

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA  
PARA EL SUMINISTRO DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

**EDUARDO ALBERTO ESCOBAR DUQUE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA**

**2016**

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA  
PARA EL SUMINISTRO DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

**EDUARDO ALBERTO ESCOBAR DUQUE**

**Trabajo de grado como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de Hidrocarburos**

**Director**

**M. Sc. FERNANDO ENRIQUE CALVETE GONZALEZ**

**Ingeniero de Petróleos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA**

**2016**

*A Dios que en su infinita gracia y bondad  
me dio la oportunidad de ampliar mis conocimientos.  
A mi amada esposa por su comprensión y apoyo permanentes.  
Gracias por estar a mi lado todos estos años.  
A mis hijos que han sido el regalo más hermoso que Dios me ha dado*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	12
1. DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL .....	14
2. COMO DEFINIR EL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL IDEAL PARA UN POZO .....	19
3. VARIABLES QUE INVOLUCRAN LOS MODELO DE COMPRA Y RENTA EN LOS SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.....	25
4. COMPARACION EN LA ADQUISICION ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA PARA SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL .....	29
4.1 Costos por la Compra de los Sistemas de Levantamiento Artificial .....	29
4.2 Costos por los Servicios .....	33
4.3 Términos y condiciones adicionales .....	35
4.4 Costos Totales Modelo Compra de Sistemas de Levantamiento Artificial .....	36
4.5 Costos por la Renta de los Sistemas de Levantamiento Artificial .....	39
5. ANALISIS DE RESULTADOS ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA PARA SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL .....	44
6. CONCLUSIONES.....	47
7. RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXOS .....	51

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Reporte Global Mercado Levantamiento Artificial 2005-2015 .....	14
Gráfico 2. Comparación del crecimiento de la industria Oil & gas contra la industria de levantamiento artificial.....	15
Gráfico 3. Mercado global de Sistemas de Levantamiento Artificial Lift por tipo de método de levantamiento (basado en inversiones) .....	16
Gráfico 4. Tendencia mundial de los pozos por volumen producido .....	19
Gráfico 5 Representación de las presiones ejercidas en un pozo de producción .....	21
Gráfico 6. Modelos de negocios en el tiempo para levantamiento artificial.....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de pozos por tipo de Levantamiento Artificial en Colombia .....	17
Tabla 2 Distribución por cuencas de sistemas de levantamiento artificial en Colombia ...	18
Tabla 3. Precios de Compra Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico	30
Tabla 4. Precios de Compra Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Electrosumergible.....	31
Tabla 5. Precios de Compra Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo de Cavidades Progresivas .....	32
Tabla 6 Precios Compra Sistema de Levantamiento Artificial .....	33
Tabla 7. Costos de los servicios opción compra.....	34
Tabla 8. Valor Renta Sistemas de Levantamiento Artificial .....	39
Tabla 9 Costos de Compensación Mensual Soporte Permanente Modalidad Renta (en pesos colombianos) .....	40
Tabla 10. Depreciación Mensual Soporte Permanente Modalidad Renta .....	41
Tabla 11. Materiales Mantenimiento Mensual Soporte Permanente Modalidad Renta .....	42
Tabla 12 Resumen Costos Asociados Modelo de Renta .....	43
Tabla 13. Comparación de Costos entre los dos modelos por años de ejecución.....	45

## TABLA DE ANEXOS

Anexos A Sistemas de levantamiento sistemas de levantamiento artificial instalados por compañía en Colombia .....	51
Anexos B Discriminación mensual de los costos por mes para la opción de compra .....	52
Anexos C Discriminación mensual de los costos por mes para la opción de renta .....	53

## RESUMEN

**TITULO: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA PARA EL SUMINISTRO DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL\***

**AUTOR: EDUARDO ALBERTO ESCOBAR DUQUE\*\***

**PALABRAS CLAVES:** Estudio comparativo, levantamiento artificial, modelos de adquisición de productos y servicios, términos y condiciones de compra y renta.

### **DESCRIPCIÓN:**

La presente monografía tiene por objeto realizar un estudio comparativo entre los modelos de compra y renta para el suministro de sistemas de levantamiento artificial permitiendo evaluar y diagnosticar los pros y contras que se presentan al suministrar este tipo de tecnologías y que repercuten en los costos operativos de las empresas compradoras; lo anterior basado en los altos costos iniciales de operación que las empresas requieren para la utilización de los sistemas de levantamiento artificial en su objetivo de alcanzar los niveles de producción de aceite y gas que requeridos. De igual forma se realiza un diagnóstico del mercado mundial y local en sistemas de levantamiento artificial.

Hoy en día, la rentabilidad de las operaciones en la explotación de hidrocarburos se ven afectadas por los altos costos iniciales de inversión que exigen el uso de los sistemas de levantamiento artificial, por lo cual se pretende analizar con este estudio comparativo los beneficios que las empresas alcanzan a diferir la inversión inicial en un tiempo de operación determinado.

El trabajo está conformado por 5 capítulos, en el primer capítulo se hace un diagnóstico del mercado de levantamiento artificial; en el capítulo 2 se brindan los conceptos básicos y necesarios para definir el sistema de levantamiento artificial idóneo para las condiciones reales de la operación; el capítulo 3 se consideran las variables en los modelos de compra y renta para la adquisición de los productos y servicios de las tecnologías usadas en los sistemas de levantamiento artificial; y en los dos últimos capítulos se analizan los diferentes resultados obtenidos para definir el tipo de modelo de adquisición más beneficioso para las empresas usuarios de este tipo de equipos requeridos en la producción de hidrocarburos.

---

\* Monografía de especialización

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería de Petróleos, Director M. Sc. Fernando Enrique Calvete Gonzalez

## ABSTRACT

**TITLE: COMPARATIVE STUDY BETWEEN PURCHASE AND RENT MODELS FOR SUPPLY ARTIFICIAL LIFT SYSTEMS\***

**AUTHOR: EDUARDO ALBERTO ESCOBAR DUQUE\*\***

**KEYWORDS:** Comparative study, artificial Lift, products and services acquisition models, terms and conditions for purchase and rent.

### **CONTENT:**

This document is a comparative study between models of purchase and renting for supply artificial lift systems based on the evaluate and diagnose the benefits and cons that these technologies affecting the operating costs of the companies; It is very important to mention the initial high operating costs that companies require for use artificial lift systems in its goal of achieving production levels of oil and gas required. Additionally, a diagnosis of global and local market in artificial lift systems is performed.

Today, the profitability of operations in the exploitation of hydrocarbons are affected by the high initial investment costs which require the use of artificial lift systems, so one tries to analyze in this comparative study the benefits that companies reach to defer the initial investment in a particular time operation.

The document included five chapters, the first chapter, it is a diagnosis of artificial lift market; in chapter 2, I am working the basic and necessary concepts required to define the artificial lift system suitable for actual operating conditions; Chapter 3 considers the variables in the traditional model of purchase and rent model in order to acquire products and services of the technologies used in artificial lift systems; and the last two chapters, show the different results obtained to define the better option in the acquisition process between two models analyzed with this type of equipment required in the production of hydrocarbons.

---

\* Specialization Monograph.

\*\*Physic-chemist Engineering Faculty. Petroleum Engineering School, Director, M. Sc. Fernando Enrique Calvete Gonzalez

## INTRODUCCION

Los sistemas de levantamiento artificial en la industria petrolera cada día tienen más adeptos y cada día es más frecuente su uso en las diferentes aplicaciones que podemos encontrar en los pozos petroleros; principalmente por los interesantes desarrollos tecnológicos que se han venido presentando en los últimos años; prueba de lo anterior es que el mercado mundial de levantamiento artificial llegó alcanzar la no despreciable suma de US\$ 15.5 billones en el año 2014, siendo el pico más alto en volumen de ventas de este tipo de tecnologías en el mundo y en su historia.

