esfuerzos en determinadas áreas prioritarias, como las empresas de salud, por lo tanto, según las doctrinas de Castro (2018) es imperativo un enorme impulso de la inversión en tecnologías sanitarias eficaces y con resultados demostrados. A su vez, esto debería traer un mayor desarrollo en el ámbito social, económico y medioambiental.

En base a lo expuesto anteriormente, el presente estudio tuvo como finalidad analizar la estrategia de innovación tecnológica en las empresas de laboratorios clínicos que les permitan agregar valor a sus servicios mejorar la rentabilidad de los mismos para así mantenerse sustentable en el mercado a lo largo del tiempo.

### 3. Metodología

El método utilizado en el presente estudio fue una investigación de tipo descriptiva, con un diseño de campo, por lo cual se obtuvo información directamente en el sitio de estudio, de tipo cuantitativa, que permitiera entrar en contacto con el objeto de estudio y así obtener la información referente a los laboratorios clínicos. Al respecto, Arias (2012) señala que la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Con relación a la población, estuvo conformada por 20 laboratorios clínicos ubicados en la ciudad de Acarigua estado Portuguesa según los reportes emitidos por el colegio de bioanalistas de esa entidad para el año 2020, asimismo las unidades informantes la constituyeron 17 gerentes de laboratorios tomando en cuenta que en algunos casos estos sujetos se encuentran encargados de dos empresas objeto de estudio, tal como se muestra en el cuadro nro. 1, del mismo modo, para acceder a la totalidad de las unidades informantes se empleó un censo poblacional.

**Cuadro Nro. 1** Distribución de las unidades informantes de los laboratorios clínicos privados de Acarigua estado Portuguesa

<b>Laboratorios Clínicos</b>	<b>Total de Gerentes</b>
Los Llanos	1
Loyda Balza de Morales Av. 5 de Diciembre	1
Loyda Balza de Morales C.C. Marú	
Clínica Santa María	1
Lcda. Elsa Soteldo	1
Dama Salesiana	1
Lcda. Josefa Morón	1
Prosalud C.C. Mediterráneo	1
Prosalud Av. Libertador	

Cenafer	1
Metropolitano	1
Rafael Rangel	1
Centro de Especialidades Médicas	1
Lcdo. Alexander Leal	1
Lcda. Rosa Serrano	1
Lcda. Norbella Ortiz	
Cardiolab	1
Atención Primaria en Salud	1
Los Cedros	1
Julia Belandria	1
<b>Total</b>	<b>17</b>

**Fuente:** Colegio de Bioanalistas del estado Portuguesa (2020)

Posteriormente, la información necesaria se obtuvo mediante la aplicación de la técnica de la encuesta cuyo instrumento fue un cuestionario estructurado diseñado por la investigadora de 10 preguntas dicotómicas previamente validado a través del juicio de cinco expertos en el área de mercadeo. Para calcular la confiabilidad del instrumento se aplicó una prueba piloto a 9 sujetos de empresas del mismo sector localizados en la ciudad de Araure Portuguesa, cuyo resultado fue 0,75 empleando para ello la fórmula de Spearman-Brown que según el baremo de interpretación se consideró un cuestionario confiable apto para su aplicación.

#### 4. Resultados

Posterior a la aplicación de la encuesta tipo cuestionario los resultados obtenidos para la variable innovación tecnológica asociada al desarrollo sustentable fueron los siguientes: 76% (13/17) de los gerentes encuestados indicaron el laboratorio no posee equipamiento avanzado de acuerdo a las últimas versiones ofrecidas en el mercado, mientras 24% (4/17) sí cuentan con equipos avanzados. En cuanto al manejo de la tecnología, 100% (17/17) de los encuestados consideraron que el personal del laboratorio sí maneja adecuadamente los equipos con tecnología disponible.

Seguidamente, 100% (17/17) de los encuestados indicaron el laboratorio no ofrece cursos al personal para contribuir con la capacitación tecnológica del mismo, igualmente 100% (17/17) manifestaron no tomar en cuenta la innovación como estrategia para vincularse a los usuarios del servicio. Sin embargo 100% (17/17) de los gerentes expresaron que el uso de equipos avanzados para el procesamiento de muestras sí disminuye considerablemente los gastos a largo plazo en lo referente al rendimiento de reactivos dentro del laboratorio clínico.

Asimismo, mediante la consulta a los gerentes sobre la influencia económica de la tecnología en el progreso de las prácticas de laboratorio obteniendo como respuesta que 100% (17/17) de los gerentes si consideraron la tecnología de los equipos de laboratorio como elemento clave para mantener una ventaja competitiva sostenible en lo referente a la entrega de resultados con rapidez frente a la competencia.

Del mismo modo, para el 100% (17/17) de los gerentes los equipos con alta capacidad tecnológica sí promueven el desarrollo sustentable de los laboratorios clínicos por medio de una reducción en los gastos de recursos humanos y materiales, igualmente 100% (17/17) sí consideraron que los equipos de laboratorio con alta tecnología producen resultados altamente confiables en términos de exactitud.



En cuanto a la categoría sobre involucramiento en prácticas de desarrollo sustentable, se preguntó si se concientiza y/o capacita a sus empleados en el uso adecuado del agua y/o el ahorro de energía, evidenciando que 100% (17/17) de los gerentes de laboratorios clínicos no lo tiene dentro de sus prácticas administrativas.

Finalmente, en lo referente a los aspectos concretamente ambientales se preguntó directamente si realiza separación de basura y desechos biológicos, obteniendo como resultado que sólo 24% (4/17) de los gerentes entrevistados lo realiza de manera sistemática mientras un 76% (13/17) no lo aplica en su empresa, resaltando de este modo como más de la mitad de las empresas no toman en cuenta estas prácticas básicas de sustentabilidad.

De tales resultados, se evidenció que una porción relevante de los laboratorios clínicos presenta debilidades en la aplicación de estrategias de innovación tecnológica, estos hallazgos difieren de los señalamientos de los autores García, et al. (2012) quienes indican como los avances tecnológicos del campo de la salud conllevan a los profesionales de la asistencia sanitaria a considerar la estrategia de innovación tecnológica piedra angular del proceso productivo lo cual conduce a mejoras en el servicio prestado, mejorando la rentabilidad de las empresas de salud.

Del mismo modo, en lo referente al desarrollo sustentable, los gerentes de laboratorios clínicos arrojaron resultados pocos alentadores, no es parte de sus objetivos, no invierten en su práctica, por lo cual la empresa, al no aprovecharla, no crece ni aprovecha las estrategias para su beneficio a largo plazo, evidenciando discrepancia con los señalamientos de los autores Cortez y Peña (2015) quienes indican que para avanzar en el desarrollo sustentable se necesita estimular la innovación, la experimentación y la creatividad social dentro de la organización.

## 5. Conclusiones

Con base en los resultados descritos anteriormente se concluye que la mayoría de los laboratorios clínicos objetos de estudio no cuentan con equipamiento avanzado de acuerdo a las últimas versiones ofrecidas en el mercado, sin embargo el personal del laboratorio sí maneja adecuadamente los equipos con tecnología disponibles en la organización.

Asimismo, se evidenció que los laboratorios clínicos en general no ofrecen cursos al personal para contribuir con la capacitación tecnológica del mismo, ni tampoco toman en cuenta la estrategia de innovación para vincularse a los usuarios del servicio. Sin embargo sus gerentes consideran como ventaja una disminución significativa de gastos en reactivos, recursos humanos y materiales mediante el uso de equipos avanzados tecnológicamente para el procesamiento de muestras.

De la misma manera, los gerentes encuestados afirman que la tecnología de los equipos de laboratorio sirve de clave para mantener una ventaja competitiva referente a la entrega de resultados con rapidez frente a la competencia. Así como también los equipos de laboratorio con alta tecnología producen resultados altamente confiables en términos de exactitud.

En lo referente a las prácticas básicas de desarrollo sustentable los gerentes de laboratorios no capacitan a sus empleados para el uso adecuado del agua y/o el ahorro de energía, ni tampoco realizan dentro de los laboratorios la separación de basura y desechos biológicos. Con base en estos hallazgos, se evidenció finalmente que los laboratorios clínicos en su mayoría no aplican las estrategias de innovación tecnológica ni promueven el desarrollo sustentable dentro de la organización.

## 6. Recomendaciones

Los laboratorios clínicos para mejorar la eficiencia en sus funciones, sobre todo en el área clínica, tanto el gerente como sus colaboradores deberán considerar la implementación de equipos automatizados con el fin de facilitar sus procesos internos obteniendo beneficios para la empresa incluyendo un elevado crecimiento.

La empresa de laboratorio clínico tiene oportunidades para atacar la ausencia de una cultura como barrera a la innovación, sobre todo cuando: (a) cuenta con tecnología incorporada mediante la compra de equipos y el apoyo de proveedores especialistas; (b) reconoce la participación del factor humano para lograr la calidad en el proceso y en el servicio prestado; (c) busca crecer en la selva de la competencia, ya que al margen del control de costos y gastos, está la lealtad del cliente

Se recomienda asimismo, brindar al personal de laboratorio cursos y talleres de perfeccionamiento profesional en el área tecnológica, manejo de desechos biológicos así como también en lo referente a prácticas del desarrollo sustentable. Al mismo tiempo los gerentes de laboratorios deben establecer alianzas estratégicas comerciales con proveedores de reactivos y equipos especializados para estar informados sobre las nuevas versiones de equipos automatizados disponibles en el mercado.

Es necesario para la empresa identificar de manera regular las variables y factores asociados a la tecnología tanto internos como externos que ayuden a la reducción de gastos, de tal manera se aplican las medidas necesarias en caso de posibles cambios, eventos y soluciones.

