



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la
industria petrolera”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Chuzón More, Cristhian Javier (ORCID: 0000-0002-7880-7109)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial Y Productiva

PIURA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi madre que descansa en la Gloria de Dios, mi esposa, mi hijo, mi padre, sobrinos y amistades, quienes han sido la motivación fundamental en este largo camino para así culminar con éxito mi carrera profesional.

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios, por bendecirme todos los días de mi vida y darme sabiduría a lo largo de mi carrera profesional.

A mi familia, en especial a mi esposa Mercedes por confiar y creer en mí, por los consejos, valores y por la paciencia.

A los docentes de esta prestigiosa Universidad César Vallejo por las enseñanzas y los conocimientos compartidos a lo largo de mi carrera profesional y por su valioso aporte para cumplir mi meta y culminar con éxito mi carrera.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos	14
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIONES.....	21
VII. RECOMENDACIONES	22
REFERENCIAS	23
ANEXOS.....	27

Índice de tablas

Tabla 1: Etapa de la producción	14
Tabla 1. Operacionalización de las variables	18

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Flujo de Producción	15
---	----

Resumen

El presente informe tuvo como objetivo general Determinar la importancia del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera. La investigación fue de tipo documental y descriptiva. La población estuvo compuesta por por 16 documentos relacionados el tema del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria y utilizó la técnica de análisis documental y como instrumento la matriz de análisis documental. Se realizó la descripción del estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, La definición de la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, Las características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera, Los lineamientos de un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera.

Palabras claves: Inyección de agua para la recuperación secundaria, Aplicaciones, Geometría.

Abstract

The objective of this report was to determine the importance of the water injection process for secondary recovery in the oil industry. The research was documentary and descriptive. The population consisted of 16 documents related to the subject of the water injection process for secondary recovery and used the documentary analysis technique and the documentary analysis matrix as an instrument. The description of the state of the art of the water injection process for secondary recovery in the oil industry was made, The definition of the current situation of the water injection process for secondary recovery in the oil industry, The characteristics of the reservoir for the secondary recovery in the oil industry, The guidelines for a correct water injection process for secondary recovery in the oil industry.

Keywords: Water injection for secondary recovery, Applications, Geometry.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de analizar el proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera. En este apartado se presenta la realidad problemática de la investigación, las preguntas que plantean los problemas, así como la justificación del trabajo, y finalmente los objetivos propuestos.

El agua y el petróleo son elementos esenciales el ser humano, el primero es un líquido vital, el segundo es un compuesto orgánico de origen fósil que sirve como fuente de energía de equipos necesarios para el trabajo y la vida cotidiana de las personas y grandes industrias. El Perú es un país rico en cuanto a petróleo y agua, pues tiene dieciocho cuencas (18) sedimentarias de petróleo, con un área de 83 millones de ha y quedan disponibles 11.83 millones de ha (PERUPETRO, 2010), en cuanto al agua, el país tiene el 1.89% de disponibilidad de agua dulce del mundo (ANA, 2016).

En la extracción de hidrocarburos se obtiene mediante recuperación primaria, secundaria o terciaria; en yacimiento jóvenes donde la presión es suficiente la recuperación es primaria, donde se extrae naturalmente o por bombeo mediante “cigüeñas”; cuando los yacimientos son maduros la presión del reservorio es menor por lo cual se aplica la recuperación secundaria, se utilizan bombas que empujan agua, arena y gas, con los cual se logra elevar la presión y así los hidrocarburos surjan a la superficie. En la recuperación secundaria cuando se extraen los hidrocarburos estos vienen acompañados de agua de formación, gas y sedimentos, estos se separan en instalaciones en la superficie (Baterías), el agua separada es llevada a plantas de inyección de agua salada (PIAS) para ser reinyectada en capas específicas de los reservorios. Por otro lado, la recuperación terciaria se introduce polímeros que permiten desprender los hidrocarburos adheridos a las rocas y luego son conducidos a los pozos.

El país tiene una larga tradición de extracción petrolera, y aún más en la zona norte costera, actualmente en esta zona operan varias petroleras, en la presente investigación se estudió a Graña y Montero Petrolera, la cual cuenta con cuatro contratos con PeruPetro, para explotar hidrocarburos en los lotes I, III, IV y V, que se ubican geográficamente en Talara, Los Órganos y Paita. (Graña y Montero Petrolera, 2019).

Un ejemplo de la problemática en el proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en pozos de petróleo en el Perú, es la empresa Graña y Montero en la ciudad de Talara, la cual utiliza agua recuperada de la primera extracción, contenedora de impurezas, arena, piedras y microbios, los cuales producen daños en las tuberías de inyección, así como también influyen en la calidad del petróleo recuperado.

Para desarrollar la presente investigación se formuló la siguiente pregunta general es la siguiente: ¿Cuál es la importancia del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera?, mientras que las específicas que ayudaron a responderla fueron: ¿cuál es el estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera?, ¿cuál es la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera?, ¿cuáles son las características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera?, ¿cuáles son los lineamientos para un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera?.

La presente investigación se justifica mediante el nuevo aporte que genere como material de consulta respecto a las investigaciones realizadas sobre el proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, brindará información consultada en beneficio social y empresarial, por interesados en la industria petrolera. La importancia del agua de recuperación secundaria radica en que favorece a la empresa, puesto que se recupera petróleo de pozos con poca presión, la calidad del crudo es superior y así no se producen detenciones de producción para reemplazar tuberías dañadas.

Después de haber descrito la problemática, la investigación tuvo como principal objetivo: Determinar la importancia del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, Para lograr este objetivo general, se determinan los siguientes cuatro objetivos específicos: describir el estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, definir la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, describir las características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera, determinar los lineamientos para un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera.

II. MARCO TEÓRICO

Para el presente trabajo de investigación se realizó una búsqueda de antecedentes acerca del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, a nivel internacional considerando a Ecuador y Argentina.