Con el presente proyecto se pretende realizar un estudio comparativo entre los modelos de compra y renta para el suministro de Sistemas de Levantamiento Artificial, analizando los beneficios económicos que estas opciones de suministro y adquisición pueden traer tanto a proveedores como compradores. El material presentado a continuación se ha dividido en cinco partes, iniciando con un diagnóstico de la situación actual del mercado de Sistemas Artificiales a nivel mundial y a nivel país; posteriormente se mostrara de manera breve pero concisa la selección ideal de un sistema de levantamiento artificial mostrando los ambientes en que mejor se desempeñan; seguido se presentaran las diferentes variables que involucran los modelos contractuales de venta tradicional y renta; a continuación se realizara una comparación de los costos bajos los dos modelos contractuales propuestos para los tres sistemas de levantamiento artificial más comúnmente usados en el país, estos son: Bombeo mecánico, bombeo electrosumergible y bombeo de cavidades progresivas; y por último se analizaran los resultados producto de la comparación previamente mencionada.

Por lo anterior, se puede sugerir que los mecanismos de adquisición para sistemas de levantamiento artificial en Colombia, requieren un cambio estratégico en su ejecución, colocándose al nivel de otros países, donde se han alcanzado

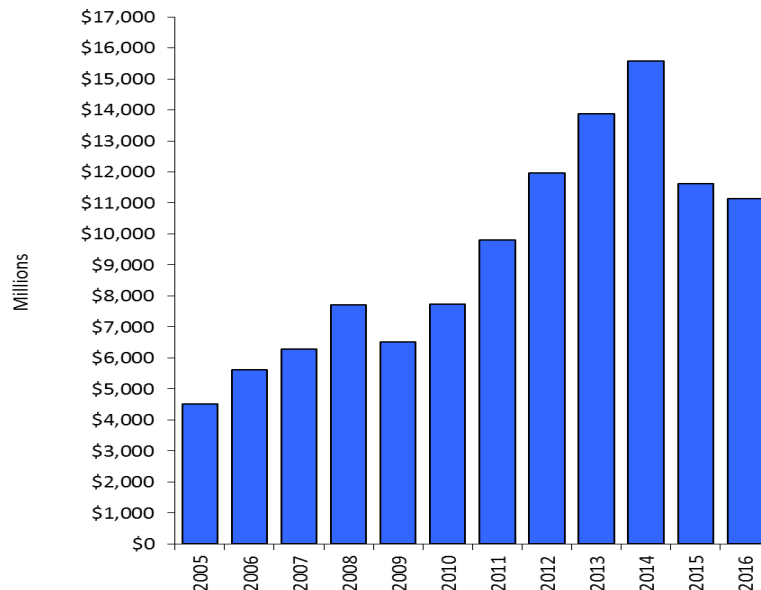
mejoras muy importantes en la optimización de los recursos requeridos para la aplicabilidad de los sistemas de levantamiento artificial. Las circunstancias actuales del mercado de los hidrocarburos obligan a buscar innovaciones en los procesos de contratación. Es también para destacar que se podría ser más agresivo a la hora de buscar opciones de adquisición, tal sería el caso de incluir la generación eléctrica como alternativa para contar con más apoyo de parte de los especialistas a la hora de hacer uso de sus servicios y tecnologías.

## 1. DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL

El uso de los sistemas de levantamiento artificial en la industria petrolera ha crecido en sus demanda de forma exponencial principalmente por sus bondades tecnológicas que facilitan la extracción de hidrocarburos cuando la energía de los yacimientos ha disminuido o por decisión de las compañías operadoras de extraer una mayor cantidad de petróleo y gas que reduzcan los impactos en inversiones así como un retorno de capital mucho más expedito.

Hoy en día el volumen que representa el mercado global en sistemas levantamiento sobrepasa los 11.5 billones de dólares para el año 2015, según el reporte presentado el pasado 17 de Enero de 2016 por la consultora Spears & Associates que muestra el volumen de ventas por año. En la siguiente tabla se podrá observar cómo ha sido el mercado global en los últimos 11 años.

**Gráfico 1 Reporte Global Mercado Levantamiento Artificial 2005-2015**



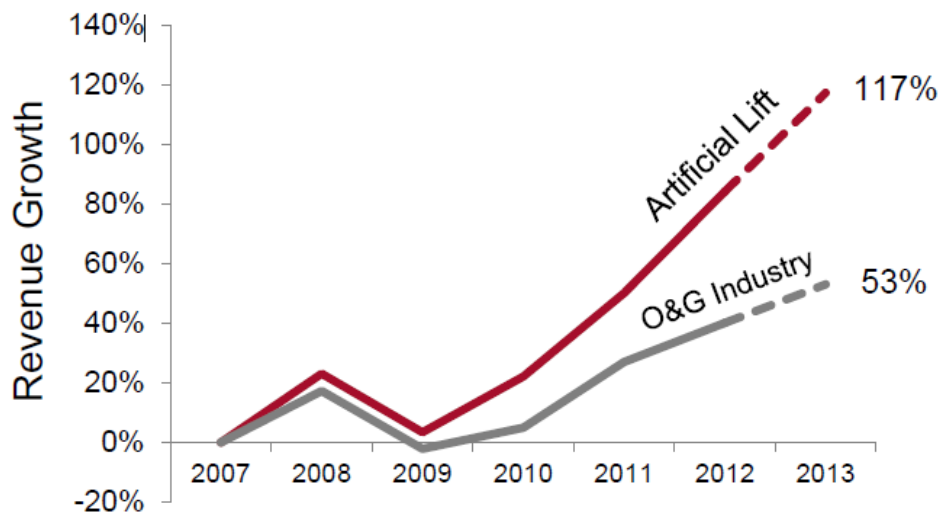
Fuente: Tomado de Spears & Associates. Oilfield Market Report. Disponible en:

<http://www.spearsresearch.com>

Como se puede observar el incremento en los últimos años en la industria de servicios y productos en levantamiento artificial ha crecido desde el 2005 un 147%, lo que representa la gran importancia que para la industria petrolera es contar con mecanismos viables y atractivos en la adquisición de estos productos con miras a tener mejoras en los indicadores financieros de las empresas productoras de crudo y gas.

Es muy importante destacar, la gran relevancia que los sistemas de levantamiento artificial han adquirido en la industria de hidrocarburos en los últimos; en la siguiente grafica se podrá mirar un comparativo entre el crecimiento que la industria de oil & gas ha alcanzado en los últimos años respecto al crecimiento de la industria de levantamiento artificial.

**Gráfico 2. Comparación del crecimiento de la industria Oil & gas contra la industria de levantamiento artificial**

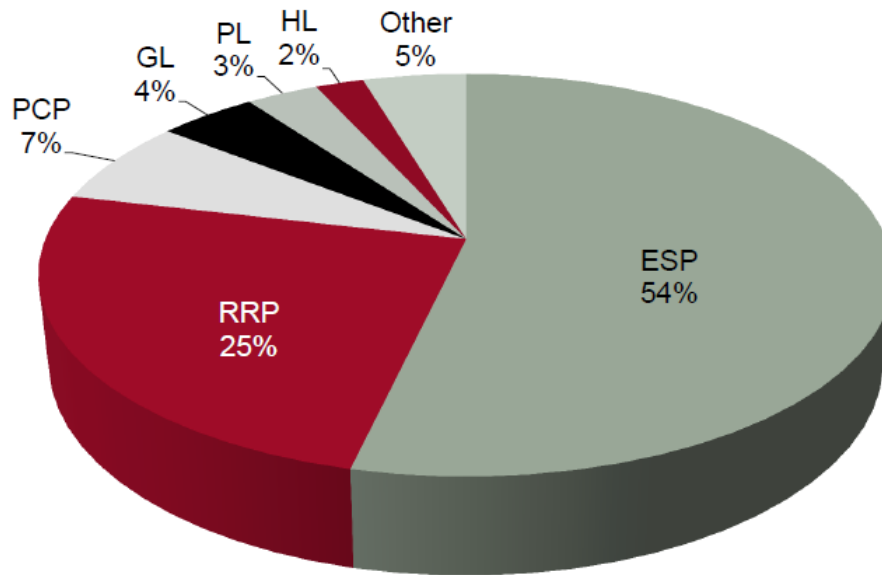


Fuente: Tomado de Spears & Associates, Inc, Oilfield Market Report 2005-2013. Disponible en: <http://www.spearsresearch.com>

Una distribución de este mercado a nivel global por tipo de levantamiento artificial se puede observar en la siguiente figura, observando como el sistema de bombeo

electrosumergible ha duplicado el volumen de ventas sobre el bombeo mecánico que por tantos años fue la primera opción de los ingenieros a la hora de considerar un sistema de levantamiento artificial.