Del mismo modo, se sugiere a los gerentes de laboratorios examinar mensualmente los procesos, equipos y procedimientos de producción enfocados en la tecnología, además de llevar un control y elaborar informes donde se registre el comportamiento de cada indicador, lo cual traerá beneficios a la empresa si se realiza de la manera indicada.

Finalmente, para que la empresa obtenga ventaja competitiva ante las demás es necesario aplicar en su sistema la innovación tecnológica como estrategia para minimizar los gastos operativos y de este modo asegurar la rentabilidad de la organización y el desarrollo sostenible a largo plazo.

## 7. Referencias Bibliográficas

Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. (6ta edición) Fidas G. Arias Odón.

Barrio, D., García, S. y Solís, J. (2011). Modelo para la gestión de la innovación tecnológica en el sector inmobiliario. Revista ingeniería de construcción, 26(3), 353-368.

Castro Alfaro, A. (2018). Economía, salud, desarrollo humano e innovación en el desarrollo sustentable. Revista Conocimiento Global, 3(1), 1-9.

Cortés H. y Peña J. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. Revista Escuela de Administración de Negocios, (78),40-54.

Fournier, P., Drancourt, M., Colson, P., Rolain, J., La Scola, y Raoult, D. (2013) Microbiología clínica moderna: nuevos desafíos y soluciones. Revista Nat-Microbiol; 11: 574-585.

Garaventa, G., Cordero M. y Rapallini, J. (2012). Pautas para evaluación de la innovación tecnológica. Revista Ingenerare; 26: 51-55

García, V., Gallardo, N., Lago, S. y Castro, N. (2012). Gestión en servicios de salud, Marketing. Curso anual de auditoría médica. Hospital Alemán

Giacometti-Rojas, L. F. (2013). Innovación tecnológica y desarrollo de ventaja competitiva en la atención a la salud: enfoque conceptual y metodológico. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 12(25)

Gutiérrez, T., Hernández, J., y Carrillo, J. (2019). Desarrollo sustentable tecnológico: una aproximación teórica. *Revista Ambientellanía*, 2(2), 11-19

Jaimes, M., Ramírez, D., Vargas A. y Carrillo, G. (2011). Gestión tecnológica: conceptos y casos de aplicación. *Revista Gerencia Tecnología Información*, Vol. 10 (26) 43-54.

Lorenzetti, J., Trindade, L., Pires, D. y Ramos, F. (2012). Tecnología, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária. *Revista Texto & Contexto - Enfermagem*, 21(2), 432-439.

Navarrete, F. (2015). Las prácticas de desarrollo sustentable: un acercamiento descriptivo a las pequeñas empresas de Guadalajara, *México*. Cuadernos de Administración (Universidad del Valle), 31(53), 48-58.

Rodríguez, I, Carbajales, A., Fernández, N., Almeida Y. y Martínez A. (2012). Programa de evaluación externa de la calidad de los laboratorios clínicos en Camagüey. Documento en línea. [fecha de Consulta 29 de Julio de 2020]. Disponible en: <https://files.sld.cu/boletincnscs/files/2013/09/programa-de-evaluacion-externa-de-la-calidad.pdf>

Romero, J. (2015). Aplicabilidad de las nuevas técnicas de diagnóstico microbiológico; innovación tecnológica. *Revista Quimioterapia*, 28(1), 5-7.

Sánchez, A., Esponda, E., Rodríguez, A. y de Hoz, G. (2017). Impacto de la innovación tecnológica en el desarrollo de la salud cubana. *Revista de Información científica para la Dirección en Salud*. *Revista INFODIR*, (24), 41-53.

**CIDETIU072**

**GERENCIA DE LA INNOVACIÓN EN EL ESCENARIO DE LA CUARTA  
REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**

**INNOVATION MANAGEMENT IN THE SCENARIO OF THE FOURTH  
INDUSTRIAL REVOLUTION**

**González, Freddy**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1517-4076>

[freddygm3232@gmail.com](mailto:freddygm3232@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín

**Lugo, Nelson**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3169-7237>

[nelsonlugolg@gmail.com](mailto:nelsonlugolg@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín

Venezuela

Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales

**RESUMEN**

La investigación se planteó como propósito analizar la gerencia de la innovación en el escenario de la cuarta revolución industrial, bajo los postulados de los autores Varela (2014), Bayo, Bello y Díaz (2020), entre otros. En relación al marco metodológico, se relaciona con el diseño documental, recurriendo a la técnica de la revisión bibliográfica. Como reflexión final, en el marco de la cuarta revolución industrial se proyecta en las organizaciones desarrollar la gerencia de la innovación, se posiciona como una efectiva estrategia movilizadora de valor; la cual permite generar competencias distintivas en sus procesos medulares y secundarios; con diversas perspectivas en relación a su vinculación con el modelo para la toma de decisiones. Lo cual, permite la identificación de las bases de conocimiento para su aplicación e implementación en la administración de negocios, determinándose como la actividad innovadora vinculada a los modelos gerenciales, se contempla desde el recurso intelectual, con el fin de mejorar la forma por la cual se crean bienes/servicios en los modelos modernos de gerencia de las organizaciones la mentalidad de cambio así como la filosofía innovadora para la sostenibilidad en el tiempo. Razón por la cual, las se deben consideran la una equilibrada sincronización entre los elementos integrativos en la gerencia de la innovación; con la finalidad de desarrollar, afianzar para finalmente explotar el conjunto de elementos que permiten generar valor en los colaboradores, con ello se garantizan resultados exitosos. Es decir se debe planificar este equilibrio como estrategia para lograr la consolidación al éxito.

**Palabras clave:** Cuarta, Gerencia, Industrial, Innovación.

**ABSTRACT**

The purpose of the research was to analyze the management of innovation in the scenario of the fourth industrial revolution, under the postulates of the authors Varela (2014), Bayo, Bello and Díaz (2020), among others. In relation to the methodological framework, it is related to documentary design, resorting to the technique of bibliographic review. As a final reflection, within the framework of the fourth industrial revolution, organizations are projected to develop innovation management, it is positioned as an effective value mobilizing strategy; which allows to generate distinctive competences in its core and secondary processes; with diverse perspectives in relation to its link with the model for decision making.

Which allows the identification of the knowledge bases for their application and implementation in business administration, determining how the innovative activity linked to management models is contemplated from the intellectual resource, in order to improve the way in which goods / services are created in modern management models of organizations, the mentality of change as well as the innovative philosophy for sustainability over time. Reason for which, they should be considered the a balanced synchronization between the integrative elements in the innovation management; with the purpose of developing, consolidating and finally exploiting the set of elements that allow generating value in collaborators, thereby guaranteeing successful results. That is, this balance must be planned as a strategy to achieve consolidation to success.

**Keywords:** Fourth, Management, Innovation

## 1. Introducción

Gerenciar la innovación se considera una acción con fuerte impacto en el desarrollo de las organizaciones así como de la humanidad; lo cual se relaciona con el desarrollo así como evolución de la sociedad, independientemente de las dimensiones o contexto en el cual se estudie. Con su aplicación, se pueden optimizar los procesos, generando nuevos productos/servicios; lo cual se considera la base para plantear una óptima estructura, cuya finalidad es generar resultados orientados a la: productividad, efectividad y con ello rentabilidad.

El escenario actual, se caracteriza por el uso de la tecnología, razón por la cual gerenciar la innovación se determina como una necesidad constante; esto se ejecuta en un entorno competitivo con la aplicación de modelos/prácticas, en los cuales la cuarta revolución industrial exige cambios en los paradigmas al desarrollar productos o servicios; de modo que puedan mantener el ritmo de las expectativas.

En un entorno ampliamente competitivo, los líderes empresariales anuncian con entusiasmo sus planes de automatizar o transformar sus empresas, con la finalidad de adaptarse a la curva de expectativas, el verdadero desafío no es el desarrollo de soluciones, sino como estas generan innovación en los procesos. Por consiguiente, cualquier deseo de fomentar la innovación al identificar en que área y porque es necesario innovar.

Razón por la cual, el proceso relacionado con la gerencia innovación organizacional en el espacio de la cuarta revolución industrial se determina como un conjunto de transformaciones que se dan de manera acelerada; las cuales crean nuevos modelos/medios para producir y comerciar. En el entorno mundial, Alemania, la industria 4.0 se integra por organizaciones inteligentes, las cuales funcionan de manera automática con base a la conectividad a través de Internet, producto de esta nueva era de desarrollo industrial.

Según el estudio desarrollado por el Monitor Global del Emprendimiento (2019), en el desarrollo del Índice de Innovación Global del Innovación los primeros 5 puestos en la escala mundial lo ocupan: Suiza, Holanda, Suecia, Singapur y Estados Unidos. En estas economías, se desarrollan procesos desde diversos ámbitos para generar competitividad, satisfacer las demandas así como las exigencias del mercado, maximizando la calidad de vida; siendo necesario destacar que los 4 primeros lugares el desarrollo de la innovación se relaciona en forma directa con la contribución al medio ambiente.

El planteamiento anterior, permite visualizar una fuerte tendencia con marcada relación entre el grado de libertad del capital humano en el ejercicio de sus funciones en las organizaciones y su actuación al desarrollar nuevas ideas e innovar en el sector donde se operan para producir resultados positivos ante los objetivos planteados.

En este sentido, con la finalidad de medir la importancia de la gerencia de la innovación en las economías mundiales, el Banco Mundial, presenta anualmente estadísticas en función al impacto que esta genera en las economías desarrolladas; lo cual se determina como un elemento clave para desarrollar la medición del conocimiento al generar valor a las diferentes actividades dentro de una economía; en función al apoyo del sector privado/público; donde se manifiesta la importancia al invertir en investigación y desarrollo conocida como (i+d), para generar nuevas tecnologías; fomentar la cooperación así como la colaboración empresarial ante las exigencias del entorno.