Para poder describir el estado del arte y la situación actual del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, así mismo para poder describir las características del yacimiento para la recuperación secundaria y poder determinar los lineamientos para un correcto proceso se dio base en los autores internacionales: Díaz (2019), Córdova (2017), Guaminga (2019), Gutiérrez (2019), Moya (2017)

Díaz (2019) se propuso como objetivo general evaluar los resultados de la inyección de agua en los pozos piloto de las Arenas U y T Inferior de los campos Huachito e Inchi. El estudio se caracteriza por ser de tipo descriptivo, para ello utilizó 6 productores y 2 inyectores como muestra. Los datos de producción, presión, salinidad, volúmenes inyectados entre otros fueron evaluados a través de los softwares OFM y Waterdrive. Se concluye que la efectividad de la recuperación está incompleta. Esto se debe porque el análisis en las curvas de Hall arrojó que los pozos inyectores están trabajando de forma normal, pero se determinó que estos en su mayoría están influenciados por la recuperación y siguen produciendo por su mecanismo primario.

Córdova (2017) en su investigación realizada en Universidad Tecnológica Equinoccial planteó como objetivo general desarrollar un proyecto de inyección de agua de formación para aumentar la recuperación en un campo X de la Amazonía ecuatoriana. El autor identificó que uno de los principales problemas en los yacimientos del oriente ecuatoriano es que los reservorios tienen un decrecimiento de producción petrolera, debido a que el método de recuperación primaria, no cubre algunos yacimientos ya que algunos campos pasaron a su etapa madura. Finalmente, mediante el estudio de inyección de agua del campo en la empresa Auca-Sur se mejoró la producción mediante el arreglo de 5 pozos invertidos.

Guaminga (2019) se propuso como objetivo principal implementar la ampliación del proyecto de inyección de agua en la zona oeste de la arenisca U inferior del campo MDC. Este estudio se caracteriza por ser un proyecto de inversión, por lo que se realizó un estudio económico para ver si es rentable. Por tanto, se concluye que el proyecto de recuperación secundaria por inyección de agua muestra un efecto positivo en el mantenimiento de la presión de la arenisca U inferior. Y a través de la implementación de la inyección de agua, se ha logrado un incremento de reservas de 8,66 MMBN y un factor de recobro adicional de 4,4%. Se recomienda mantener el monitoreo constante de los parámetros de superficie y de fondo en los pozos productores, con la finalidad de poder identificar cualquier cambio en el comportamiento productivo que perjudique los objetivos de la inyección de agua.

Gutiérrez (2019) en su investigación realizada en la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador busca establecer un incremento en las reservas de petróleo mediante la recuperación secundaria, aplicada a yacimientos ecuatorianos. El problema identificado fue respecto a la necesidad que tienen los campos maduros, de aplicar imperiosamente las tecnologías para incrementar la producción de petróleo de los yacimientos y evitar la caída de presión. El autor utilizó un método analítico, mediante un análisis de datos para brindar una descripción general de la aplicación de proyectos de recuperación secundaria por inyección de agua en yacimientos petroleros ecuatorianos. Finalmente llegó a la conclusión que los yacimientos petroleros de las Compañías Privadas aumentaron su producción de un 26% a un 33%, recuperando más de 60 MMbbls de petróleo.

Moya (2017) elaboró su investigación, referente al estudio de la planta de tratamiento de agua de la estación Secoya y diseño de sistemas modulares para recuperación secundaria, con el objetivo de evaluar la planta mediante una investigación de tipo aplicada. Consideró los valores de la composición y propiedades del agua que ingresa a la planta de tratamiento, llegando a la conclusión que la relación entre la concentración del tamaño de partícula es aplicable para concentraciones menores a 50 ppm al momento de diseño del tanque. De igual manera los Sistemas Modulares diseñados deben manejar por lo menos el caudal que requiere el pozo a inyectar, por tal razón para el caso

específico desarrollado recomienda tener tres tanques y un sistema de bombeo en serie que incluye bombas de alta y baja presión. Recomiendan periódicamente una actualización de planos con el fin de conocer el historial de cambios realizados y así identificar rápidamente alguna anomalía. Utilizar Sistemas Modulares, por la salida viable al tratamiento de agua de formación por la oportuna solución a factores cruciales en esta industria como dinero, tiempo, movilidad y espacio.

En cuanto a los antecedentes nacionales para lograr los objetivos ya mencionados, se propone la investigación de Cerquera (2016).

Cerquera (2016) en su investigación realizada en la Universidad César Vallejo, planteó como objetivo principal, elaborar una propuesta para implementar una planta de osmosis inversa para la producción de agua de la plataforma Albacora, el autor identificó el problema que atraviesa esta plataforma, la cual transporta el agua en buques desde tierra a las instalaciones, incrementando el costo. Finalmente se llegó a la conclusión de que es necesaria la implementación de una planta de osmosis inversa que produzca 60 m³ de volumen al día de agua desalinizada de uso industrial.

A continuación, se presentan las bases teóricas en las que se fundamenta el presente estudio, relacionadas al proceso de recuperación secundaria, por medio de la inyección de agua, tomando como fuentes tales como: Ingeniería Energética General (2013), Oilfield Glossary (2016), Naranjo (2010), Paris de Ferrer (2001).

La teoría base de la investigación se denomina recuperación secundaria, por esta razón los antecedentes presentados tratan del tema, y es que consisten en añadir energía extra en el yacimiento, para desplazar el petróleo o mineral del yacimiento y recuperarlo. Es importante mencionar que el desplazamiento se realiza sin alterar las propiedades del fluido contenido en el yacimiento. El diagrama de flujo de producción del engrudo se puede apreciar en la Figura 1, y cuenta con las etapas descritas en la Tabla 1.