**Gráfico 3. Mercado global de Sistemas de Levantamiento Artificial Lift por tipo de método de levantamiento (basado en inversiones)**



Fuente: Spears & Associates, Inc, Spears Oilfield Market Report, Oct, 2011. Disponible en: <http://www.spearsresearch.com>

A nivel país, este mercado en el año 2015, representó la no despreciable suma de 318 millones de dólares, pues a lo largo y ancho del país el uso de sistemas de levantamiento artificial se ha masificado entre las diferentes compañías operadoras en suelo colombiano, tanto así que hoy el 97.5% de los pozos en Colombia tienen un sistema de levantamiento artificial instalado y solo el 2.5% de los pozos operando en Colombia producen por flujo natural. De acuerdo al boletín de estadísticas que prepara trimestralmente ACIPET, en la actualidad hay más de 16.000 pozos perforados en el país, de los cuales 14.429 pozos han sido

destinados para producción y más de 1.600 pozos se utilizan para cualquier tipo de inyección. En la siguiente tabla podrá observar el número de pozos por tipo de sistema de levantamiento artificial instalados en el país.

**Tabla 1. Distribución de pozos por tipo de Levantamiento Artificial en Colombia**

Metodo de Levantamiento Artificial	Condicion	Cantidad	Total
Bombeo Mecanico	Activos	3363	3406
	Inactivos	43	
PCP	Activos	1334	1357
	Inactivos	23	
ESP	Activos	2827	2919
	Inactivos	92	
Jet Pump	Activos	23	26
	Inactivos	3	
Bombeo Hidraulico	Activos	145	163
	Inactivos	18	
Gas Lift	Activos	211	211
	Inactivos	0	
Flujo Natural	Activos	187	206
	Inactivos	19	
Temporalmente Suspendidos			2683
Secos			40
Abandonados			3418
<b>Total Pozos:</b>			<b>14429</b>

Fuente: Tomado de ACIPET. Boletín Estadístico Mensual - Estado de pozos de Colombia, Septiembre 2015. Disponible en <http://www.acipet.com>.

Esta distribución se puede observar en la siguiente tabla por cuencas sedimentarias, observando que el mayor volumen de pozos operando con un sistema de levantamiento artificial esta entre las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Llanos Orientales con un 90% y un restante 10% para el resto de las cuencas. De igual forma podemos observar que hay un poco menos de 8100

pozos con algún tipo de sistema de levantamiento artificial ya sea que se encuentra activo o que se encuentra inactivo por alguna razón operativa o de costos; de igual forma hay un poco más de 200 pozos con flujo natural y alrededor de 6141 pozos que se encuentran suspendidos temporalmente, están secos o abandonados.

En otras palabras de los 14429 pozos que hay perforados en condición de producción en el país, el 57% de los pozos son productores y el 43% se encuentran en condición de no productores. De ese volumen de pozos, los dos sistemas de levantamiento artificial que sobresalen: son el bombeo mecánico, en cualquiera de sus tecnologías y el bombeo electrosumergible, cubriendo en los dos el 76.3% de pozos productores en Colombia.

**Tabla 2 Distribución por cuencas de sistemas de levantamiento artificial en Colombia**

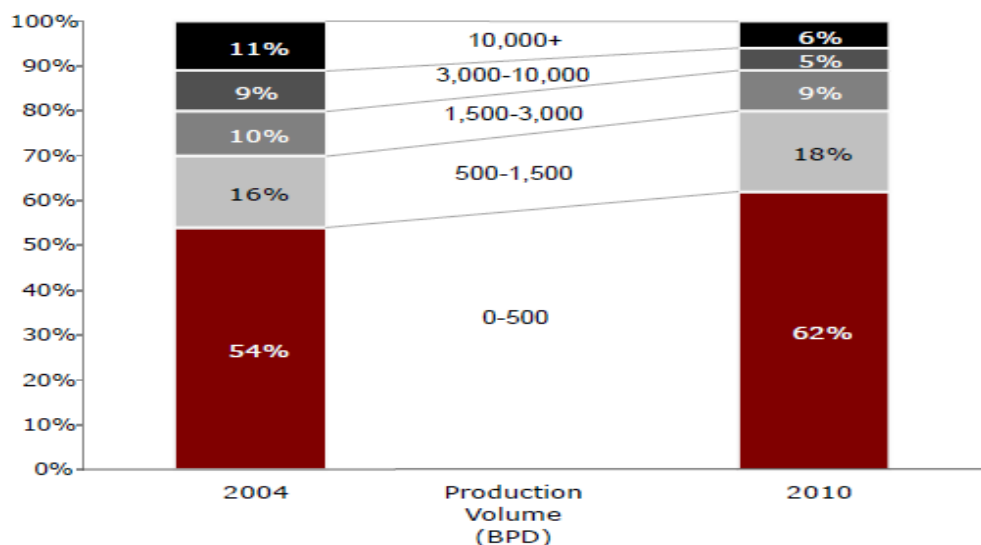
Cuenca	Bombeo Mecanico	PCP	ESP	Jet Pump	Bombeo Hidraulico	Gas Lift	Flujo Natural	Temporalmente Suspendidos	Secos	Abandonados	Total
Catatumbo	179	30	6		9	6	10	249		346	835
Cesar-Ranchería											0
Cordillera Oriental		3					3	6		2	14
Guajira							25	3		6	34
Guajira offshore								1			1
Llanos Orientales	61	118	2427	24	98	16	54	765	32	469	4064
Magdalena							1				1
Meta								2		2	4
Putumayo	40	5	62		38		19	134		46	344
Sin Informacion			2			2	3	7	3	10	27
Sinu-San Jacinto							2				2
Valle Inferior M/lena	1	3	2		3	19	30	28		31	117
Valle Medio M/lena	2931	805	126	1	12	148	38	1325	3	2322	7711
Valle Superior M/lena	194	393	294	1	3	20	21	163	2	184	1275
<b>Total</b>	<b>3406</b>	<b>1357</b>	<b>2919</b>	<b>26</b>	<b>163</b>	<b>211</b>	<b>206</b>	<b>2683</b>	<b>40</b>	<b>3418</b>	<b>14429</b>
	41.1%	16.4%	35.2%	0.3%	2.0%	2.5%	2.5%	43.7%	0.7%	55.7%	

Fuente: Tomado de ACIPET. Boletín Estadístico Mensual - Estado de pozos de Colombia, Septiembre 2015. Disponible en: <http://www.acipet.com>

## 2. COMO DEFINIR EL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL IDEAL PARA UN POZO

Cada vez que un pozo es perforado y se considera colocarlo en producción, los ingenieros piensan en escoger el sistema levantamiento artificial ideal acorde a sus necesidades, recursos y condiciones operativas; pero también cada día son más grandes los retos que se encuentran para poner un pozo en producción, partiendo de los costos de perforación y completamiento, precios del crudo y condiciones de pozo, tales como: alto porcentaje de gas libre en el crudo, altos cortes de agua, petróleos con baja gravedad API, altas viscosidades, presencia de arena y finos, deshidratación de pozos de gas, pozos más profundos y calientes, bajos niveles de fluido y disminuidas presiones de yacimiento. Lo anterior deriva que cada día es más complejo llegar a los yacimientos de hidrocarburos y por ende es más largo el tiempo para recuperar la inversión generada en la industria petrolera.

**Gráfico 4. Tendencia mundial de los pozos por volumen producido**



Fuente: Fuente: Tomado de Welling & Company 2010, Worldwide Survey of the Market of Artificial Lift Equipment. Disponible en: <http://www.welling.com>

Con base en lo anterior, la optimización y máximo aprovechamiento de los campos maduros nos indican que este nicho de mercado es esencial para el uso de sistemas de levantamiento artificial, en la siguiente gráfica, se puede observar, como ha sido la tendencia por volumen producido de los pozos en los últimos años, es decir la probabilidad de encontrar pozos con alto volúmenes de fluido son cada vez más escasas, encontrar pozos con la energía suficiente para que fluya naturalmente son cada vez más remotas.