A partir de lo anteriormente expuesto, con base al propósito orientado a analizar la gerencia de la innovación en la cuarta revolución industrial; los antecedentes se orientan a fomentar su aplicación para generar beneficios orientados a aportar al entorno organizacional el cambio en sus procesos, modelos, sistemas. Con base a lo innovativo aplicando procesos que conlleven su efectiva gestión.

Es decir, gerenciar la innovación conlleva a ejecutar procesos con sus respectivos indicadores; en los cuales las organizaciones puedan monitorear cómo se desarrollan las acciones, con estrategias para desarrollar procesos con base a la innovación y automatización que propone la cuarta revolución industrial. Producto de estas gestiones de cambio, se evidencian antecedentes en empresas tales como Toyota, Ford Motors, Grupo Polar y Grupo Éxito, entre otras. Las cuales han aplicado cambios significativos fomentando la innovación para garantizar la continuidad en el mercado, logrando la expansión así como el crecimiento.

Producto de la revisión documental, se determina la vigencia en los planteamientos expuestos por Varela (2014), para quien gerenciar la innovación consiste en procesos conscientes donde se desarrolla la transformación de ideas para generar valor; en este sentido la dirección estratégica se determina como fomentar el compromiso con el cual los líderes buscan en sus colaboradores generar nuevos modelos, y con ellos la participación efectiva de todos los equipos involucrados al innovar.

Razón por la cual, al gerenciar la innovación se promueven ventajas en el mercado sobre los competidores al ofrecer productos o servicios diferenciadores. Su efectiva gestión propicia gestar ideas que coadyuven a la empresa a marcar la singularidad frente a implementar nuevos procesos de la empresa en un entorno globalizado con necesidad de generar respuestas a las transformaciones organizacionales.

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Gerencia de la Innovación**

Los autores Alcántara, García y Sánchez (2018), en el actual proceso de globalización las economías más poderosas han logrado fortalecer para administrar su capacidad de innovación, es decir, generar conocimientos para llevarlos exitosamente al mercado. Para los autores gerenciar la innovación incrementa la competitividad: razón por la cual se requieren conocimientos/destrezas; pues no solo es hacer algo nuevo, se debe materializar y comercializarlo exitosamente, lo que involucra no sólo innovación tecnológica, sino también cambios organizacionales, gerenciales así como comerciales. Es un proceso gerencial ejecutado en forma continua.

En este sentido para Falconi (2015), gerenciar la innovación es un proceso sistémico y estructurado para buscar una posición competitiva en el mercado, es una labor importante en todas las organizaciones (públicas como privadas); donde la investigación más desarrollo (I+D) debe proponer retos innovadores; siendo el primer eslabón de la cadena fomentar la cultura innovativa, para

generar la implementación de una estructura para formular proyectos basada en las ideas creadas, debatidas y priorizadas por los equipos, que permitan materializar los proyectos para ejecutarlos en el corto, mediano o largo plazo.

Para Varela (2014), se relaciona con la realización de nuevas combinaciones basadas en las recombinaciones de elementos materiales y cognitivos que anteriormente existían. En su desarrollo, se debe recurrir a la implementación de ideas para generar valor así como crecimiento para las empresas; es decir constituye un importante elemento dentro del quehacer de las organizaciones; al ser una fuente de generación de valor en el contexto empresarial.

Al ejecutar la gerencia de la innovación, se da inicio a la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), proceso, nuevo método de comercialización o un nuevo método organizativo, en las prácticas internas, la organización del trabajo o las relaciones exteriores.

Su centro es la aplicación de ideas generadoras de valor ejecutadas exitosamente en el entorno de las organizaciones. Su desarrollo se cimienta para introducir, optimizar o sustituir aspectos relacionados con la organización; lo que se produce, los procesos ejecutados y la relación con las redes de organizaciones externas.

Con el desarrollo de la gerencia de la innovación, las organizaciones crecen, se vuelven más rentables, son más eficientes así como sostenibles. Su importancia es tanto práctica como funcional, incorporada en el trabajo de las organizaciones permite optimizar el trabajo en departamentos como el de investigación y desarrollo (I+D), ingeniería, diseño, entre otros. El reto más importante para la gerencia en este nuevo siglo es la innovación, que siempre fue importante pero ahora se considera determinante.

En un mundo interconectado, la velocidad con la cual se generan y transforman las ideas hace que las innovaciones recientes sean pronto superadas; razón por la cual se debe gerenciar para mantenerse actualizado. También se están globalizando las expectativas de los clientes; donde tanto el éxito como la sobrevivencia en esta nueva realidad, las empresas necesitan no solo buenas ideas; es decir la capacidad de ejecutarlas con excelencia.

Desarrollar una capacidad sostenible de innovación continua, se visualiza como un proceso liderado al más alto nivel de la empresa. Sin el involucramiento completo y el compromiso total de los líderes de la organización no hay posibilidad de que la empresa adquiera la capacidad de innovar con el ritmo demandante.

La manera de competir y hacer negocios es otra, con base a la gerencia de la innovación, las organizaciones experimentan una serie de fuerzas de cambio tales como: redimensionamiento, fusiones, alianzas estratégicas, competencia, tecnología de la información, entre otros. Clientes cada vez más exigentes, lo que se traduce en la necesidad tanto de nuevos procesos como productos, lo cual se relaciona con gerenciar la innovación.

En el mismo orden de ideas, Arbonier (2013), señala que al ejercer la gerencia de la innovación; se ejecuta un proceso consciente de transformación de ideas para la creación de valor; lo cual inicia en la concepción común de los individuos encargados de la dirección estratégica de la empresa u organización interesada en mantener e incrementar su participación en un mercado específico.

Para el autor, las organizaciones están inmersas en una fuerte competencia en los mercados; lo cual ha generado realizar grandes esfuerzos para la generación de valor, reducción de los costos para crear ventajas competitivas. De allí que las compañías se esmeren por crear nuevas formas de desarrollo empresarial.

Precisamente, el reto más importante del proceso de gerenciar la innovación es comprender la importancia de mirar más allá del éxito relativo que tienen el

producto o servicio a lo largo del tiempo, y se conciba en su lugar un modelo dinámico de cambio; el cual va de acuerdo con las nuevas expectativas o exigencias de los consumidores.

Razón por la cual, la creación de valor, es un concepto general que no sólo está relacionada con aspectos tecnológicos, aun cuando van muy de la mano; se complementa la idea, abarcando otros escenarios dentro de la organización como aquellos relacionados con la estrategia de mercadeo, modelo de gerencia, práctica de negocios y los departamentos de quienes depende la manera de cómo la empresa se relaciona con los demás agentes del entorno.

Señala Ordoñez (2011), que para gerenciar la innovación se requiere de la adopción de una idea o conducta nueva en la industria, mercado o ambiente en general de la organización; se traduce en el acogimiento de ideas o comportamientos novedosos en las empresas, el cual posibilita dentro de su ambiente, desarrollo o gestación de ideas dentro de la organización que modifican el entorno organizacional de los trabajadores en lo que se refiere a la forma de trabajo de los empleados, el impacto en su cultura organizacional y además la agilización de los procesos que denotan una ventaja positiva en el cumplimiento de tiempos así como la contribución a la eficiencia y la eficacia de la organización.

Es decir, los procesos de innovación organizacional se tornan importantes siempre y cuando la gestión de este se ancle con la estrategia empresarial, si esta no se encuentra anclada se tornará difícil el manejo de este tipo de modelo, así mismo el conjunto de cambios que reúne, intenta agrupar actividades que anteriormente se encontraban aisladas y que en dicho punto de la gestión de los procesos organizativos podrían pasar desapercibidas o encontrarse no alineadas conforme a la gestión del cambio en un periodo.

En las organizaciones, hoy en día gerenciar la innovación forma una parte crucial para la obtención de ventajas en el mercado sobre los competidores, es aquella forma de interactuar de manera distinta en el mercado con el fin de ofrecer productos o servicios diferenciadores y en el caso descrito hasta capacidades diferentes en el recurso humano de la empresa, por medio de la gestión de ambientes propicio para la gestación de ideas por parte de los empleados que coadyuven a la empresa no solo a ofrecer bienes o servicios innovadores sino a marcar una singularidad en el mercado donde la competencia queda irrelevante frente a la implementación de nuevos procesos de la empresa.

Los cambios demográficos, asociados a las modificaciones de variables tales como cambios de tamaño, grupos de edad, composición, trabajo, nivel de educación y de ingresos, los cuales de manera individual pueden comportarse como facilitadores de la actividad creativa y desencadenar un nuevo proceso de innovación.

El factor incongruencia es otra fuente interna de innovación y está relacionada con no tratar de comprender las causas del no funcionamiento ideal de un procedimiento, producto u evento, sino más bien intenta convertir esa incongruencia en una oportunidad, finalmente, la necesidad del proceso es un factor resaltante al aprovechar las eventualidades fortuitas de lo inesperado e incongruente, apearse a la línea trazada de trabajo.

Ante los planteamientos formulados por los diversos autores, gerenciar la innovación se proyecta en la creación de condiciones previas para promover la creatividad, incluido el compromiso estratégico en la gestión del contexto. Es un proceso para fomentar la aplicación del conocimiento, en este sentido la alta dirección tiene un papel importante para garantizar el éxito en los programas para innovar. Con base el planteamiento de Varela (2014), el rol de la administración al gerenciar la innovación es articular, comunicar objetivos claros, fomentar para apoyar la innovación (comunicación abierta, compartir



conocimientos y generar confianza. Con ella, se introduce un nuevo o mejorado bien/servicio, nuevo método para la comercialización o proceso organizativo.