Tabla 1: Etapa de la producción

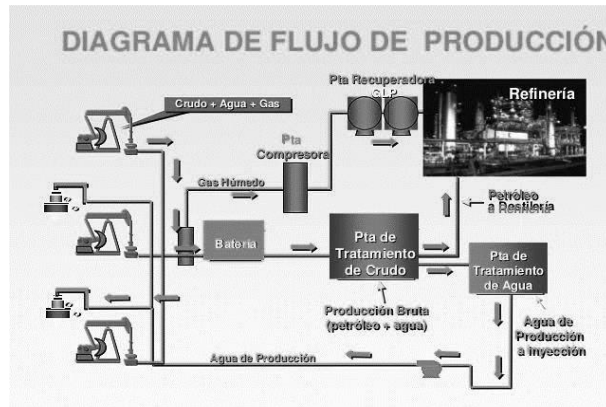
1. Flujo de yacimiento:	Recorrido del petróleo a través de los muros, canales de rocas porosas y permeables hasta llegar al fondo del pozo.
2. Producción en el pozo:	El petróleo llega al fondo y continúa su recorrido por la tubería de perforación hasta la superficie, asciende.
3. Recolección de crudo:	El petróleo en la superficie, es recolectado por líneas de flujo, desde el cabezal hasta la estación de flujo de los pozos.
4. Separación:	En la estación de flujo entra el fluido de petróleo con agua y el gas producido, luego son separados, el gas va a un separador o scrubber, el cual luego será reutilizado para la alimentación del sistema de gas; y el agua y el petróleo se bombean a la planta de tratamiento.
5. Almacenamiento de crudo:	Los fluidos que llegan a la estación de flujo son bombeados mediante un ducto hasta los tanques separadores, en donde, el crudo pasa a un tanque de almacenamiento y es separado del agua, la cual es drenada a una poza de evaporación.
6. Transporte:	El crudo limpio es enviado mediante ductos a la refinería del cliente.

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, se considera que puede inyectarse más de una fuente de energía para trasladar el fluido a la superficie para su recuperación. (Rivera, 2015).

También es conocida como la segunda parte operativa de la extracción de petróleo, el fluido de la cámara de inyección puede ser agua o gas, y son aquellos que tienen comunicación con el pozo productor y su finalidad es conservar la presión proveniente del yacimiento y trasladar los hidrocarburos hacia el pozo. Esta etapa culmina cuando la recuperación del yacimiento produce en su mayoría el elemento inyectado. (Oilfield Glossary, 2016).

Figura 1. Diagrama de flujo de producción.



Fuente: Yacimientos Reservas de producción (Rodríguez - 2006)

Respecto a la inyección de agua, Según Hernández (2002) la inyección de agua hace referencia aquel método de recuperación mejorada más eficiente, dado que permite recobrar un buen porcentaje del hidrocarburo residual que ha quedado sin extraer, como resultado de la extenuación natural de la energía del yacimiento. Por otro lado, Naranjo (2010) sostiene que la inyección de agua es aquel proceso que se encuentra influenciada por parámetros de yacimiento tales como saturación de aceite y gas, espesor de la formación, porosidad, grado de estratificación y profundidad. Sin embargo, existen parámetros operacionales que influyen en el desempeño de dicho procedimiento tales como presión y tasa de inyección, calidad del agua y configuración, y esparcimiento de pozos. Los clasifica en base a la posición de los pozos inyectoros de agua, se pueden señalar a dos formas distintas, tales como la inyección periférica o externa, y la inyección en arreglos o dispersa.

La primera se refiere a la acción de inyectar el agua en las zonas externas de petróleo, en los flancos del yacimiento. Se caracterizan por ser útiles cuando no tiene una adecuada descripción del yacimiento y/o la estructura del facilita la inyección de agua; es conveniente colocarlos fuera de la zona de petróleo. Tiene como ventajas que no es necesario el uso de varios pozos, puesto que los pozos productores antiguos se pueden adecuar fácilmente para emplearse como inyectoros. Por ello ofrece una rentable recuperación del petróleo; en la que se

recomienda explotar los pozos en orden y de adelante hacia la última fila, reduciendo las instalaciones de producción.

Las dificultades que pueden presentarse, son el seguimiento específico del frente de invasión; ya que en algunos yacimientos no es posible mantener la presión de la parte central del mismo, lo que los lleva a necesitar una inyección en partes puntuales de los yacimientos. Los fallos aumentan por la poca comunicación entre la periferia y el centro del yacimiento, y la recuperación de la inversión es de largo plazo, debido al lento proceso de desplazamiento e invasión del agua. El proceso de inyección en arreglos consiste en inyectar el agua dentro de la zona de petróleo; el agua al ingresar e invadir la zona desplaza los fluidos de petróleo hacia los pozos de productores. Además, se le conoce también como inyección de agua interna dado que el fluido se inyecta en la zona de petróleo mediante un número considerable de pozos inyectoros que forman un arreglo geométrico con los pozos productores. (Naranjo, 2010). El proceso del arreglo se da en función de los límites y estructura del yacimiento, la permeabilidad, posición de los pozos, continuidad de las arenas y la porosidad; se recomienda en yacimientos de gran extensión. Dentro de sus ventajas está la invasión dinámica en yacimientos homogéneos, con baja permeabilidad y buzamiento, con elevada densidad de los pozos debido a la corta distancia del inyector y el productor.

Sin embargo, necesita de mayor inversión, explicado por el mayor uso de pozos inyectoros; y obliga un mayor seguimiento y control, y, por ende, exige mayor cantidad de recursos financieros y humanos. (Naranjo, 2010).

Según Paris de Ferrer (2001), entre los factores que controlan el recobro por inyección de agua, sostiene que, al analizar la factibilidad de elaborar un proceso de inyección de agua en un yacimiento, es recomendable considerar múltiples factores, entre los cuales se puede destacar, la geometría del yacimiento, la litología, profundidad del yacimiento, porosidad, permeabilidad, continuidad de las propiedades de la roca, magnitud y distribución de las saturaciones de los fluidos, y propiedades de los fluidos y permeabilidades relativas. La geometría del yacimiento, se considera como el primer paso determinar su geometría, debido a que su estructura y estratigrafía inspeccionan la localización de los pozos y, en mayor

extensión, definen los métodos por los cuales el yacimiento puede ser producido o mediante prácticas de inyección de agua.