Los factores a considerar para la selección idónea de un sistema de levantamiento artificial son:

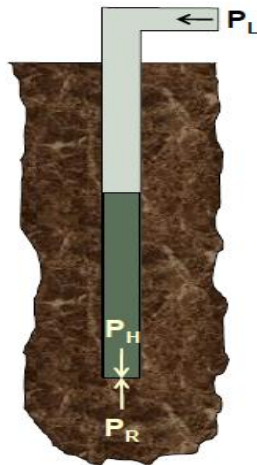
- Condiciones de producción
- Datos de yacimiento
- Mecanismo de empuje:
  - Gas en solución
  - Empuje hidráulico
  - Expansión de capa de gas
- Propiedades del fluido a producir
  - Corrosión
  - Crudo ácido, CO<sub>2</sub>, Salinidad
  - Presencia de sólidos como arena, parafinas, finos
- Geometría de los pozos
- Completamientos Múltiples
- Ubicación de las facilidades de producción
- Facilidades de generación eléctrica
- Gastos de inversión y operación
- Costos de transporte y almacenaje
- Efectos ambientales

Dos razones llevan a considerar cuando es necesario un sistema de levantamiento artificial:

1. Elevar los fluidos del yacimiento hasta superficie cuando la presión de reservorio es menor a la suma de la presión hidrostática más la presión en la línea de producción:

$$P_{\text{reservorio}} (P_R) < P_{\text{hidrostática}} (P_H) + P_{\text{línea producción}} (P_L)$$

**Gráfico 5 Representación de las presiones ejercidas en un pozo de producción**



2. Incrementar la tasa de fluido de producción de los pozos mediante la reducción en la presión de fondo fluente:

$$\text{Fondo fluente (PBHP)} = P_{\text{hidrostática}} (P_H) + P_{\text{línea producción}} (P_L)$$

Como se ha mencionado anteriormente, es esencial determinar el tipo de sistema de levantamiento artificial idóneo para los pozos productores, por lo cual a continuación se presentan los parámetros técnicos y operacionales más importantes de cada sistema de levantamiento artificial a tener en cuenta en una apropiada selección:

Para el bombeo mecánico:

- Máxima profundidad de asentamiento de la bomba de subsuelo: 8.000 pies.
- Máximo volumen de levantamiento: Hasta 4000 bpd
- Máxima temperatura de operación: 550 F (288 C)
- Manejo en ambientes corrosivos bueno
- Manejo de gas de moderado a bueno
- Manejo de solidos moderado
- Gravedad API mayor a 8 grados
- Se requiere de unidad de varilleo o equipo de workover
- Fuerza motriz a gas o eléctrica
- Limitado en operación costa afuera (offshore)
- Eficiencia del sistema entre el 45% y 60%

Para bombeo de cavidades progresivas (PCP):

- Máxima profundidad de asentamiento de la bomba de subsuelo: 8.000 pies
- Máximo volumen de levantamiento: Hasta 3000 bpd
- Máxima temperatura de operación: 250 F (121 C)
- Manejo en ambientes corrosivos moderado
- Manejo de gas de moderado
- Manejo de solidos excelente
- Gravedad API mayor a 8 grados
- Se requiere de unidad de varilleo o equipo de workover
- Fuerza motriz a gas o eléctrica
- Limitado en operación costa afuera (offshore)
- Eficiencia del sistema entre el 50% y 75%

Para bombeo electrosumergible (ESP):

- Máxima profundidad de asentamiento de la bomba de subsuelo: 15.000 pies
- Máximo volumen de levantamiento: Hasta 60.000 bpd
- Máxima temperatura de operación: 482 F (250 C)
- Manejo en ambientes corrosivos bueno a excelente
- Manejo de gas de moderado a excelente
- Manejo de solidos moderado
- Gravedad API mayor a 8 grados
- Se requiere equipo de workover
- Fuerza motriz eléctrica
- Excelente opción para operación costa afuera (offshore)
- Eficiencia del sistema entre el 40% y 65%

Para bombeo hidráulico (BH) y jet pump:

- Máxima profundidad de asentamiento de la bomba de subsuelo: 20.000 pies
- Máximo volumen de levantamiento: Hasta 35.000 bpd
- Máxima temperatura de operación: 550 F (288 C)
- Manejo excelente en ambientes corrosivos
- Manejo de gas de bueno a excelente
- Buen manejo de solidos
- Gravedad API mayor a 6 grados
- Se requiere equipo de línea de acero (wireline)
- Fuerza motriz gas o eléctrica
- Excelente opción para operación costa afuera (offshore)
- Eficiencia del sistema entre el 10% y 30%
- Altas presiones en superficie con alto riesgo operativo

Para bombeo neumático o Gas Lift:

- Máxima profundidad de asentamiento bomba de subsuelo: 18.000 pies
- Máximo volumen de levantamiento: Hasta 75.000 bpd
- Máxima temperatura de operación: 450 F (232 C)
- Manejo de bueno a excelente en ambientes corrosivos
- Ideal para altos volúmenes de gas
- Buen manejo de sólidos
- Gravedad API mayor a 15 grados
- Se requiere equipo de línea de acero (wireline) o equipo de workover
- Requiere de compresor de gas como fuerza motriz
- Eficiencia del sistema entre el 10% y 30%

Con miras a tener un punto de comparación entre los sistemas de levantamiento artificial, en la siguiente tabla podrán tener una mejor idea al respecto

**Tabla 3. Comparación de los diferentes tipos de sistemas de levantamiento artificial**

	Bombeo Mecánico	Bombeo de Cavidades Progresivas	Bombeo Electrosumergible	Bombeo Hidráulico y Jet Pump	Bombeo Neumático o Gas Lift
Profundidad de Asentamiento (ft)	Hasta 8.000	Hasta 8.000	Hasta 15.000	Hasta 20.000	Hasta 18.000
Producción (bpd)	Hasta 4.000	Hasta 3.000	Hasta 60.000	Hasta 35.000	Hasta 75.000
Inclinación del pozo	Moderado	Moderado	Bueno	Bueno	Bueno
Temperatura de Operación (°F)	550	250	482	550	450
Ambientes Corrosivos	Bueno	Moderado	Bueno	Bueno	Bueno
Manejo de Gas	Bueno	Moderado	Bueno	Bueno	Bueno
Manejo de Sólidos	Moderado	Excelente	Moderado	Bueno	Bueno
Operación On shore	Si	Si	Si	Si	Si
Operación Off shore	No	No	Si	Si	Si
Potencia Eléctrica	Si	Si	Si	Si	No
Fuente de Gas	Si	No	No	Si	Si
Intervención al pozo	Unidad de Varilleo o	Unidad de Varilleo o	Unidad de WO	Unidad Wireline	Unidad Wireline
Eficiencia (%)	45-60	50-75	40-65	10-30	10-30
Otros				Alta presión en superficie	Requiere altos volúmenes de gas como fuerza motriz

### **3. VARIABLES QUE INVOLUCRAN LOS MODELO DE COMPRA Y RENTA EN LOS SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

El uso continuo de sistemas de levantamiento artificial en el país ha llevado a que los usuarios busquen a los proveedores de estos servicios y productos con miras a tener relaciones técnico-comerciales que cubran las demandas y expectativas. El mecanismo tradicional de adquisición de estos bienes ha sido por medio de compras mediante procesos licitatorios, sondeos de mercado, inteligencias de mercado y adjudicación directa bajo unos términos y condiciones muy generales y en donde no se generan obligaciones ni responsabilidades más allá de una entrega de los productos bajo los estándares de calidad de las empresas suplidoras y con unos servicios de instalación y puesta en marcha de los productos bajo las condiciones esperadas de un funcionamiento correcto acorde a las expectativas de producción de las empresas operadoras.