En las organizaciones, en la actual coyuntura económica, financiera, social, política; se debe fomentar el equilibrio empresa/dirección en los recursos humanos y capital para crear efectivamente nuevos conocimientos, generar ideas técnicas para productos nuevos y mejorados, procesos de fabricación/servicios, desarrollar esas ideas para que funcionen. La captura de valor en la innovación es un problema complejo para los gerentes de la innovación.

## **2.2. Modelos en la Gerencia de la Innovación**

Iniciando con el planteamiento de Bayo, Bello y Díaz (2020), quienes plantean la necesidad de aplicar procesos efectivos de innovación; con base a la amplia diversificación de comportamientos orientados a explicar cómo se ejecuta su dinámica con base a las interacciones en su interior. Razón por la cual, se desarrollan modelos, lo cuales no deben ser rígidos; todo lo contrario, se cimentan en la flexibilidad dependiendo del tipo de sistema que se intervenga al ofrecer lecciones genéricas para su adaptación o ajuste a las necesidades propias de cada organismo.

Para gerenciar los procesos de cambio e innovación en las organizaciones, se necesita una adecuada gestión estratégica del modelo de gerencia, por lo cual requiere de dos elementos clave: un gerente con un estilo gerencial influyente y un equipo colaborador motivado; ambos frentes deben introyectar la idea de contribuir a dinamizar los procesos de la organización, en pro de generar el desarrollo de beneficios que permitan el bienestar a la organización, como de sus diferentes actores o grupos involucrados en su actividad económica. El talento humano se considera un elemento medular en los procesos de cambio al gerenciar la innovación.

Señala Varela (2014), que la definición de un sistema organizacional demanda fomentar diferentes perspectivas (administrativa, económica, humana) por cuanto respectivamente alude al desarrollo decisorio con base al uso/rendimiento en los recursos y el apoyo requerido por las personas; allí emerge la actividad científica en proyectos o estudios encaminados a determinar la dinámica por la cual se generan diferentes modelos de gestión, adaptables según la estructura organizacional en los componentes desde su tecnoestructura.

En el mismo orden de ideas, para López y Bermejo (2014), la motivación así como el comportamiento humano en las organizaciones es la base en la aplicación de modelos para gerenciar la innovación; pues se posiciona como un pilar al fomentar equidad en los sistemas, estandarización en los procesos y la administración efectiva en el uso de recursos; posicionándose como el elemento clave para generar/movilizar la propuesta de valor.

Criterio similar plantea Medellín (2013), para quien la motivación es una dualidad equilibrada entre los aspectos tácitos y explícitos de cualquier organización, una cultura motivada en la gestión organizacional, se distingue como estandarte permitiendo enfocarse en los colaboradores cuya actitud no genera motivación en la organización, el autor propone los siguientes modelos para el desarrollo de la gerencia de la innovación:

1. Modelo lineal: caracterizado por la dependencia de una innovación básica o poco relativa; con carencia en la retroalimentación efectiva entre sus componentes, con un comportamiento consecuente poco realista entre sus elementos. Se aplica cuando la tecnología está basada en el desarrollo interno en una fuerte capacidad de recursos.

2. Modelo interactivo: captura la interacción así como la retroalimentación de información existente entre sus elementos. Una de las características más importantes de este modelo es no limitar su operatividad a la dependencia de alguno de sus elementos. Este modelo demuestra que la ciencia no solamente está ceñida a crear, sino también a transformar. Por lo general, es más flexible, aplicable a cualquier tipo de empresa, porque se puede ajustar a sus procesos productivos.

3. Modelo de innovación organizacional: se traduce en el acogimiento de ideas o comportamientos novedosos en las empresas, el cual posibilita dentro de su ambiente, el desarrollo o gestación de ideas que modifican el entorno, asociado a la forma de trabajo de los empleados, el impacto en su cultura organizacional, además de agilizar los procesos en el cumplimiento de tiempos así como la contribución a la eficiencia y la eficacia de la organización.

En opinión de Sastre (2014), las organizaciones requieren emprender con líderes en sus procesos, es importante proveer las herramientas necesarias para crear e implementar modelos gerenciales exitosos en virtud a las capacidades y talentos individuales; ante esta idea se afirma que los resultados organizacionales en función a la cultura, servicio, innovaciones, entre otras, son la consecuencia del modelo gerencial en los directivos y el potencial de gestión desarrollado con este en los niveles que la conforman.

Culminados los planteamientos formulados por los autores, los modelos en la gerencia de la innovación, se asocian con la intervención del factor motivacional; pues gerenciar representa un elemento trascendental en la organización, determinante para los procesos de cambio. En este sentido Bayo et al. (2020), señalan la efectividad conducente al aplicar procesos efectivos relacionados con la innovación; pues se basa en la diversificación en los comportamientos para explicar cómo se ejecuta su dinámica de los modelos cimentados en la flexibilidad.

Dentro del moderno entorno organizacional, aplicar modelos para gerenciar la innovación se constituye en un factor influyente en la conducta humana, pues estos elementos confluyen en el liderazgo al interior de la organización, cuyo estilo gerencial debe estar distinguido por ser empoderador, asertivo para la transformación. Teniendo en cuenta algunas claves referentes a la gestión en organizaciones, dependiendo del tipo de sistema que se intervenga al ofrecer lecciones genéricas para su adaptación o ajuste a las necesidades propias de cada organismo.

### **2.3. Cuarta Revolución Industrial**

Iniciando con Vera (2019), los avances en la revolución industrial, la permiten visualizar como una combinación de factores, los cuales conllevan a la conversión de lo físico a digital; lo cual favorece la presentación de información comprensible para los usuarios organizacionales, promoviendo la colaboración reforzada en la automatización. La industria 4.0, se fundamenta en rapidez determinada al proporcionar resultados; causando impacto en la sociedad, economía y política; proporcionando información casi instantánea para la tomar decisiones en forma rápida/eficiente.

Criterio similar plantean Basco, Beliz y Coatz (2018), la resumen como la introducción de las nuevas tecnologías digitales en la cadena de producción; ello implica un cambio en la manera de trabajar. Su implantación proporciona procesos más flexibles para reaccionar más rápidamente a la demanda. Su centro de interés es ayudar a las entidades a adaptarse a la tecnología actual, es decir a trabajar como una organización inteligente. La industria 4.0 llega para satisfacer al cliente; para transformar el modelo de negocio, proponiendo tres

clave, las cuales son: incrementar la producción, disminuir los costos así como el tiempo de respuesta.

Para Banda (2014), el concepto de industria 4.0, surge en Alemania en 2011, para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología; caracterizada por: automatización, digitalización de los procesos, uso de las tecnologías de la electrónica, información en la manufactura. Igualmente, por la personalización de la producción, la prestación de servicios y la creación de negocios de valor agregado. Aunado a las capacidades de interacción e intercambio de información entre humanos/máquinas.

Continuando con el planteamiento de Banda (2014), la industria 4.0 está sustentada en el desarrollo de sistemas, las cuales al trabajar de forma conjunta, están generando cambios trascendentales no sólo en la industria de la manufactura sino también en el comportamiento del consumidor en la manera de hacer negocios. Y, al mismo tiempo, favorecen la construcción de capacidades que permiten a las empresas adaptarse a los cambios del mercado, es decir puede incrementar la competitividad, pero requiere de un conjunto diferente de conocimientos/destrezas a los utilizados en el día a día de la gerencia del negocio. Su desarrollo, involucra tecnología, con base a los siguientes parámetros:

1. Procesamiento de señales: consiste en el monitoreo del entorno cambiante, detectar las innovaciones potenciales, y producir el cambio de la sobrevivencia. Procesarlas, se concibe como desarrollar una capacidad de cambio para mejorar.
2. Estrategia: es la evaluación de dónde se está ahora? hacia dónde se desea ir? cómo llegar?, la acción de innovar establece cómo usar los conocimientos para desarrollar nuevos; generando valor así como ventajas competitivas.
3. Dotación de Recursos: asignarlos y hacer uso efectivo de los mismos. El plan maestro también indica cuáles serán aquellos recursos asignados al proceso de cambio. Lo importante es fomentar el compromiso así como el apoyo de la alta gerencia hacia el cambio. Es importante, la diferenciación de las empresas exitosas hacer el uso más eficiente de estos recursos lograr desarrollar nuevas o mejores ventajas competitivas.
4. Implementación: desarrollar esquemas o estructuras, involucra actividades de planificación de proyectos, configuración de la tecnología y la organización. Aquí es donde se hace el verdadero trabajo pesado del cambio. Es aquí donde se debe gerenciar los aspectos críticos del cambio. El monitoreo se debe ejecutar sobre la marcha, fomentando el uso de indicadores para evaluar el desempeño con respecto a las iniciativas de cambio.
5. Aprendizaje y re-innovación: cuál será la próxima jugada? Aquí se debe evaluar si se ha tenido éxito o no, se está logrando el estado futuro planificado? Se desarrollan las acciones tan bien o mejor de lo esperado? Aquí se debe aprender de la experiencia: tanto de los éxitos como de los fracasos. Es tiempo de aprender, pero también de desaprender de aquellas cosas que se han desarrollado en forma equivocada, reaprender nuevos horizontes, nuevas visiones para poder entender hacia dónde se va, cuál es el cambio.

Mientras que para Vera (2019), la denomina revolución 4.0, o industria conectada 4.0; su desarrollo se concibe como una nueva era, al cual tiene su origen a finales del 2011; su centro de interés es lograr el éxito del salto tanto en lo cuantitativo como cualitativo en la organización para la gestión de la cadena de valor en las organizaciones; donde se apuesta al logro de la automatización,

conectividad así como la globalización. Es decir, con los avances tecnológicos; los que permiten optimizar: procesos, supervisión e integración con otros elementos y sistemas empresariales.