La mayor eficiencia de barrido de área se da con una inyección en línea directa, por lo que se necesita una estructura adecuada y la saturación de petróleo, ya que estos justificarían la inyección de agua, y el tipo idóneo para esta situación, es la invasión periférica la que logra dicho efecto. Es importante analizar la geometría del yacimiento y su comportamiento pasado, para determinar la presencia y la fuerza de empuje de agua para decidir si existe la necesidad de una inyección suplementaria. Una inyección suplementaria no es necesaria si existe presencia de un fuerte empuje natural de agua; la litología influencia en la eficiencia de la inyección de agua y gas de un determinado yacimiento, así es que se deben considerar la permeabilidad, la porosidad y la arcilla que pueden afectar la invasión. La brecha entre la composición mineralógica de los granos de arena y la del material cementante puede provocar una saturación de petróleo residual. Estas diferencias dependen también de la composición de los hidrocarburos presentes en ella; la presencia de mineral arcilloso en algunas arenas petrolíferas puede taponar los pozos debido a la floculación al inyectar agua.

Profundidad del yacimiento, donde es importante considerar que la saturación de petróleo residual es más baja en yacimientos profundos que en yacimientos superficiales. Ello hace necesario el uso de una presión más alta en superficie al inyectar el fluido, así como un espaciamiento amplio entre pozos (Morales, 2014). Respecto a la porosidad, es uno de los factores que influye directamente en la recuperación directa del petróleo; puesto que determina la cantidad de fluido que se encuentra presente en los porcentajes de saturación. (Paris de Ferrer, 2001). En relación a la permeabilidad, según Paris de Ferrer (2001), es una magnitud que controla los altos niveles de inyección de agua, que se puede mantener con la finalidad de que la presión de salida se conserve constante, entonces su importancia radica en la determinación de la cantidad de agua necesaria para inyectar en el pozo.

En relación a la magnitud y distribución de las saturaciones de los fluidos, se relaciona directamente con la saturación del petróleo; pues si este está en niveles

elevados en el inicio de la inyección, la eficiencia del proceso de recuperación será mayor, puesto que el petróleo sobrepasado es menor y la rentabilidad mayor. Las propiedades de los fluidos y permeabilidades relativas, es conveniente por sus efectos en el proceso de inyección. Aquí la viscosidad del petróleo y las propiedades físicas y químicas de la roca, y los fluidos desplazantes y desplazados. Estos últimos son los más importantes puesto que afectan directamente la movilidad del petróleo.

La Inyección de agua para la recuperación secundaria, es la segunda etapa de producción de hidrocarburos, en la cual se inyecta agua en el yacimiento a través de pozos de inyección, el propósito de la recuperación secundaria es mantener la presión del yacimiento y desplazar los hidrocarburos hacia el pozo (Oilfield Glossary).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Una investigación documental se centra mayoritariamente en la presentación de un tema especializado, o en relacionar posturas de diferentes autores desde el análisis del investigador, mediante la interpretación, evaluación y reunión de datos (Wilson, 2011).

La investigación descriptiva busca la posibilidad de predecir y especificar propiedades, características, factores comunes, normas generales, entre otros, para poder realizar un análisis de la problemática (Hernández Et al, 2014).

Basándose en Wilson (2011) y Hernández (2014) la presente investigación se consideró de tipo descriptiva y documental; documental debido a que se reunió información entre publicaciones y estudios de diferentes autores relacionados a la temática del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera. Por otro lado, por su finalidad la investigación es descriptiva, ya que busca interpretar las realidades narradas en los documentos recopilados; describen los resultados tanto cuantitativos como cualitativos obtenidos (Hernández, y otros, 2016).

El diseño de investigación no experimental, no tiene ningún tipo de estímulo externo, el investigador sólo observó el contexto de estudio (Hernández, y otros, 2016), en este trabajo de investigación, el autor se basó en observar el material documental recabado en relación a la importancia del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera; es por ello que se considera un tipo de investigación no experimental.

3.2. Variables y operacionalización

La variable de la presente investigación es “inyección de agua para la recuperación secundaria”. La operacionalización de la variable se muestra en la Tabla 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Para Hernández y otros (2010), la población es el conjunto de casos con especificaciones determinadas; la población se define como un grupo de elementos cuyas propiedades que tengan en común, buscarán conclusiones de la investigación, así mismo están vinculadas al problema y objetivo determinado (Arias, Fidias, 2000). La población que se consideró para este trabajo fue finita, dentro de ella están los materiales considerados para su análisis y lectura, trabajos de investigación y publicaciones, conformadas por 16 documentos relacionados el tema del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria, donde 13 son trabajos de investigación, 01 es artículo, 02 trabajos publicaciones de libros de texto.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Objetivos específicos	Categorías	Subcategoría	Unidad de análisis
Inyección de agua para la recuperación secundaria	Es la segunda etapa producción de hidrocarburos, la cual se inyecta agua en el yacimiento a través de pozos de inyección, el propósito de la recuperación secundaria es mantener la presión del yacimiento desplazando los hidrocarburos hacia el pozo. (Oilfield Glossary)	Describir el estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera.	El estado del arte	Tipos	<ul style="list-style-type: none"> • Diaz (2019) • Córdova (2017) • Guaminga (2019)
		Definir la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera.	Situación actual del proceso	Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Gutiérrez (2019) • Moya (2017) • Cerquera (2016)
		Describir características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera.	Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> • Geometría • Profundidad • Porosidad • magnitud • Permeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Morales, 2014 • Paris de Ferrer (2001)
		Determinar los lineamientos para un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera.	Este objetivo estará sujeto a los resultados de la investigación.		

Fuente: elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos

Bernal (2010) dice que las técnicas y los instrumentos son utilizados en la investigación científica para recolectar información de un determinado trabajo de investigación. Cada investigación definirá las técnicas que se utilizarán y para cada una existe un instrumento, herramienta, o medios empleado (Bavaresco, 2006). Este trabajo de investigación hizo uso de la técnica de observación documental, mediante el uso de los sentidos, el investigador revisa los documentos de diferentes autores, y registra de manera organizada y operativa los datos necesarios para elaborar el presente trabajo.

El instrumento empleado para este tipo de análisis, será la matriz de análisis documental, según Sierra (1999) este instrumento es una técnica de investigación que describe cuantitativa y sistemáticamente los textos de los documentos analizados, para interpretarlas, y luego explicarlos mediante un análisis en conjunto de toda la información documental recabada. La validez del trabajo de investigación, debido a su naturaleza, se validó mediante el juicio de expertos, mientras que la confiabilidad para el tipo de investigación desarrollada no es medida, por cuanto ésta sujeta a criterios propios para la selección del material informativo.