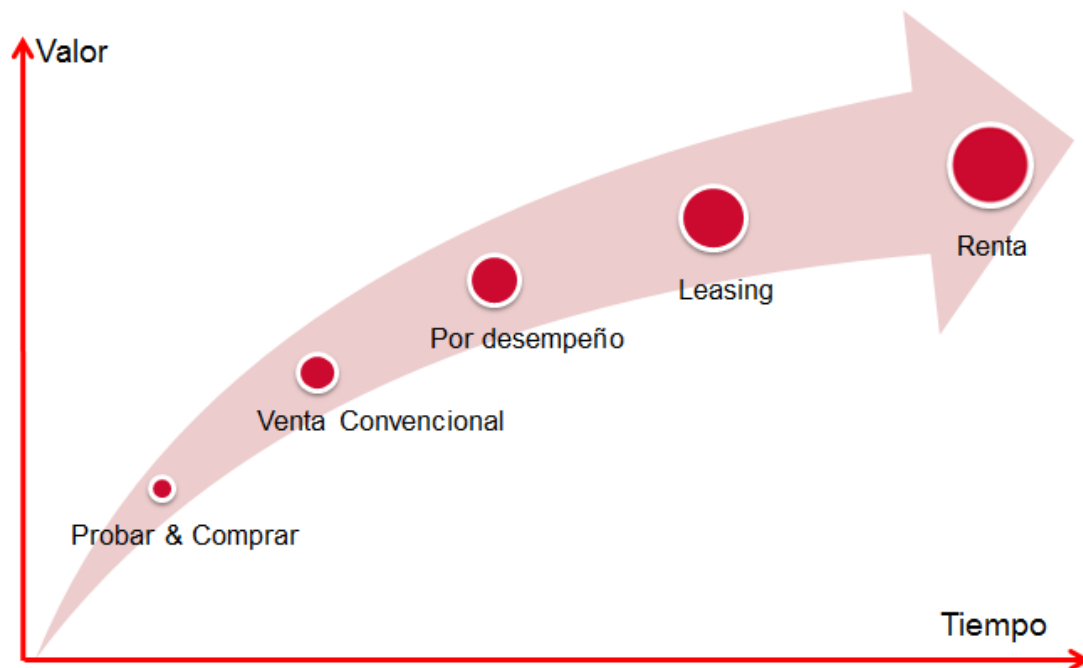
Lo anterior genera costos adicionales en la operación de los equipos por mantenimientos correctivos y preventivos, monitoreo de las condiciones de operación de los sistemas y soportes técnicos complementarios, que obligan a pensar en nuevos modelos de contratación para la adquisición de estos sistemas, tan necesarios y tan vitales para el éxito de los resultados en producción de las compañías especializadas en exploración y producción.

Hoy en día, ante factores macroeconómicos, acciones geopolíticas, y sobreabundancia en la oferta de crudo, se hace necesario mirar nuevas opciones en la adquisición de los productos y servicios necesarios para una óptima operación de los sistemas de levantamiento artificial. Una opción que se está utilizando en otros países es el modelo de renta de los componentes de cada sistema, con lo cual las empresas operadoras mejoran ostensiblemente sus indicadores financieros y pueden trabajar bajo las condiciones actuales del mercado petrolero. El modelo de renta beneficia a las partes, tanto a usuarios

como a suplidores y genera relaciones a largo plazo alcanzando dividendos importantes desde el punto de vista financiero, técnico y operativo.

En la siguiente grafica se puede observar cómo ha sido la tendencia en la adquisición de productos para las operaciones de levantamiento artificial, para el caso específico solo se a trataran los modelos tradicionales de compra y el nuevo modelo de renta, el cual está seduciendo a las empresas de E&P en otros países.

**Gráfico 6. Modelos de negocios en el tiempo para levantamiento artificial**



El modelo de compra opera bajo las siguientes premisas:

- Adquisición de los bienes mediante procesos licitatorios o negociaciones directas por lo cual se genera una orden de compra bajo términos y condiciones muy generales.

- La relación comercial solo dura mientras los equipos son suministrados e instalados en los pozos, es decir relaciones a corto plazo con menos de 6 meses de duración.
- La responsabilidad del suplidor solo aplica durante el tiempo de ejecución de la orden de compra y bajo los términos y condiciones de duración del tiempo de vida de los equipos.
- El monto de la orden de compra solo cubre las necesidades de la misma y no da oportunidades para gastos adicionales de optimización y mejora de la eficiencia de las condiciones de operación.
- El suplidor se ve obligado a entregar lo expuesto en los materiales de la orden de compra sin tener opción a ajustar las dimensiones y rangos de producción de los equipos acorde a las condiciones reales de producción de los pozos.
- El suministro de los servicios se brindan bajo una tasa discreta que en la mayoría de los casos es alta en precio y baja en el soporte técnico brindado.
- Los términos de garantía de los equipos se limita a la vida útil promedio de los otros equipos instalados en los pozos o bajo los términos y condiciones estándar de los fabricantes de equipos que en el común de los casos es de un año.
- El soporte técnico post venta es limitado
- Opciones adicionales por control y monitoreo son costosos
- Se pueden dar opciones de descuento por volumen pero estos son mínimos y limitados.

Por el contrario, el modelo de renta se rige bajo las siguientes condiciones:

- En lo que refiere a la adquisición de los bienes, se pueden dar bajo dos opciones donde la compañía de E&P o no compra los equipos o los compra diferidos en el tiempo de duración de la relación contractual.

- Relaciones técnico-comerciales a largo plazo, entre 3 y 5 años es lo más conveniente.
- Se genera un compromiso permanente entre las partes para una óptima operación de los equipos.
- Soporte permanente al personal de ingeniería, de operaciones, de mantenimiento, siendo un aliado continuo en todas las actividades de producción y focalizándose en:
  - Aumentar la vida de operación de los equipos
  - Disminuir el número de fallas operativas
  - Optimización de los costos de levantamiento
  - Implementación inmediata con soluciones tecnológicas
  - Disminuir el tiempo de paradas de los equipos por mantenimientos correctivos
  - Reducción en los consumos de energía
  - Relación ganar-ganar
- Análisis técnico de forma continua y profunda de las intervenciones históricas del campo para determinar los factores de riesgo
- Se definen valores diarios por operación y por stand by que beneficia al operador, porque paga cuando el pozo produce y paga una tarifa menor cuando el pozo no está produciendo.
- Cada sistema instalado y puesto en operación está de acuerdo a las condiciones reales del pozo
- Se da la oportunidad de implementar mejoras tecnológicas de forma permanente.
- Se pueden definir estrategias para lograr objetivos compartidos en producción de aceite.
- Mejor relación costo / beneficio.

#### **4. COMPARACION EN LA ADQUISICION ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA PARA SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

Como se indicó previamente, el 92.7% de los sistemas de levantamiento en Colombia lo componen los pozos con bombeo mecánico, bombeo electrosumergible y bombeo por cavidades progresivas, sumado al 2.5% de pozos con flujo natural, representan el 95.2% de la totalidad de pozos en Colombia; por lo tanto solo tomaremos en cuenta estos tres sistemas de levantamiento artificial para realizar la comparación en los modelos de compra y renta, tanto para equipos de fondo, como para equipos de superficie.