La Secretaría de Economía de México (2016), establece que la industria 4.0 representa un enfoque a la innovación de nuevos productos y procesos, a través de fábricas inteligentes, totalmente integradas en redes de trabajo (a lo largo de la cadena de valor) lo cual propicia nuevas formas de colaboración e infraestructuras sociales. No obstante, se encuentra todavía en proceso de desarrollo, sus bondades permiten anticipar grandes cambios, ya que se le asocia con la digitalización de los sistemas de información así como de producción para las actividades de gestión; los sistemas de automatización en las líneas de producción; con el intercambio de información para el monitoreo o control de los procesos para la toma de decisiones en tiempo real por mencionar algunos.

Planteadas las definiciones, se establece que los avances en la revolución industrial, la permiten visualizar como una combinación de factores, los cuales conllevan a la conversión de lo físico a digital; lo cual favorece la presentación de información comprensible para los usuarios organizacionales, promoviendo la colaboración reforzada en la automatización. Siendo Banda (2014), quien determina que ante la alta velocidad en los cambios, se debe desarrollar la innovación altamente competitiva que agregue valor, para: adquirir, acumular, mejorar y usar tecnología. Fomentando habilidades para gerenciar el proceso del cambio; es decir, ver la innovación como un proceso gerencial, donde al planificar el cambio, se fija la estrategia.

En la era actual y con base al entorno organizacional, ejecutar la industria 4.0 o cuarta revolución industrial se debe fundamentar en la rapidez determinada al proporcionar resultados; causando impacto en la sociedad, economía y política; proporcionando información casi instantánea para la tomar decisiones en forma rápida/eficiente.

### **3. Metodología**

El estudio se desarrolló, siguiendo la metodología formal asociada con una investigación con diseño documental, para Palella y Martins (2017), consiste en recopilar información en diversas fuentes; indagando en documentos escritos o testimoniales. En el mismo orden de ideas, para Arias (2016), “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, por otros investigadores; como en toda investigación, su propósito es el aporte de nuevos conocimientos” (p.27)

Para dar cumplimiento al propósito planteado, la técnica para recolectar datos se fundamentó en el análisis documental, basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios; es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de esta técnica es el aporte de nuevos conocimientos.

En el desarrollo de la investigación documental, el análisis de la información recopilada tiene como finalidad la captación, evaluación, selección y síntesis de los elementos subyacentes en el contenido de los documentos; a partir del análisis de sus significados, a la luz de un problema determinado. De esta manera, contribuye a la toma de decisiones, así como al cambio en el curso de las acciones o estrategias de investigación; siendo el instrumento por excelencia de la gestión de la información recopilada.

#### 4. Consideraciones Finales

La revisión documental ejecutada, permite generar una aproximación al desarrollo de la gerencia de la innovación en el escenario de la cuarta revolución industrial; lo cual formula la visión de cómo en las organizaciones se implementa el proceso de dirección estratégica, al considerar nuevos conocimientos en el presentar productos o servicios. Todo esto, mediante esquemas o modelos, cuya implementación requiere del uso de tecnología.

Los resultados de gerenciar la innovación pueden ser incrementales o radicales. Así como estar incorporados en modificaciones de productos, procesos o servicios existentes o complementarios. Los gerentes de innovación, deben prever los resultados esperados cuando implantan los procesos tecnológicos. La lógica de aprovechar la Innovación la innovación en el escenario de la cuarta revolución industrial, se considera de orden beneficioso para lograr el éxito empresarial.

Donde, para los gerentes propiciar el uso de la tecnología en los procesos organizacionales, promueve los pilares para una gestión exitosa de la innovación la cual puede ser medida a través de metodologías, para identificar oportunidades estratégicas válidas, comprender las necesidades de los clientes e influir en otros.

Asimismo, tener un conocimiento más claro sobre cuáles son las tecnologías asociadas a las transformaciones, implicaciones, beneficios y desafíos esperados producto de ellas. Dada la importancia que esta disrupción tecnológica en la formación de capital humano así como en los nuevos modelos de negocio, tanto la información como el conocimiento sobre los avances de las mismas, son elementos clave para sentar las bases de conocimiento al generar un soporte orientado a sensibilizar a los empresarios sobre la importancia de transitar hacia la industria 4.0; siendo está el medio a través del cual se puede impulsar la productividad/competitividad de las organizaciones.

Donde, las implicaciones de la gerencia al desarrollar la innovación en el escenario de la cuarta revolución industrial, acorta el ciclo de introducción de nuevos productos, al reducir los costos, optimizando los procesos productivos totalmente integrados, con máquinas capaces de autoadministrarse y mantenerse; para proveer información que será posible acceder globalmente en tiempo real, a través del internet u diversos dispositivos móviles, facilitando con ello la creación de redes de cooperación/colaboración; para una mejor toma de decisiones.

Sin embargo, un aspecto importante a considerar, es que para lograr esto se requiere en primer lugar, no sólo del establecimiento de iniciativas; con la participación de las instituciones para difundir su conocimiento y capacitar el recurso humano con las competencias requeridas al implantar las nuevas tecnologías.

#### 5. Referencias Bibliográficas

- Alcántara, M. García, M. y Sánchez F. (2018). Simposios innovadores: Memoria del 56º Congreso Internacional de Americanistas. España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Arbonies, A. (2013). La disciplina de la innovación: rutinas creativas. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Arias, F. (2016). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Venezuela: Editorial Espíteme
- Banda, R. (2014). Impacto de la manufactura inteligente en la industria y la academia. Cuartas Jornadas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Américas. Cordicyt Ecuador, Quito.

- Basco, A., Beliz, G. y Coatz D. (2018). Industria 4.0: fabricando el futuro. 2da. Edición. Argentina. Ediciones Universidad Industrial de Argentina.
- Bayo, A., Bello, A. y Díaz J. (2020). El reto de la innovación en las empresas. Uruguay: Ediciones Granica.
- Falconi, V. (2015). Gerenciamiento por las Directrices. Brasil: Ediciones Schafell Editorial
- Medellín, E. (2013). Construir la Innovación. México: Ediciones FESE SIGLO XXI Editores.
- Monitor Global del Emprendimiento (2019). Informe Mundial.
- López, M. y Bermejo J. (2014). Innovación Continua en el Éxito Empresarial. España: Ediciones UNED.
- Ordoñez, R. (2011). Cambio, creatividad e innovación. Argentina: Granica Ediciones.
- Palella Stracuzzi, S. y Martins Pestana, F. (2017). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Universidad Pedagógica Libertador. Venezuela.
- Sastre, R. (2014). La dirección de las organizaciones. Argentina: Ediciones EUDEBA.
- Secretaría de Economía (2016). Iniciativas Industria 4.0. Fundación México Estados Unidos para la Ciencia, FUMEC
- Tapscott. D. (2014). Creación de Valor en la Economía Digital. España: Granicas Ediciones
- Varela, R. (2014). Innovación Empresarial: arte y ciencia en la creación de valor. México: Ediciones Pretince Hall
- Vera Martínez. S. (2019). Cadena de Valor y Sostenibilidad en Latinoamérica. Publicaciones Empresariales de la Universidad Autónoma de México.

**CIDETIU073**

**TÉCNICAS PARA ALCANZAR LA ECOEFICIENCIA EN EMPRESAS DE LA  
CUARTA REVOLUCION INDUSTRIAL**

**TECHNIQUES FOR ACHIEVING ECO-EFFICIENCY IN COMPANIES OF THE  
FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION**

**Guerra, Jenny**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6102-5103>  
[jennyiguerrah@gmail.com](mailto:jennyiguerrah@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín

**Páez, Norkaglis**

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1475-1289>  
[norkagliszamira@gmail.com](mailto:norkagliszamira@gmail.com)

Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín

### **RESUMEN**

La ecoeficiencia es una filosofía de gestión empleada para ejecutar mejoras ambientales de la mano con los beneficios económicos. Se fundamenta en emplear menos recursos, menos energía durante el proceso productivo, minimizando el impacto ambiental, logrando la disminución de costos, incentivando la innovación. El problema se observó a través de conversaciones informales con personal de la industria petrolera, quienes manifestaron como el uso irracional de los recursos en las instalaciones, la carencia de control sobre residuos, desechos, así como el uso inadecuado de la energía eléctrica, reciclaje de los recursos, entre otros, afectan a las empresas mixtas. Esto en el marco de la transformación de sistemas complejos entre y dentro de las empresas, las industrias, la sociedad en su conjunto, características propias de los escenarios de la 4ta revolución industrial, por tanto la presente investigación está inmersa en la responsabilidad social empresarial, específicamente en la ecoeficiencia de las empresas mixtas en la industria petrolera del municipio Maracaibo, con aportes teóricos de González (2013) Fuertes (2011), Aranda y Zabalza (2010), entre otros. Metodológicamente, es de tipo documental, permitiendo realizar un análisis de las técnicas de ecoeficiencia en las empresas mixtas del sector petrolero; encontrando entre los resultados después de los análisis entre los autores consultados, la importancia de aplicar mejoras ambientales, tomando en cuenta los beneficios económicos en el rubro de la actividad petrolera. En consecuencia, se trata de utilizar menos recursos, menos energía durante el proceso productivo, como el sistema de gestión ambiental, análisis del ciclo de vida, ecodiseño y ecología industrial.