3.5. Procedimientos

El procedimiento inició con la recolección de documentos relacionados a la teoría del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, luego se clasificaron y se ordenaron de acuerdo al interés del aporte que pudieron brindar, posterior a ello se llenaron las fichas bibliográficas. Se continuó con el vaciado de datos en la matriz documental, para luego poder compararlos y finalmente elaborar el documento final.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis es cualitativo, según Jiménez-Domínguez (2000) este tipo de investigación parte del supuesto de que el mundo social está conformado por significados y símbolos, vendría a ser el intento de comprender de manera profunda las definiciones y significados de una problemática tal como es presentado por las personas, en este caso la fuente de información son los puntos de vistas de diferentes autores en sus respectivas publicaciones. El objetivo de la técnica de análisis cualitativo es brindar una nueva investigación para que sea considerada por otros autores en su estudio, o para trabajadores y dirigentes de industrias petroleras en su toma de decisiones, ya que este trabajo de investigación se considera como una nueva fuente de información elaborada con la perspectiva y análisis del autor.

3.7. Aspectos éticos

El investigador asume la responsabilidad respecto a la información recolectada, así como también la interpretación y análisis dado a estos documentos, se hace responsable de la veracidad de la información publicada, atendiendo al objetivo de la investigación. Se es consciente que la información del documento final, servirá como material de consulta para interesados al correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera.

IV. RESULTADOS

Este capítulo está constituido por los resultados dados en base a los objetivos planteados, producto del trabajo de recopilación de documentos, lectura y análisis de los mismos.

Con la finalidad de describir el estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se consideró la subcategoría del tipo del proceso.

La inyección de agua para la recuperación secundaria, es aquel método utilizado en el proceso de exploración de hidrocarburo, se incluye en la segunda etapa de esta producción. El método consiste en realizar una inyección de agua en el yacimiento mediante pozos de inyección, con el objetivo de la recuperación secundaria es mantener la presión del yacimiento y desplazar los hidrocarburos hacia el pozo.

El método de inyección de agua está relacionado directamente con la eficiencia, en el sentido que recupera un porcentaje del hidrocarburo residual, de ahí el nombre de agua de recuperación a la utilizada en este proceso. Según los documentos revisados, este hidrocarburo residual es producto de la extenuación natural de la energía del yacimiento. Los métodos de inyección de agua se clasifican de acuerdo a la posición de los pozos inyectoros, estos pozos tienen distintas posiciones, existiendo diferentes así diferentes tipos de inyecciones, la periférica (externa) al pozo de extracción, y la inyección dispersa.

La primera abarca el proceso de inyección de agua en las zonas externas de pozo petrolero, alrededor del yacimiento. Generalmente son usados cuando no existe un conocimiento tangible de la zona en la que se realiza la extracción o dependiendo de la estructura creada para la exploración, es útil debido a con la creación de un único pozo de inyección de agua, es suficiente, incluso reclinado pozos productores utilizados con anterioridad, en otras exploraciones de crudo. Esto sumado a que no se realiza una inversión extra-producto de la reutilización, lo hace una de los tipos de inyección de agua, más rentable.

Uno de los problemas mayormente presentados es que debido a que se encuentra de manera externa al pozo de producción, la presión de la parte central puede ser diferente y sería necesaria una inyección adecuada en diferentes partes del yacimiento. Los autores revisados afirman que la problemática de este tipo de proceso de inyección de agua, radica en la falta de comunicación entre el yacimiento y la periferia donde se encontrarían los pozos de inyección; siendo el proceso de desplazamiento lento, en comparación con el otro tipo.

La inyección dispersa, realiza la acción dentro del yacimiento de extracción petrolera, el agua es inyectada y desplaza los fluidos de crudo hacia los pozos de productores. Utiliza generalmente más de un pozo de inyección para que el líquido pueda penetrar la zona de petróleo mediante un arreglo geométrico con los pozos productores.

En cuanto a la definición de la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se tomó en cuenta la subcategoría, de aplicaciones para el desarrollo del proceso.

El proceso de inyección de agua está sujeto a diferentes parámetros, ya sean características del yacimiento, saturación de aceite y gas, espesor de la formación, porosidad, grado de estratificación, profundidad, presión del agua y tasa de inyección, calidad del agua, etc. Es por ello que su aplicación difiere de los parámetros operacionales que influyen en el desempeño del procedimiento, considerando en este trabajo de investigación, aplicaciones dadas en contextos determinados.

La aplicación del proceso de inyección del agua está sujeto a las propiedades físicas y químicas de la roca, a la viscosidad del petróleo, la magnitud y la distribución de saturación de fluidos (factor vinculado directamente a la eficiencia del proceso de recuperación, ya que, si se cuentan con altos niveles al iniciar el proceso, sería un proceso ineficiente). Otros factores condicionantes a la aplicación de este proceso, es permeabilidad relativa, la viscosidad del petróleo, y los fluidos desplazantes y desplazados; todos estos factores determinan la movilidad del crudo por los ductos de transporte.

La aplicación del proceso de inyección de agua de recuperación, se limita a la estructura del yacimiento, y la posición de los pozos existentes, es importante su aplicación en yacimientos con poco buzamiento, en yacimientos de grandes áreas, necesaria en los pozos productores, para obtener un barrido uniforme. También se aplica a yacimientos homogéneos de baja permeabilidad, con densidad elevada de

los pozos; facilita el control del frente de invasión y del factor de reemplazo y disminuye el efecto negativo de las heterogeneidades producto de la recuperación.

En Quito-Ecuador, se presentó la aplicación de un proyecto de recuperación secundaria por inyección de agua que logró una mejora en el mantenimiento de la presión de la arenisca U inferior, el método de recuperación primaria que poseía, no cubría algunos yacimientos debido a que determinados campos pasaron a su etapa madura. Con la aplicación del proyecto de recuperación secundaria por inyección de agua se incrementaron las reservas de 8,66 MMBN, logrando un factor de recobro adicional de 4,4%.