##### **4.1 Costos por la Compra de los Sistemas de Levantamiento Artificial**

Para el sistema de levantamiento artificial por bombeo mecánico, se considerará el siguiente equipo:

**Tabla 3. Precios de Compra Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico**

Ítem	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (US\$ )	Precio Total (US\$ )
1	1	<b>UNIDAD DE BOMBEO C456D-305-120</b>	\$ 172.838,75	\$ 172.838,75
		Especificaciones		
		* Reducer Rating : 456000 in. lbs. API Rating		
		* API Beam Rating : 30500 lbs.		
		* Stroke Lengths : 120, 102 & 85		
		* Counterbalance : 5575 lbs. maximum at 120 " stroke		
		* Counterweights : NONE		
		* Double Reduction Herringbone Gear Reducer, 29.04:1 Ratio		
		Equipo Standard		
		* Ground Lube System & Factory Packed Structural Bearings		
		* Standard Prime Mover Belt Guard		
		* Unit Sheave - 50" 6C		
		* Standard Unit T-Base		
		* Oil in Gear Reducer		
Accesorios Especificos				
* 47" open rail Crank Guards				
* Paint - Per Specifications				
2	1	Assy, w/line-SH	\$ 1.723,98	\$ 1.723,98
3	1	Kit, Brake Control Assy	\$ 481,94	\$ 481,94
4	1	Crank pin brg	\$ 2.430,20	\$ 2.430,20
5	1	Kit, Crank pin	\$ 20.349,03	\$ 20.349,03
6	1	Kit, Center brg	\$ 6.240,80	\$ 6.240,80
7	1	Assy, equalizer	\$ 7.584,73	\$ 7.584,73
8	1	Counterweight oro	\$ 7.265,30	\$ 7.265,30
9	1	Nipple, 2-7/8" EUE 8Rd x 2-7/8" ID MODIFIED PIN x PIN	\$ 301,20	\$ 301,20
10	1	Pumping Tee 2-7/8" EUE x 2-7/8" EUE 2"LP x 1"LP	\$ 596,00	\$ 596,00
11	1	Stuffing Box Type LR 2-7/8" EUE x 1-1/2"	\$ 850,21	\$ 850,21
12	2	Polished Rod, Clamp 1-1/4", 26,000#.	\$ 350,21	\$ 700,42
13	1	Polished Rod, 1-1/4" x 26', 7/8" Pin x Pin W/ 7/8" PR Subcoupling Class T	\$ 954,21	\$ 954,21
14	1	API PUMP 25-325 Hollow Two Stages For CBM Applications One year warranty.	\$ 10.923,07	\$ 10.923,07
15	1	Guía Espiralada 2-7/8" x 7/8"	\$ 287,50	\$ 287,50
16	1	Pony Rod 3/4" x 2' EL	\$ 49,29	\$ 49,29
17	128	Sucker rod 7/8" x 25' Grade EL with Coupling Class T	\$ 133,43	\$ 17.079,04
18	1	3/4" x 7/8" Subcoupling, FS Class T PR	\$ 12,32	\$ 12,32
19	2	7/8" x 2' Sucker Rod Pony Grade EL, w/ SH Class T Coupling	\$ 51,33	\$ 102,66
20	2	7/8" x 4' Sucker Rod Pony Grade EL, w/ SH Class T Coupling	\$ 70,11	\$ 140,22
21	2	7/8" x 6' Sucker Rod Pony Grade EL, w/ SH Class T Coupling	\$ 76,28	\$ 152,56
22	1	Topco, Sucker Rod Lubricating	\$ 138,12	\$ 138,12
23	1	RPC for beam pumping. With position sensor and load cell.	\$ 4.210,01	\$ 4.210,01
<b>Total Precios</b>			<b>\$ 255.411,56</b>	

Este precio de venta se refiere a la totalidad de los equipos requeridos para colocar un sistema de levantamiento artificial por bombeo mecánico en funcionamiento. El material es entregado en el pozo e incluye los costos de transporte y nacionalización de los componentes importados.

Para el sistema de levantamiento artificial por bombeo electrosumergible, se considerará el siguiente equipo:

**Tabla 4. Precios de Compra Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Electrosumergible**

Ítem	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (US\$ )	Precio Total (US\$ )
1	1	Descarga Serie 400 2 7/8 EUE 8RD SS	\$ 498,66	\$ 498,66
2	1	Bomba Serie 400 1850, 167S CP 11 AR HS SS	\$ 17.782,46	\$ 17.782,46
3	1	Bomba Serie 400 1850, 167S CP 11 AR HS SS	\$ 17.782,46	\$ 17.782,46
4	1	Separador de Gas Serie 400 2BRG UT HS 316SS	\$ 4.449,27	\$ 4.449,27
5	1	Separador de Gas Serie 400 3BRG LT HS 316SS	\$ 5.599,46	\$ 5.599,46
6	1	Protector Serie 500 LSLBP HL HS SS	\$ 11.332,84	\$ 11.332,84
7	1	Protector Serie 500 BPBSL HL HS SS	\$ 11.332,84	\$ 11.332,84
8	1	Motor Serie 562HT 120HP 2125V 25.5A UT SS	\$ 30.370,75	\$ 30.370,75
9	1	OEM,Dual Press,ESP Sensor Serie 450,	\$ 22.566,38	\$ 22.566,38
10	3500	Cable #4 FLT 5KV LEAD EPDM 450F GAL DA CAP	\$ 11,05	\$ 38.675,00
11	1	MLE Serie 540/562 90 FT KELB MN	\$ 4.022,00	\$ 4.022,00
12	1	Transformador, 150 KVA,480V/2x480V,6PH SHIFT	\$ 16.898,39	\$ 16.898,39
13	1	VSD,12P,150 KVA,460V,60HZ,NEMA,3R	\$ 66.857,04	\$ 66.857,04
14	1	Transformador, 150 KVA,460-1100/3800V,SU,MT	\$ 18.520,00	\$ 18.520,00
15	1	Junction Box 5KV Elec NEMA 3R METAL	\$ 492,22	\$ 492,22
16	1	Pedestal para soporte Junction Box	\$ 1.775,55	\$ 1.775,55
17	1	Surface Unit and Enclosure Gauge with interface unit	\$ 9.127,64	\$ 9.127,64
18	1	Misceláneos Equipos de Fondo	\$ 17.822,28	\$ 17.822,28
<b>Total Precios</b>			<b>\$</b>	<b>295.905,24</b>

Este precio de venta se refiere a la totalidad de los equipos requeridos para colocar un sistema de levantamiento artificial por bombeo electrosumergible en funcionamiento. El material es entregado en el pozo e incluye los costos de transporte y nacionalización de los componentes importados. Para el sistema de levantamiento artificial por bombeo de cavidades progresivas, se considerará el siguiente equipo:

**Tabla 5. Precios de Compra Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo de Cavidades Progresivas**

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (US\$ )	Precio Total (US\$ )
<b>EQUIPO DE SUPERFICIE : BOP ,CABEZAL Y VARIADOR</b>				
1	1	PMP Tree Tyoe B 4-1/16 X 4 -1/2 3000	\$ 8.500,00	\$ 8.500,00
2	2	Valve 4" Ball 4" LP 3000 Regular Port	\$ 1.473,00	\$ 2.946,00
3	2	Valve 4" Ball 2" LP 3000 Regular Port	\$ 1.473,00	\$ 2.946,00
4	2	Nipple XXH 4" X 8" Long	\$ 120,00	\$ 240,00
5	2	Nipple XXH 2" X 8" Long	\$ 120,00	\$ 240,00
6	2	4" Bushing 2" X 1/2" NPT	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
7	2	4" Needle Valve 1/2" NPT Male-Female 6000	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
8	2	4" Needle Valve 1/2" NPT Female-Female 6000	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
9	1	Drive Head 100 HP incluye correas y poleas	\$ 13.913,73	\$ 13.913,73
10	1	Motor 100HP 60HZ 230/460V 1200RPM 445T	\$ 6.742,00	\$ 6.742,00
11	1	Rotador de Tuberia Electrico	\$ 9.250,00	\$ 9.250,00
12	1	VSD,Regen NEMA 4 100 HP,	\$ 23.200,00	\$ 23.200,00
<b>EQUIPO DE FONDO (BHA)</b>				
13	1	Anchor Torque 9 5/8 X 4 1/2"	\$ 2.052,00	\$ 2.052,00
14	1	Rotor, SL, 4140, 1500, 78, P7	\$ 7.327,20	\$ 7.327,20
15	1	Stator 286 1500 MTS 78 M3 - SL	\$ 2.411,23	\$ 2.411,23
16	1	Stop Pin CS 1500 MTS 78 M3 - SL	\$ 349,00	\$ 349,00
17	1	X-OVER de 4" NU Box X 4 1/2" EUE PIN o 3 1/2" EUE	\$ 350,00	\$ 350,00
18	1	Gas Separator 7 X 3 1/2"	\$ 3.150,00	\$ 3.150,00
19	1	Down Hole Swivel	\$ 2.350,00	\$ 2.350,00
20	1	Pup Joint 4"	\$ 120,00	\$ 120,00
<b>VARILLAS Y CENTRALIZADORES</b>				
21	1	Polishedd Rod 1- 1/2" X 36 ft 1" PIN. Grade 4140	\$ 354,00	\$ 354,00
22	180	Sucker Rod 1 1/4" X 25 ft 1 -1/8" Pin Type 97. AISI 4330 + Coupling	\$ 140,00	\$ 25.200,00
23	1	Pony Rod 1 -1/4" X 2 ft Type 97	\$ 60,00	\$ 60,00
24	1	Pony Rod 1- 1/4" X 4 ft Type 97	\$ 80,00	\$ 80,00
25	2	Pony Rod 1 -1/4" X 6 ft Type 97	\$ 110,00	\$ 220,00
26	1	Pony Rod 1 -1/4" X 8 ft Type 97	\$ 150,00	\$ 150,00
27	80	PL5 Centralizador	\$ 120,00	\$ 9.600,00
28	1	X-OVER de 1" X 1 1/8"	\$ 80,00	\$ 80,00
<b>SENSOR DE PRESION Y TEMPERATURA</b>				
29	1	Guage Dual Pressure	\$ 10.016,40	\$ 10.016,40
30	1	Carrier 5-1/2 Gauge Assembly	\$ 3.730,65	\$ 3.730,65
31	100	Clamp Cross Coupling to 5-1/2 EUE	\$ 98,75	\$ 9.875,00
32	4000	Communication Line	\$ 2,48	\$ 9.920,00
33	1	Junction Box Gauge	\$ 357,85	\$ 357,85
34	1	Panel Surface	\$ 5.614,21	\$ 5.614,21
35	2	Penetrator Wellhead 1/4" NPT	\$ 228,23	\$ 456,46
36	2	CNTR 1/4" NPT Female X 3/4" NPT Male'	\$ 93,27	\$ 186,54
37	1	Seal, SS , 7/8, PAC-Seal 21-087-78	\$ 473,10	\$ 473,10
38	2	Banding Stainless Material	\$ 1.128,60	\$ 2.257,20
39	1	Splice Kit 1/4" Mono	\$ 736,92	\$ 736,92
40	150	Surface Cable 18AWG 4 C (ft)	\$ 2,66	\$ 399,00
<b>Total Precios</b>			<b>\$ 174.854,48</b>	