**Palabras Clave:** Ecoeficiencia, Responsabilidad Social, Empresas Petroleras.

### **ABSTRACT**

Eco-efficiency is a management philosophy used to implement environmental improvements hand in hand with economic benefits. It is based on using fewer resources, less energy during the production process, minimizing the environmental impact, achieving lower costs, encouraging innovation. The problem was exposed by the personnel of the oil industry, who in informal conversations manifested as the irrational use of resources in the facilities, the lack of control over residues, waste, as well as the inadequate use of electrical energy, recycling of the Resources, among others, affect joint ventures. This within the framework of the transformation of complex systems between and within companies, industries, society as a whole, characteristics of the scenarios

of the 4th industrial revolution, therefore this research is immersed in corporate social responsibility, specifically on the eco-efficiency of joint ventures in the oil industry of the Maracaibo municipality, with theoretical contributions from González (2013) Fuertes (2011), Aranda and Zabalza (2010), among others. Methodologically, it is of a documentary type, through the properties of an essay, allowing an analysis of eco-efficiency techniques in joint ventures, finding out how joint ventures should apply environmental improvements, taking into account the economic benefits in the field of oil activity. In this order of ideas, it is about using fewer resources, less energy during the production process, such as the environmental management system, life cycle analysis, ecodesign and industrial ecology.

**Keywords:** Eco efficiency, Social Responsibility, Oil Companies.

## 1. Introducción

Para la década de 1990, la ecoeficiencia apareció como un enlace empresarial al desarrollo sostenible, siendo en 1992 cuando el concepto se empleó por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, conocido como World Business Council for Sustainable Development, (WBCSD por sus siglas en inglés) para un encuentro en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Rio de Janeiro, organizado por la Organización de Naciones Unidas (ONU), el cual tuvo como finalidad prevenir las catástrofes ambientales que se auguraban a mediano plazo.

Autores como González (2013) hacen referencia a la ecoeficiencia como una filosofía de gestión la cual se emplea para llevar a cabo diferentes mejoras ambientales que vayan de la mano con los beneficios económicos. Se basa en hacer menos con más, a través de la utilización de menos recursos, minimizando la energía durante el proceso productivo, para minimizar el impacto ambiental, dejando como beneficio la disminución de costos, incentivando la innovación, esto en la búsqueda de la transformación de sistemas complejos entre y dentro de las empresas, las industrias, la sociedad en su conjunto, para llegar a todo un país y el mundo, en el marco de la 4ta Revolución Industrial.

En América Latina, países como Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay han contribuido a mejorar el desempeño ambiental a través de la ecoeficiencia, con la finalidad de reducir costos, aumento de retornos estimados, reducir impactos medioambientales, aumentar la competitividad, certificar la ecoeficiencia de los procesos productivos, promover el marketing verde, mejorar la imagen de las organizaciones en cuestión, entre otros aspectos relevantes basados en la eficiencia del uso de los recursos.

Basado en esto, se encuentra dentro del desarrollo este trabajo contenidos que permiten desarrollar ideas asociadas al contexto venezolano de las técnicas de ecoeficiencia, donde se realiza un recuento sobre las características de las empresas del país enmarcadas en la gestión ecoeficiente, tomando en cuenta la 4ta revolución industrial.

La revista Analítica (2013) hace referencia a como el 90% de las empresas venezolanas no poseen un sistema de gestión ambiental acorde a sus necesidades, pese a los considerables beneficios que esto deriva, pues muchas de estas empresas solo se limitan al reciclaje de papel o al ahorro energético, dejando de lado la mayoría de los aspectos abarcados por la sustentabilidad ambiental.

A partir de una publicación realizada por Zamora y Ramos (2010) titulada Actividades de la industria petrolera y el marco ambiental legal en Venezuela, se han evidenciado diferentes faltas al ambiente como emisiones atmosféricas, efluentes líquidos, incluyendo desechos sólidos peligrosos, a pesar de la política



ambiental manejada por la misma, la cual debería velar por la vigilancia e igualmente, el control ambiental, además, de la creación de incentivos de mercado que eliminen el excesivo aprovechamiento de recursos, así como también el uso de técnicas de producción poco ecológicas.

Según una publicación realizada por Vitails (2013), titulada Situación actual en Venezuela, la ecoeficiencia es un tema poco aplicado, evidenciado en los altos grados de contaminación que aquejan a diferentes ecosistemas, tomando en cuenta el deterioro significativo del medio ambiente, el cual se ha visto gravemente afectado por las prácticas poco eficientes de gestión ambiental en el estado Zulia, causando gran número de desechos y residuos en el mismo.

Pasando al caso de las mixtas, se sostuvieron conversaciones informales con personal de la industria petrolera, quienes manifestaron que el problema principal radica en el uso irracional de los recursos en las instalaciones, careciendo de control sobre residuos y desechos, uso inadecuado de la energía eléctrica, reciclaje de los recursos, entre otros. Esta problemática afecta directamente a los trabajadores, quienes no cuentan ni propician un ambiente laboral ecológicamente eficiente, el cual ayude con la preservación del medio ambiente a través de una gestión adecuada con el fin de reducir la existencia de agentes contaminantes.

Se observa como síntoma la conducta poco responsable con el medio ambiente, como la contaminación del lago de Maracaibo debido al alto número de derrames de petróleo, los cuales afecta enormemente a ecosistemas sensibles. Entre las causas se observa a trabajadores desinformados sobre el uso de los recursos en la empresa, el empleo de procesos químicos en lugar de mecánicos, además del uso irracional del agua, papel, envases de todo tipo, así como el empleo de equipos de alto consumo energético, no se emplea el reciclaje, la reutilización, ni la reducción en el uso de materia prima poco amigable en los procesos de la empresa.

Lo descrito podría ocasionar la falta de aplicación en el rediseño de productos, sin emplear materiales de reciclaje, aplicando tecnologías obsoletas e insuficientes, ocasionando mayores costos de producción. De continuar esta situación, las empresas mixtas podrían ver comprometida su producción, afectando el ambiente, la calidad de vida de las personas en general, repercutiendo en otra de las partes sensibles del negocio, es decir el punto económico, pues se ven afectadas tanto las inversiones como las ganancias, debido a los desencadenantes de procesos no ecoeficientes.

De allí la importancia de que los trabajadores deben conservar un ambiente laboral ecoeficiente, impulsando el desarrollo sostenible a nivel regional y minimizando la emisión de contaminantes, lo cual redundaría en la gestión de la empresa, en este caso del grupo mixtas, con operaciones en el estado Zulia. De todo esto surge la siguiente interrogante ¿Cuáles son las técnicas para alcanzar la ecoeficiencia de las empresas mixtas en la industria petrolera del municipio Maracaibo, estado Zulia?

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Sobre La 4ta Revolución Industrial**

En este particular, Schwab (2016), la cuarta revolución industrial es única, esto viene dado por la creciente armonización e integración de muchas disciplinas y descubrimientos distintos, tomando en cuenta que las innovaciones tangibles fruto de las interdependencias entre las diferentes tecnologías dejaron de ser ciencia ficción.

El autor citado en el párrafo anterior como la disrupción en la cuarta revolución industrial supondrá para los modelos políticos, económicos y sociales existentes,

sean los actores empoderados quienes se reconozcan como parte de un sistema distribuido de poder que necesita formas más colaborativas de interacción para alcanzar el éxito.

Ahora bien, el mencionado autor indica como la cuarta revolución industrial tiene cuatro efectos importantes sobre los negocios de todas las industrias: las expectativas del cliente están cambiando; los productos están siendo perfeccionados por los datos, mejorando la productividad de los activos; se están formando nuevas alianzas a medida que las compañías comprenden la importancia de las nuevas formas de colaboración, y los modelos operativos se están transformando en nuevos modelos digitales.

Continúa explicando el citado autor, como los requisitos de la capacitación deben estar en consonancia con los modelos operativos emergentes, a fin de rediseñar el talento, la cultura, pariendo de la necesidad de atraer y retener al tipo adecuado de capital humano.

En consecuencia, los datos se van convirtiendo en elementos fundamentales para la toma de decisiones, además de los modelos de funcionamiento de las industrias, en este caso particular de las empresas mixtas, considerando como la fuerza de trabajo requiere nuevas aptitudes, mientras que los procesos necesitan ser actualizados , más las culturas deben evolucionar.

## **2.2. Sobre las Técnicas de la Ecoeficiencia**

La revista digital Venezuela Ecológica (2017) hace mención de las técnicas de la ecoeficiencia a través de la importancia en los cambios de la materia prima, conllevando al rediseño de productos y cambios en las especificaciones para promover el uso de materiales reciclados, igualmente, hace alusión a los cambios de tecnologías sustituyendo procesos químicos, por procesos mecánicos, así como también, equipos que no consuman mucha energía, reemplazando los obsoletos e ineficientes. De igual manera, instan al reciclaje de agua, papel, envases plásticos, entre otros.

Igualmente, la revista digital Ojeando la Agenda (2013) como las técnicas ecoeficientes pueden lograrse a través de los cambios en la materia prima, cambios de tecnología, rediseño de productos, control de inventarios ordenados, mantenimientos a los equipos, sustitución de materiales de limpieza por aquellos que sean amigables con el ambiente, recuperación de materias primas por medio de condensación, entre otros.

Para los autores Aranda y Zabalza (2011) las técnicas de la ecoeficiencia son herramientas aplicadas en las empresas para conseguir modelos de organización y producción industrial sostenibles, que sean amigables con el medio ambiente. Todas estas técnicas se encuentran fuertemente interrelacionadas, conllevando a una mejor ecoeficiencia a través de su aplicación, disminuyendo considerablemente los costes económicos e impactos medioambientales.

Tomando en consideración lo antes expuesto, se puede apreciar como los autores presentan similitud en sus teorías, las cuales parten de que las técnicas de la ecoeficiencia, como herramientas, permiten llevar a cabo una mejor gestión en términos ecoeficientes, tomando en consideración algunos factores como el rediseño de productos, el uso de materiales de limpieza poco agresivos con el ambiente, tecnología actualizada, materiales reciclados, entre otros.