En otro contexto se puede determinar que una incorrecta aplicación del proceso de inyección de agua, no satisface las necesidades del yacimiento, ya que en los pozos piloto de las Arenas U y T Inferior de los campos Huachito e Inchi en Ecuador, la efectividad de la recuperación es incompleta, ya que los pozos inyectoros se encontraban trabajando de forma normal, influenciados por la recuperación, produciendo gracias a su mecanismo primario

En cuanto a la descripción de características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se consideraron como subcategorías, la geometría, profundidad, porosidad, magnitud, permeabilidad.

Para este proceso de inyección de agua, es necesario considerar el uso de Sistemas Modulares, y evitar el uso de arreglos complejos, ya que pueden ocasionar turbulencia y grandes pérdidas, debido a la fricción. Otros factores a considerar para que un proceso de inyección sea factible en un determinado yacimiento son las características de este yacimiento, tales como sus características litológicas, su geometría, su porosidad, su magnitud, su profundidad, su permeabilidad, la continuidad de las propiedades de su roca.

Considerar la geometría del yacimiento, es importante ya que su estructura y estratigrafía brindan información de los pozos que puede ser utilizada para establecer el proceso de inyección de agua a utilizar (externa o dispersa). Un correcto análisis de la geometría del yacimiento ayuda a determinar la presencia y

la fuerza de un empuje de agua, pudiendo tomar decisiones sobre una inyección suplementaria.

La profundidad del yacimiento, también es importante debido a que la saturación residual de petróleo en yacimientos profundos es baja por lo que se necesitaría utilizar un sistema de presión más alto para inyectar fluidos y un espaciamiento amplio entre pozos, en comparación a los yacimientos superficiales.

Según lo analizado la característica de la porosidad del yacimiento es importante considerar, ya que influye directamente en la recuperación del petróleo; condicionando la cantidad de fluido presente en la saturación.

Considerar dentro los factores de importancia a la permeabilidad, garantiza el control por sobre los niveles de inyección de agua, ya que determina la cantidad de agua necesaria para inyectar en el pozo, manteniendo una presión constante de salida.

Finalmente se determinaron los siguientes lineamientos para un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, considerando las determinaciones anteriormente realizadas.

Como primer lineamiento para el desarrollo del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria se identificarán las características del yacimiento sobre el que se llevará a cabo el proceso, características litológicas, su geometría, su porosidad, su magnitud, su profundidad, su permeabilidad.

Como segundo lineamiento se determina la selección del tipo de inyección de agua para la recuperación secundaria, dependiendo de la morfología del yacimiento, esta puede ser externa o dispersa.

Como tercer lineamiento se determinarán las características del petróleo que se extraerá del yacimiento, ya que de acuerdo a sus características físico químicas, su viscosidad y los fluidos desplazantes y desplazados, se afectará la movilidad del petróleo.

V. DISCUSIÓN

La descripción del estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se realizó en base a la definición de Oilfield Glossary, y a los aportes de Hernández (2002) y Naranjo (2010), en sus trabajos de investigación referente a los tipos de procesos de inyección de agua.

La definición de la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se basó en las aplicaciones presentadas en diferentes contextos, presentados en las investigaciones de Díaz (2019), Córdova (2017), Guaminga (2019), y Gutiérrez (2019), en cuanto a las aplicaciones para el desarrollo del proceso, en sus respectivas realidades.

Las características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se describieron en base a las investigaciones realizadas por autores como Paris de Ferrer (2001), con su publicación “Inyección de agua y gas en yacimientos petrolíferos”, y Morales (2014) en su trabajo de investigación “Estimación del factor de recobro de petróleo mediante la inyección de agua en el yacimiento Ib / Bs 101 del campo Boscán”

Los lineamientos para un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, determinados en el presente trabajo de investigación, tomaron en consideración las investigaciones de los autores, Oilfield Glossary (2016), Naranjo (2010), Paris de Ferrer (2001), Diaz (2019), Córdova (2017), Guaminga (2019), Gutiérrez (2019), Moya (2017), Cerquera (2016), Morales, 2014, Paris de Ferrer.

Los resultados presentados en la investigación realizada son correctos por haberse tomado de fuentes fidedignas sustentadas con las citas correspondientes.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó la descripción del estado del arte del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, determinando los tipos: la inyección periférica o externa, y la inyección en arreglos o dispersa
2. La definición de la actual situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, se realizó tomando en consideración aplicaciones dadas en diferentes contextos, de acuerdo a la morfología del terreno, a la ubicación del yacimiento, a la problemática, a las características del crudo y del agua.
3. Las características del yacimiento para la recuperación secundaria en la industria petrolera se describieron en base a su geometría, profundidad, porosidad, magnitud, permeabilidad de los pozos de extracción petrolera.
4. Los lineamientos de un correcto proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, determinados en el presente trabajo, consideraron, las características del crudo, las características del yacimiento y en base a estos, el tipo de proceso de inyección de agua necesario para un desarrollo más rentable.

VII. RECOMENDACIONES

Se puede considerar la inclusión de las herramientas y el personal especializado en el área de procesos de inyección de agua para la recuperación secundaria, brindando un mejor panorama de los requerimientos que se suscitan.

De igual manera pueden ser consideradas en la situación del proceso de inyección de agua para la recuperación secundaria en la industria petrolera, a las empresas exploradoras de crudo con mayor presencia en el mercado, con la finalidad de analizar y comparar modelos de producción.

De igual manera puede ser incluida una revisión sobre los tratamientos químicos realizados sobre el agua de formación antes de ingresar al proceso de inyección, lo que determina su comportamiento frente a los acueductos y a las propiedades químicas del crudo.

REFERENCIAS

ANA. 2016. El agua en cifras. Autoridad Nacional del Agua. [En línea] 2016. <https://bit.ly/31UxdCc>.