Este precio de venta se refiere a la totalidad de los equipos requeridos para colocar un sistema de levantamiento artificial por bombeo de cavidades progresivas en funcionamiento. El material es entregado en el pozo e incluye los costos de transporte y nacionalización de los componentes importados.

Con base en lo anterior los precios de compra de los tres sistemas de levantamiento artificial mencionados anteriormente son:

**Tabla 6 Precios Compra Sistema de Levantamiento Artificial**

<b>Tipo de Sistema de Levantamiento Artificial</b>	<b>Valor Compra (US\$)</b>
Bombeo Mecánico	\$ 255,411.56
Bombeo Electrosumergible	\$ 295,905.24
Bombeo de Cavidades Progresivas	\$ 174,854.48

#### **4.2 Costos por los Servicios**

Una vez los equipos han sido recibidos en los pozos, viene el proceso de instalación, puesta en marcha, arranque y monitoreo de las condiciones de operación de los sistemas de levantamiento artificial. Es muy frecuente que los servicios se prestan bajo tarifas aparte de la adquisición de los equipos. Con miras a cubrir el mayor cubrimiento de servicios y soportes que se requieren durante la vida útil de los sistemas, se presenta a continuación un listado y las tarifas que para el ejercicio comparativo que se está realizando es igual para cada tipo de sistema de levantamiento artificial:

**Tabla 7. Costos de los servicios opción compra**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción del Servicio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tarifa (US\$)</b>
1	Soporte de Ingeniería Oficinas	Día (8 horas máximo)	\$ 1.500,00
2	Alquiler software dimensionamiento de equipos	Anual	\$ 16.000,00
3	Servicios de Ingeniería de Campo para la instalación de equipos de fondo y superficie, arranque y monitoreo	Día (12 horas máximo)	\$ 1.200,00
4	Servicios de Técnico Especializado para la instalación de equipos de fondo y superficie, arranque y monitoreo	Día (12 horas máximo)	\$ 800,00
5	Servicios de Ayudantes y Auxiliares para la instalación de equipos de fondo y superficie, arranque y monitoreo	Día (12 horas máximo)	\$ 400,00
6	Servicios de Spooler para desembobinado y embobinado de cable (incluye personal para operar la unidad)	Día (12 horas máximo)	\$ 1.200,00
7	Servicios de Monitoreo y optimización por parte de técnico especializado	Día (12 horas máximo)	\$ 1.000,00
8	Servicios de Monitoreo y optimización por parte de auxiliar	Día (12 horas máximo)	\$ 500,00
9	Servicio de Mantenimiento Preventivo Unidades Bombeo Mecánico (incluye solo materiales de consumo)	Día (12 horas máximo)	\$ 4.500,00
10	Servicio de Mantenimiento Preventivo Equipos de Superficie Bombeo de Cavidades Progresivas (incluye solo materiales de consumo)	Día (12 horas máximo)	\$ 3.500,00
11	Servicio de toma de nivel de fluido	Pozo	\$ 1.800,00
12	Servicio de Dinagramas	Pozo	\$ 1.800,00

### 4.3 Términos y condiciones adicionales

A continuación se presentan unos términos y condiciones adicionales que cubren aspectos del proceso de compra de los sistemas de levantamiento artificial:

- El precio de venta incluye los costos de movilización de los equipos desde la base del proveedor hasta la locación donde se instalaran los equipos. No incluyen izaje para el descargue de los equipos.
- Los precios de compra no incluyen el impuesto por ventas (IVA) del 16% vigente a la fecha.
- Los precios de compra no incluyen los gastos por generación eléctrica ya sea por red eléctrica o por autogeneración para lo cual tampoco incluye combustibles y materiales de consumo usados en el programa de mantenimiento preventivo.
- Los precios de compra no incluyen el cableado eléctrico requerido de los equipos en superficie desde el punto de generación hasta el cabezal de producción.
- Los precios de compra no incluyen gastos adicionales por servicios o materiales suministrados por terceros.
- La garantía que rige para la compra de estos equipos será de 12 meses a partir de la instalación y arranque del equipo de levantamiento artificial, bajo las siguiente condiciones:
- Si después de realizado la inspección y análisis de falla de los equipos de levantamiento artificial se comprueban defectos por ensamblaje, instalación y/o manufactura de alguno de los componentes de subsuelo.,
- La presente garantía no aplica en caso de presentarse algunos de los eventos que se enumeran a continuación:
  - Pozo Arenado. Desgaste excesivo por abrasión.
  - Atascamiento por solidos de la formación.

- Bloqueo por gas por cantidades diferentes a las estipuladas en el diseño original.
- Variaciones en las condiciones de operación más allá de lo acordado conjuntamente en el diseño original que afecten el desempeño del equipo de bombeo.
- Fallas en el suministro eléctrico.

#### **4.4 Costos Totales Modelo Compra de Sistemas de Levantamiento Artificial**

Se ha visto previamente la discriminación de los costos que se requieren por la adquisición de los productos y servicios para la compra de sistemas de levantamiento artificial, también ya se mencionó que el tiempo de garantía que las empresas suplidoras de este tipo de tecnologías brindan es de 12 meses a partir de la instalación y puesta en marcha de los equipos en los pozos productores del campo.

Para poder ajustar esto a la realidad de lo que pasa en un campo petrolero se va a asumir un mínimo de 15 pozos en un campo donde operaran 5 sistemas de bombeo mecánico, 5 sistemas de bombeo electrosumergible y 5 sistemas de bombeo de cavidades progresivas; de igual forma se considerara una operación continua de 3 años y la variaciones de las condiciones de yacimiento como aumento del corte de agua, pérdida de la presión de yacimiento, disminución de la presión hidrostática no serán consideradas en este análisis.

Lo anterior obedece a que se busca realizar un análisis comparativo entre los modelos de compra y renta asumiendo las mismas variables para los dos modelos y evaluando los beneficios económicos que ambos modelos pueden ofrecer.