De esta manera es conveniente resaltar lo planteado por la revista digital Venezuela Ecológica (2017) donde las técnicas están asociadas con una serie de pasos a seguir, los cuales apoyan a las organizaciones a tener una gestión ecoeficiente, tomando en consideración ciertos aspectos, permitiendo que la actividad productiva realizada, en este caso por las empresas mixtas, no genere mayores daños al medio ambiente.

### 2.3. Sistemas de Gestión Ambiental como técnica

Según Aranda y Zabalza (2011) los sistemas de gestión medioambiental son una técnica de la ecoeficiencia que trae múltiples beneficios como el mejoramiento de la gestión empresarial, el grado de competitividad, la reducción de los costos, materias primas, recursos y energía. Además, permite diagnosticar las ineficacias tanto en equipos como en procesos, también ayuda al impulso del marketing ecológico, aumentando la motivación de los empleados.

Para Fuertes (2011) los sistemas de gestión medioambiental corresponden a la norma ISO 14001 y su instalación implica cambios trascendentales en las organizaciones con intenciones de certificación, implicando el cumplimiento de compromisos que deben ser acatados en ciertos plazos. Trayendo consigo inversiones en equipamiento, contratación de equipos, personal especializado, creación de unidades dentro de la compañía, entre otros.

Haciendo referencia a la Fundación Fórum Ambiental (2010) estos sistemas son componentes del sistema de gestión global de la empresa, incluyendo estructura organizativa, acciones, procedimientos, métodos y recursos para elaborar, poner en práctica, así como mantener la política ambiental. La Fundación explica que una vez aplicados los Sistemas de Gestión Medioambientales (SGM) las empresas pueden alcanzar el reconocimiento público a través de la norma ISO 14001, la cual de manera similar a la norma ISO 9000 de gestión de calidad, promueve la gestión medio ambiental de manera equivalente a la gestión de calidad.

Estos sistemas de gestión permiten asegurar un alto nivel de protección del medio ambiente, obtener ventajas competitivas de las mejoras, optimizar la imagen y credibilidad de la empresa a través de las prácticas ambientales, para garantizar la adaptación a la legislación vigente, evitando sanciones.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, los autores presentan similitud en las teorías plasmadas, donde Aranda y Zabalza (2011) explican los sistemas de gestión ambientales como una técnica que trae múltiples beneficios para la organización, aumentando el grado de competitividad, reduciendo sus costos. Por su parte Fuertes (2011) y Fundación Fórum Ambiental (2010) le agregan a lo anteriormente mencionado la utilización de esta herramienta a través de la norma ISO 14001 promoviendo sistemas de gestión ambientales eficientes, permitiendo alcanzar la certificación de las organizaciones.

Igualmente, se definen los sistemas de gestión medioambiental como una herramienta utilizada a través de la norma ISO 14001, destinada a la certificación de organizaciones que llevan sus procesos productivos de la mano con el desarrollo sostenible, incluyendo las prácticas y los procedimientos necesarios, no solo para llevar a cabo, sino mantener las políticas ambientales.

De acuerdo con lo planteado, es importante hacer énfasis en lo expuesto por Fundación Fórum Ambiental (2010), al referirse sobre los sistemas de gestión ambiental como las prácticas, políticas y procedimientos realizados para asegurar la protección del medio ambiente a través de la norma ISO 14001, tomando en cuenta el tipo de organizaciones sobre las cuales se está estudiando, pues en estas empresas mixtas.

Estos sistemas dejan múltiples beneficios para la empresa, en particular estas que poseen tanto procesos expuestos a causar danos ambientales, pero con la aplicación de las técnicas adecuadas, se pueden alcanzar ventajas competitivas, así como también, mejoras en las prácticas ambientales, garantizando la credibilidad y buena imagen de la organización, en este caso de las empresas mixtas, porque lo requieren, tomando en cuenta las características del mercado donde se desenvuelven sus negocios, considerando como requerimientos solicitados por parte de cliente y/o proveedor, ser responsables con el ambiente.

## 2.4. Análisis del Ciclo de Vida

En relación con el análisis del ciclo de vida, Fuertes (2011) lo define como una necesidad existente cuando hay importantes flujos físicos de entradas, productos intermedios y bienes finales, este tipo de análisis permite, además de identificar, medir los pasos de un proceso para dar información relevante a una acción ecoeficiente. Toda la gestión de riesgos se ve apoyada en este tipo de estudios.

Entre tanto, Aranda y Zabalza (2011) lo definen como un proceso objetivo con la finalidad de evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad. Esto abarca todo lo relacionado tanto con la energía, materiales utilizados, como residuos de todo tipo al medio ambiente, determinando este impacto en las cargas al mismo, para implementar prácticas de mejora al ambiente. Este análisis incluye todo el ciclo de vida, la extracción de materia prima, el uso y mantenimiento del reciclaje o destino final de la fracción de los residuos.

Igualmente, Fundación Fórum Ambiental (2010) explica el análisis de ciclo de vida como una técnica que intenta no solo identificar, cuantificar, sino también caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto. Se encuentra traducido en una recopilación, además de evaluación en conformidad a un conjunto sistemático de procedimientos de entradas y salidas de materia, energía, así como de impactos medioambientales potenciales atribuibles a la función de los productos a lo largo de su ciclo de vida.

Partiendo de lo expuesto, se observa como los autores concuerdan sobre el análisis del ciclo de vida como una técnica que permite recopilar información de los impactos medioambientales generados durante la elaboración de un producto, incluyendo desde la materia prima, hasta el mantenimiento del reciclaje, apoyando a la gestión de riesgos con este tipo de estudios. Por lo tanto, se define análisis del ciclo de vida como la técnica utilizada para cuantificar el impacto medioambiental generado en la fabricación de un producto, permite además, identificar los pasos sobre su elaboración para dar información relevante acerca del cumplimiento de la gestión ecoeficiente.

En este orden de ideas, se considera importante lo expuesto por la Fundación Fórum Ambiental (2010) cuya teoría hace referencia a como el análisis del ciclo de vida se basa además de identificar, de cuantificar los impactos medioambientales que surgen de la fabricación de un producto. Además, permite evaluar el proceso sistemático de entradas y salidas de materia, energía, entre otros aspectos de gran interés e influencia en la gestión de las empresas mixtas, atribuidos a la función de los productos en su ciclo de vida.

## 2.5. Ecodiseño

Para Aguayo, Peralta, Lama y otros (2011) el ecodiseño es una metodología que busca prevenir impactos ambientales, diseñando productos teniendo en cuenta el medio ambiente. Esta estrategia se centra en todas las etapas del ciclo de vida de estos, tanto para la reducción como para la eliminación del impacto ambiental, basándose en la ecoeficiencia de los procesos, productos o servicios, mejorando su comportamiento ambiental a lo largo de su ciclo de vida. Se cuenta entre los beneficios, cumplir con la legislación actual y futura, dar respuesta tanto al mercado, como a la demanda de clientes, mejorar la imagen de la empresa, obtener una ventaja competitiva frente a la competencia, aumentar la calidad del producto, entre otros aspectos resaltantes.

La teoría de Aranda y Zabalza (2010) explica que el ecodiseño es un conjunto de acciones orientadas a la mejora medioambiental en la fase inicial de la creación de un diseño, mediante la selección de materiales, aplicación de procesos con poco impacto ambiental, mejora en el transporte, en el uso del

producto, en la reducción de los impactos en la disposición final de este, mejorando la durabilidad, reparabilidad, actualización y reciclado. Esta técnica presenta ventajas como disminución de los costes económicos, así como también mejora de la imagen empresarial, reducción de la carga medioambiental asociada al ciclo de vida del producto, mejora de este en cuanto a la utilización de materiales de menos impacto, entre otros.

Por su parte, Fundación Fórum Ambiental (2010) define el ecodiseño como un proceso que facilita el mejoramiento de los productos en numerosos aspectos, caracterizado por la reducción de componentes y materiales utilizados, la fácil identificación de los materiales para posteriormente reciclarlos, utilización de materiales fáciles de limpiar, reparar, así como reutilizar, la eliminación de los materiales más tóxicos asociados al producto, entre otros aspectos relevantes.

De esta manera, el ecodiseño se trata de definir el diseño de un producto a partir de la incorporación de aspectos ambientales, reduciendo la carga ambiental al ciclo de este, para fabricarlo con la finalidad de que responda verdaderamente a las necesidades del consumidor, utilizando la menor cantidad posible de materiales y energía, obteniendo las máximas prestaciones, logrando una mayor reducción del impacto ambiental.

En relación con lo explicado anteriormente, los autores concuerdan con que el ecodiseño es una estrategia encargada de tomar acciones en pro del cuidado del medio ambiente en la fase inicial del diseño de un producto. Tomando en cuenta diferentes aspectos como llevar a cabo procesos con poco impacto ambiental, crear productos fáciles de reciclar y/o reutilizar, reduciendo la carga de su ciclo de vida, entre otros aspectos, para lograr la ventaja competitiva frente a otras empresas.

Tomando en consideración las teorías plasmadas, se define el ecodiseño como la técnica de la ecoeficiencia utilizada para crear estrategias ecológicas en la fase inicial del diseño de un producto, para así poder ser reciclado en un futuro, creando productos que respondan a la necesidad de los clientes, realizados con la menor cantidad de materiales y energía posible, logrando reducir la carga de su ciclo de vida.

En este sentido, tiene mayor relevancia lo expuesto por Aranda y Zabalza (2010) quienes definen el ecodiseño como las mejoras medioambientales que se logran a través de la fase inicial de un diseño, seleccionando materiales, procesos y energía no agresivos con el medio ambiente, representando múltiples ventajas, como la disminución de los costes, el mejoramiento de la imagen de la organización, entre otras.