AGURTO, Elbert Alberto. Mejoras en el tratamiento de agua de inyección para campos maduros de petróleo usando microburbujas de gas natural. 2012. Disponible en <https://bit.ly/34uc1Um>

BALGORRIA, Pablo Tenorio; DEL PERÚ, Petróleos. Tratamiento de agua salada para recuperación secundaria de petróleo. En Seminario Técnico sobre Tratamiento de Aguas Industriales y Efluentes. Petróleos del Perú, 1979. Disponible en <https://bit.ly/2L0Jqh>

CANDELLERO, Mauro y DELGADO, Mariela. 2018. Reutilización de Agua de Flowback en Fracturas Convencionales. Neuquén, Argentina : Universidad Nacional del Comahue, 2018.

CARRIÓN, José Roberto; MALDONADO, Jaya. Análisis y rediseño del sistema de reinyección de crudo para el Campo Cuyabeno y Sansahuari pertenecientes al área Cuyabeno. 2011. Tesis de Licenciatura. SANGOLQUÍ/ESPE/2011. Disponible en <https://bit.ly/2XTKbyj>

CHECA, Byron. 2019. Selección de pozos candidatos para un proyecto de recuperación secundaria en Basal Tena en la parte central del Campo Auca. Quito, Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2019.

CÓRDOVA ZÁRATE, David Alejandro. Proyecto de inyección de agua de formación para incrementar el factor de recuperación en un campo X de la amazonía ecuatoriana. 2017. Tesis de Licenciatura. CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS FACULTAD: INGENIERÍA DE PETROLEOS. Disponible en <https://bit.ly/37O1dCS>.

DÁVALOS, Raúl Leandro. Diseño de una planta para el tratamiento de 20 000 barriles diarios de agua de formación en un campo maduro del oriente ecuatoriano. 2014. Tesis de Licenciatura. Quito: EPN, 2014. Disponible en <https://bit.ly/34uuHDx>

DÍAZ, Andrés. 2019. Evaluación de resultados de la recuperación secundaria por inyección en el Bloque 47-campos Huachito, Inchi. Quito, Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2019.

GRAÑA Y MONTERO PETROLERA. 2019. Exploración y producción. Unidades de negocio. [En línea] 2019. <https://bit.ly/2MaOPE9>.

GUAMÁN, Juan y MENA, Franklin. 2019. Proyecto piloto de recuperación mejorada por inyección de solvente en el campo VHR. Quito, Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2019.

GUTIÉRREZ VELÁSQUEZ, Christian David. Estrategia corporativa para incremento de reservas recuperables de petróleo mediante la recuperación secundaria, aplicada a yacimientos de la cuenca oriente del Ecuador. 2019. Tesis de Licenciatura. Quito, 2019. Disponible en <https://bit.ly/2DkKIWe>.

GUAMINGA, Cristian. 2019. Estudio técnico de reservorio para la ampliación de la inyección de agua en la arena u inferior del campo MDC. Quito, Ecuador : Escuela Politécnica Nacional, 2019.

HERNANDEZ, Rigoberto. 2002. Evaluacion conceptual del proceso de inyeccion de agua y gas en yacimientos, utlizando analisis de lineas de flujo (streamlines) vs. simulacion numerica convencional. Universidad central de Venezuela . Caracas : s.n., 2002.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2016. Metodología de la Investigación 6ta edición. México D.F : MC GRAW HILL EDUCATION, 2016. 978-1-4562-2396-0.

HERRERA ROBAYO, Cristhian Vinicio. Evaluación de la recuperación secundaria por la inyección de agua en el Campo Oso Arena T utilizando diferentes métodos de predicción. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito, 2018. Disponible en <https://bit.ly/2Dqjjgc>.

ICCT. 2011. Introducción a la refinación del petróleo y producción de gasolina y diésel con contenido ultra bajo de azufre. Maryland : Internaciotal Council on Clear Transportation, 2011.

IGLESIAS DELGADO DE TORRES, Carlos. Investigación de métodos de recuperación secundaria en yacimientos kársticos complejos en presencia de acuífero activo infinito. 2015. Tesis Doctoral. ETSI_Energia. Disponible en <https://bit.ly/2OtbA7p>

INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL. 2013. Grados API y gravedad específica de los hidrocarburos, combustibles líquidos. s.l. : Ingeniería Energética General, 2013.

IPEBA. 2014. Ficha de análisis documental. Lima : IPEBA, SINEACE, 2014.

LORENZO, María y ZANGARO, Marcela. 2002. Proyectos y metodología de la investigación. Buenos Aires : Ediciones del Aula Taller, 2002.

MORENO DELGADO, Juan Fernando. Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas amargas proveniente de la refinación del petróleo aplicando el simulador Aspen Plus®. 2019. Tesis de Licenciatura. Disponible en <https://bit.ly/33qvvMB>.

MORALES, Omar. 2014. Estimación del factor de recobro del petróleo mediante la inyección de agua en el yacimiento IB/BS 101 del campo de Boscán. Universidad Central de Venezuela. Caracas : s.n., 2014.

MOYA, Karina Patricia; DÍAZ, Perugachi; CORAL, María. Estudio de la planta de tratamiento de agua de la estación Secoya y diseño de sistemas modulares para recuperación secundaria. 2017. Tesis de Licenciatura. Quito, 2017. Disponible en <https://bit.ly/2QUAQ7Y>

MIRANDA TORRES, Carlos Iván. Análisis técnico–económico del plan piloto de recuperación secundaria en campos maduros a través de inyección de agua. 2017. Tesis de Licenciatura. CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS FACULTAD: INGENIERÍA DE PETROLEOS. Disponible en <https://bit.ly/2Dn1b6L>

NARANJO, Carlos Eduardo. 2010. Factibilidad de la inyección de agua en las arenas mugrosa del campo Lisama. Facultad de ingenierías fisicoquímicas, Universidad industrial de Santander. Bucaramanga : s.n., 2010.

NORIEGA, Fernando. 1962. Historia de la industria del Petróleo en el Perú desde sus comienzos hasta la fecha. Lima : Osinerming, 1962.

OILFIELD GLOSSARY. 2016. Secondary recovery. Glossary. [En línea] 2016. <https://bit.ly/2IHvOHe>.

OSWALDO, Ayala Almeida Nixon. Estudio de prefactibilidad de implementación de recuperación secundaria por inyección de agua a la arena “T” inferior en el pozo Parahuacu 22D del campo Parahuacu. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito, 2018. Disponible en <https://bit.ly/34sn8wZ>

PALATE, Maiquiza; ORLANDO, Klever. Estudio de recuperación mejorada de petróleo por inyección de agua caliente en un yacimiento de crudos pesados de un campo del Oriente Ecuatoriano. 2008. Tesis de Licenciatura. QUITO/EPN/2008. Disponible en <https://bit.ly/2L2FMnD>

PARIS DE FERRER, Magdalena. 2001. Inyección de agua y gas en yacimientos petrolíferos. Maracaibo, Venezuela : s.n., 2001.

PERUPETRO. 2010. Actividades de explotación y exploración de hidrocarburos en el Perú. Lima : Petroperu, 2010.

PIARPUEZÁN, Goyes; ANTONIO, Cristian. Rediseño del sistema de deshidratación de crudo pesado en la estación Pindo ubicado en el bloque 65, operada por el consorcio Petrosud-Petroriva. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito, 2018. Disponible en <https://bit.ly/2DkKjgW>

PRIEO, Diego y PUENTE, Sol. 2016. Gestión hídrica en explotaciones hidrocarburíferas no convencionales. s.l. : Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2016.

RIVERA, Luis. 2015. Apuntes de recuperación secundaria y mejorada. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F : s.n., 2015.

RIOFRIO, Augusto Jose. Estudio técnico económico previo a la implementación de un proyecto de recuperación secundaria mediante inyección de agua en el campo Mauro Dávalos Cordero, ubicado en el bloque 47 del oriente ecuatoriano. 2014. Tesis de Licenciatura. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. FACULTAD: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA. Disponible en <https://bit.ly/2KYX3xY>

SÁNCHEZ LUGUAÑA, Diego Iván; DONOSO NAVAS, Juan Sebastián. Estudio de completaciones de fondo para Recuperación Secundaria por Inyección de Agua en las arenas Basal Tena y "U" Superior del Campo Libertador. 2013. Disponible en <https://bit.ly/2ryT8Rw>.

VILLEGAS ABAD, Luis Antonio. Evaluación de riesgos en la operación de una planta de tratamiento de agua de producción para pozos inyectores. 2017. Disponible en <https://bit.ly/37GZjnk>.

WALPOLE, Ronal, y otros. 2012. Probability & Statistics for Engineers & Scientists. [ed.] University of Texas at San Antonio. Boston : University of Texas at San Antonio, 2012. 0-321-62911-6.

WATT, JAMES y VAN DEN BERG, SJEF. 2002. Distributions: population, sample, and sampling distributions. [aut. libro] James Watt y Sjeff Van den Berg. Research methods for communication science. 2002.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

N°	Tipo de documento	Nombre del documento	Autor	Año	Conceptos claves	Tesis central o ideas fundamentales	Objetivo de la Investigación	Conclusiones
1	Articulo	Unidad de negocio	GMP	2019	Exploración y producción	Inyección para recuperación secundaria	Describir el estado del proceso inyección de agua	Determinar los tipos inyección periférica e inyección dispersa
2	Tesis	Estudio de la planta de tratamiento de agua	Moya	2017	Diseño de sistemas modulares	Estudio del tratamiento de agua	Evaluar la planta de tipo aplicada	Utilizar sistemas modulares para oportuna solución a factores como dinero tiempo movilidad espacio
3	Tesis	Estudio de recuperación por inyección de agua caliente	Palate Maiquiza Orlando	2008	Recuperación mejorada de petróleo	Inyección de agua caliente en un yacimiento de crudo pesado	Estudiar la recuperación mejorada	Se determino las características del crudo y Características yacimiento
4	Tesis	Estudio técnico de reservorio	Guaminga Cristhian	2019	Recuperación secundaria	Inyección de agua en la arena o inferior del campo	Implementar la ampliación del proyecto de inyección de agua	Se muestra un efecto positivo en el mantenimiento de la presión del reservorio

5	Articulo	Inyección de agua y gas en yacimientos petrolíferos	Paris de Ferrer Magdalena	2001	Recuperación secundaria	Añadir energía extra en el yacimiento	Desplazar el petróleo del yacimiento para recuperarlo	El desplazamiento se realizo sin alterar las propiedades del fluido contenido en el yacimiento
---	----------	---	---------------------------	------	-------------------------	---------------------------------------	---	--

Anexo 4. VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ...**Paul Alejandro Dioses Gutiérrez**... con DNI N.º **45378187** Magister en....., de profesión ...**Ingeniero de Petróleo**... Desempeñándome actualmente como Ingeniero ...**SSOMA en Northex del Peru SAC** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Matriz de análisis documental

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Matriz de análisis documental	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia					X
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de julio del dos mil veinte

DNI : **45378187**
Especialidad : **Ingeniero de Petróleo**
E-mail : **pdioses@northexcorp.com**


Paul Alejandro Dioses Gutiérrez
INGENIERO DE PETRÓLEO
CIP. N° 209778

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo...**Iván Arturo Briceño Zapata**.... con DNI N.º...**46837602**... Magister
 en..... de profesión...
Ingeniero Industrial ... desempeñándome actualmente como... **Ingeniero de Seguridad**... en... **Graña y Montero Petrolera S.A.**.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Matriz de análisis documental

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Matriz de análisis documental	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de julio del dos mil veinte

DNI : **46837602**
 Especialidad : **Ingeniero Industrial**
 E-mail : **ivan.briceno@gmp.com.pe**



Ivan Arturo Briceño Zapata
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP 192642

VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Julio Enrique Bardales Fernandez con DNI N.º 41616575, de profesión Ingeniero de Petróleo, desempeñándome actualmente como Supervisor Fiscalizador de medición de hidrocarburos líquidos y gaseosos en la empresa de Servicios y Tecnología SRL (PERUPETRO)

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Matriz de análisis documental

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Matriz de análisis documental	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de julio del dos mil veinte.

Ing. : Julio Enrique Bardales Fernández
DNI : 41616575
Especialidad : Ingeniería de Petróleo
E-mail : kikebafer@hotmail.com



SERVICIOS Y TECNOLOGÍA SRL
Ing. JULIO BARDALES FERNANDEZ
Supervisor
CIP N° 112375