## **2.6. Ecología Industrial**

Para autores como Castells (2012) la ecología industrial como una disciplina la cual intentan reproducir en los ciclos industriales, lo que la naturaleza realiza en los ecosistemas naturales, utilizando nuevas tecnologías, así como también, la integración de los sistemas de valorización para abrir nuevas vías para la reducción de residuos.

Ahora bien, los autores Valero y Uson (2011) definen la ecología industrial como un área multidisciplinaria cuyo objetivo principal es organizar los sistemas industriales de manera similar a los ecosistemas naturales, implicando una interacción entre industrias (flujos de materia, energía e información), una relación sostenible con el medio ambiente y la sociedad. La finalidad de la relación entre estas implica el cierre de ciclos de materia, utilizando los residuos de una industria como materia prima para otra, tal como sucede en los sistemas naturales, lo cual permite reducir tanto el consumo de recursos, como de producción de residuos.

Según lo definido por Aranda y Zabalza (2010) la ecología industrial se basa en el objetivo de reestructurar los polígonos, e igualmente, los sistemas industriales con el fin de que se comporten de manera similar a los ecosistemas biológicos naturales, para crear una economía sostenible y productiva con carácter renovable, minimizando los recursos.

Algunas de las ventajas que presenta la ecología industrial, es la mejora de la eficacia en los procesos industriales, desmaterialización de productos a través de la disminución de la intensidad de uso de materiales y energía en la producción industrial, desarrollo de suministros renovables de energía para esa producción, entre otros aspectos resaltantes.

Como se puede evidenciar, los autores presentan concordancia al definir la ecología industrial como una forma de que las empresas tengan una organización similar a los ecosistemas naturales, todo esto con la finalidad de crear economías productivas, además de sostenibles, a través de los cierres de ciclos de materia, utilizando los residuos de una industria, como materia prima para la otra, disminuyendo la intensidad de materiales y energía en la producción industrial.

En el mismo orden de ideas, se define la ecología industrial como las técnicas que utilizan las industrias para tener una organización similar a la de los sistemas naturales, apoyándose unas a las otras por medio de los cierres de ciclo de materia para la utilización de residuos, además de la disminución de materiales y energía, mejorando la eficacia de los procesos industriales.

A partir de lo anteriormente planteado, es importante lo expuesto por Valero y Uson (2011) quienes definen la ecología industrial como la organización de sistemas industriales acoplados de manera similar a los ecosistemas naturales, permitiendo una interacción entre industrias a través del cierre de ciclos de materia, donde los residuos de una empresa, logran ser la materia prima de otra, alcanzando reducir el consumo de los recursos, así como también, la disminución de costos operacionales de las empresas mixtas.

### **3. Metodología**

Para la elaboración del presente artículo, se aplica el método de investigación documental, el cual se considera como el procedimiento general que guía a la investigación documental, recopilando, organizando y presentando información de fuentes documentales, de acuerdo con lo expuesto por Rizo (2015). Tomando en consideración lo expuesto anteriormente, la investigación documental establece un procedimiento científico, aplicando un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un tema determinado, en el caso en cuestión, el análisis de las técnicas de ecoeficiencia en las empresas mixtas.

### **4. Resultados**

Al realizar el análisis de los distintos puntos de vistas teóricos expuestos por los autores consultados durante el desarrollo del presente artículo, se observa como las técnicas de la ecoeficiencia son mecanismos utilizados para tener una gestión donde no se afecte al ambiente a lo largo del proceso productivo de la empresa mixta, teniendo en cuenta la aplicación de medidas como el buen uso de la materia prima, pues estas organizaciones requieren de diversas técnicas como el sistema de gestión ambiental, análisis del ciclo de vida, ecodiseño y ecología industrial.

Como consecuencia, las empresas mixtas deben aplicar mejoras ambientales, tomando en cuenta los beneficios económicos a derivar propios de su razón en el rubro de la actividad petrolera. En este orden de ideas, se trata de utilizar

menos recursos y menos energía durante el proceso productivo, para así minimizar el impacto ambiental, dejando como beneficio la disminución de costos e incentivando la innovación de tan importante industria a nivel nacional e internacional.

Por tanto, los sistemas de gestión ambiental se convierten en la elaboración y ejecución no solo de prácticas, políticas, además de procedimientos realizados para asegurar la protección del ambiente, aplicando la norma ISO 14001. Estos sistemas implican las técnicas de ecoeficiencia, las cuales dejan múltiples beneficios para la empresa mixtas, en cuanto a la obtención de ventajas competitivas, considerando el mercado en donde se desenvuelven, tanto interno como externo, lo cual va garantizando además mejoras en las prácticas ambientales, tanto en su entorno directo como indirecto, garantizando la credibilidad y buena imagen de la organización, tomando en cuenta que se trata de un negocio donde se maneja la vulnerabilidad del ambiente.

En este sentido, se presenta el análisis del ciclo de vida, el cual se fundamenta en la identificación y cuantificación de los impactos medioambientales derivados de las actividades propias del ámbito petrolero, permitiendo evaluar el proceso sistemático de entradas y salidas de los procedimientos, incluyendo la materia, energía, entre otros aspectos, que se atribuyen a la función de los productos en su ciclo de vida.

Otra técnica importante a considera es el ecodiseño, a través del cual la empresa mixta debe promover las mejoras medioambientales desde el inicio de sus procesos operativos, con el diseño, selección de materiales, procedimientos y energía que no sean agresivos con el ambiente, reflejándose en excelentes ventajas como la disminución de los costes, el mejoramiento de la imagen de la organización, entre otras.

En base a lo anterior, la técnica mencionada debe ser utilizada dentro de las empresas mixtas, para crear estrategias ecológicas en la fase inicial del diseño de los productos y/o servicios propios de este tipo de negocio, logrando responder a la necesidad de los clientes, realizando esto con la menor cantidad tanto de materiales como energía posible, logrando reducir la carga de su ciclo de vida.

Partiendo de cada uno de los elementos estudiados, es importante comprender como las técnicas de ecoeficiencia emergen en respuesta a las situaciones generadas con los desechos provenientes de los procesos productivos, asociado en este caso particular con las empresas mixtas de la industria petrolera. Esto, en la búsqueda de una eficiencia por medio de la cual los recursos ecológicos se utilicen para satisfacer las necesidades del entorno.

## **5. A manera de cierre**

Las nuevas tecnologías, estas han venido transformando la forma en como las organizaciones perciben y gestionan sus activos, siendo que los productos y servicios de las empresas mixtas, mejoran mediante capacidades digitales las cuales aumentan su valor. En consecuencia, se busca minimizar los excesos ocasionados por el consumo de los recursos naturales, en mira al uso sostenible de ellos. De ese modo, la intención debe ser disminuir la contaminación asociada a los procesos productivos, en particular de las empresas mixtas de la industria petrolera. Por lo anterior, el potencial de esfuerzo vislumbra el avance al incremento de la productividad de los recursos naturales, donde se incluyen no solo los energéticos, sino reducir los impactos ambientales durante el ciclo de vida del producto.

Es así como, la técnica sobre la ecología industrial, tomando en cuenta las consideraciones propias de la cuarta revolución industrial, permite a las empresas mixtas organizar sus sistemas industriales acoplados de manera

similar a los ecosistemas naturales, partiendo de que los procesos se inician con la extracción del crudo, logrando la interacción entre industrias, así como el cierre de ciclos de materia, donde los residuos generados por la práctica del trabajo en la extracción y procesamiento del crudo, pueden ser la materia prima de otro, reduciendo el consumo de los recursos, así como también, la disminución de costos operacionales propios de la industria, empleando los residuos, para minimizar el uso de materiales y energía, logrando la eficacia de los procesos industriales de las empresas mixtas.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Aguayo, Peralta, Lama y otros (2011). Modelo de sostenibilidad global para el diseño y desarrollo de productos en la cadena del valor. XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Valencia. España.
- Aranda, A. y Zabalza, I. (2010). Ecodiseño y análisis de ciclo de vida. Primera edición. Editorial Presas Universitarias de Zaragoza. España.
- Castells, X (2012). Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuración. Tercera edición. Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Fuertes, A. (2011). De la economía global al desarrollo local. Editorial Publicaciones de la Universidad de Valencia. España
- Fundación Fórum Ambiental (2010). Disponible en: [www.forumambiental.org/pdf](http://www.forumambiental.org/pdf)
- González, J (2013). Ecoeficiencia: Propuesta de diseño para el mejoramiento ambiental. Guadalajara. Editorial Universitaria - Libros UDG.
- Revista digital de Medio Ambiente Ojeando la Agenda (2013). ISSN: 1989-6794. Disponible en: <https://ojeandolaagenda.com/2013/09/>
- Revista digital Venezuela Ecológica (2017). Disponible en: <http://revistavenezuelaecologica.com.ve/revista-digital/>
- Rizo, J. (2015). Técnicas de investigación documental. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua. Facultad Regional Multidisciplinaria De Matagalpaunan–Farem–Matagalpa. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/12168/1/100795.pdf>
- Schwab, K (2016). La Cuarta revolución industrial. Bogotá, Colombia. El Tiempo Casa Editorial, S. A.
- Valero, A. y Uson, S. (2011) Ecología Industrial. Editorial: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Vitalis (2013). Situación actual en Venezuela. Disponible en: <https://vitalis.net/tag/situacion-ambiental-de-venezuela/>
- Zamora, A y Ramos, J (2010). Las actividades de la industria petrolera y el marco ambiental legal en Venezuela. Una visión crítica de su efectividad. Revista Geográfica Venezolana, vol. 51, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 115-144 Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela





## X JORNADA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

Investigación e innovación desde los escenarios de la Cuarta Revolución Industrial



UNIVERSIDAD  
Rafael Belloso Chacín

# SOMOS URBE 20/20 EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

ISBN Nro978-980-414-075-4. Maracaibo, 24 al 28 de noviembre de 2020