Los costos anuales por la adquisición de los 15 sistemas de levantamiento artificial serán:

- Por 5 Sistemas de Bombeo Mecánico: **US\$ 1.277.057,82**
- Por 5 Sistemas de Bombeo Electrosumergible: **US\$ 1.479.526,22**
- Por 5 Sistemas de Bombeo de Cavidades Progresivas: **US\$ 874.272,40**

El total por la adquisición de la totalidad de los equipos será de: **US\$ 3.630.856,44.**

Durante los 3 años de contrato que se están considerando, la totalidad de los sistemas de levantamiento artificial serán: **US\$ 6.815.716,74**

Los costos por la prestación de los servicios de Instalación, arranque y puesta en marcha de los 15 sistemas de levantamiento artificial serán:

- Por los 5 sistemas de Bombeo Mecánico con 4 días de instalación y por una instalación por año por cada pozo, el total será de **US\$ 72.000,00**
- Por los 5 sistemas de Bombeo Electrosumergible con 5 días de instalación y por una instalación por año por cada pozo, el total será de **US\$ 180.000,00**
- Por los 5 sistemas de Bombeo de cavidades progresivas con 3 días de instalación y por una instalación por año por cada pozo, el total será de **US\$ 54.000,00**

El total por los servicios de instalación para 15 sistemas de levantamiento artificial por año para un total de 45 sistemas durante los 3 años de operación será de **US\$ 306.000,00**

Los costos por asesoría mensual al personal de ingeniería en las oficinas para evaluar las condiciones de operación y buscar la optimización de los sistemas con beneficios en la producción de hidrocarburos son:

- Por un día al mes de asesoría de ingeniería por 3 años para los sistemas de bombeo mecánico, los costos serán de: **US\$ 54.000,00**

- Por un día al mes de asesoría de ingeniería por 3 años para los sistemas de bombeo electrosumergible, los costos serán de: **US\$ 54.000,00**
- Por un día al mes de asesoría de ingeniería por 3 años para los sistemas de bombeo de cavidades progresivas, los costos serán de: **US\$ 54.000,00**

Adicional a lo anterior, los costos por la renta de softwares especializados para el diseño y simulación de las condiciones de operación será de **US\$ 144.000,00** durante los tres años de vigencia del contrato, pues es requerido un software por sistema de levantamiento artificial.

Y por último los costos de monitoreo y optimización que se realicen mensualmente en campo con el personal de operaciones, prestando un soporte de 5 días por mes por cada tipo de sistema de levantamiento artificial; con este apoyo operacional se tomaran registros de niveles de fluido y la realización de dinagramas para evaluar el desempeño del sistema de bombeo mecánico. El costo por los 3 años para cada sistema será:

- Bombeo Mecánico: **US\$ 1.039.500,00**
- Bombeo Electrosumergible: **US\$ 495.000,00**
- Bombeo de Cavidades Progresivas: **US\$ 874.500,00**

En el anexo 2 se podrá tener un detalle mensual de todos los costos asociados por la opción de compra. La modalidad de compra para los 15 sistemas de levantamiento artificial con sus costos asociados por los servicios correspondientes será de **US\$ 9.836.716.74**

La distribución anual por la totalidad de los bienes adquiridos y los servicios adicionales exigidos contractualmente se discriminan a continuación:

<b>Año 1</b>	-	<b>US\$ 4.637.856.44</b>
<b>Año 2</b>	-	<b>US\$ 2.599.430.15</b>
<b>Año 3</b>	-	<b>US\$ 2.599.430.15</b>

#### 4.5 Costos por la Renta de los Sistemas de Levantamiento Artificial

La adquisición de bienes y servicios se podrían obtener por otras opciones que el mercado mundial viene ofreciendo con miras a optimizar los costos y mejorar el flujo de caja en los proyectos; es por lo anterior que se presentara a continuación el modelo de renta para la adquisición de Sistemas de Levantamiento Artificial, en donde la compañía de exploración y producción no asigna recursos para la adquisición de bienes y productos, sino que paga un dinero mensual por la prestación de servicios, incluidos la renta de las herramientas y productos usados en la operación de los sistemas de levantamiento artificial.

La renta mensual por cada sistema de levantamiento artificial se presenta a continuación:

**Tabla 8. Valor Renta Sistemas de Levantamiento Artificial**

<b>Sistema de Levantamiento Artificial</b>	<b>Renta Mensual por Pozo (US\$)</b>	<b>Renta Mensual por Sistema (US\$)</b>	<b>Renta 3 años por Sistema (US\$)</b>
Bombeo Mecánico	\$ 10,642.15	\$ 53,210.74	\$ 1,915,586.73
Bombeo Electrosumergible	\$ 12,329.39	\$ 61,646.93	\$ 2,219,289.33
Bombeo de Cavidades Progresivas	\$ 7,285.60	\$ 36,428.02	\$ 1,311,408.60
<b>Total</b>	<b>\$ 30,257.14</b>	<b>\$ 151,285.69</b>	<b>\$ 5,446,284.66</b>

**Tabla 9 Costos de Compensación Mensual Soporte Permanente Modalidad Renta  
(en pesos colombianos)**

Personal	Cantidad	Salario Mensual	Costos Salario Mensual	Valor Compensación Mensual
Ingeniero de Aplicaciones y Ventas para soporte en oficinas	1	\$ 8,500,000.00	\$ 8,500,000.00	\$ 11,730,000.00
Ingeniero de Campo	1	\$ 5,000,000.00	\$ 5,000,000.00	\$ 7,500,000.00
Técnico Especializado para servicios de instalación, Monitoreo, Optimización	2	\$ 4,000,000.00	\$ 8,000,000.00	\$ 12,000,000.00
Ayudantes de Campo	2	\$ 3,500,000.00	\$ 7,000,000.00	\$ 10,500,000.00
Ayudantes Unidad de Spooler	8	\$ 3,000,000.00	\$ 24,000,000.00	\$ 36,000,000.00
Técnico Especializado Mantenimiento Preventivo Unidades Bombeo Mecánico	2	\$ 4,000,000.00	\$ 8,000,000.00	\$ 12,000,000.00
Técnico Especializado Mantenimiento Preventivo Equipos de Superficie Bombeo de Cavidades Progresivas	2	\$ 4,000,000.00	\$ 8,000,000.00	\$ 12,000,000.00
<b>Costos Totales Personal:</b>				<b>\$ 101,730,000.00</b>

La asignación de recursos de personal requeridos tanto para las operaciones en campo, como el soporte en las oficinas ante el cliente se consideran de tiempo completo. Los costos de este personal serán:

En el caso del ingeniero de aplicaciones y ventas, a su salario mensual integral se le deberán adicionar los siguientes cargos de acuerdo a la legislación laboral colombiana: por salud, 12.5%; por pensión, 12%; por parafiscales, 9%; por vacaciones, 4,19% es decir su salario integral mensual se impacta en un 38% adicional. Para el resto de personal que cuenta con un salario básico, se deberán adicionar los siguientes cargos: por salud, 12.5%; por pensión, 12%; por parafiscales, 4.19%; por primas, 8.33%; por cesantías, 8.33%; y por vacaciones, 4,19% es decir su salario básico mensual se impacta en un 49.54% adicional.

Los recursos que se requieren para la prestación de los servicios de forma permanente se afectaran por una depreciación mensual directos por el tiempo de vigencia del contrato, el cual previamente se definió que sería de 3 años. Estos recursos son: *Softwares*, herramientas, equipos de medición eléctrica, equipos

para la realización de pruebas de campo y vehículos para la movilización del personal de campo. Todo lo anterior se incluye en la siguiente tabla de depreciación mensual.

**Tabla 10. Depreciación Mensual Soporte Permanente Modalidad Renta**

Herramientas y Equipos	Cantidad	Precio Unitario de Adquisición (US\$)	Precio Total de Adquisición (US\$)	Depreciación Mensual
Software dimensionamiento de equipos	3	\$ 48,000.00	\$ 144,000.00	\$ 4,800.00
Unidad de Spoiler para desembobinado y embobinado de cable	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 833.33
Herramientas de Mano para Operaciones en Bombeo Mecánico	2	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 333.33
Herramientas de Mano para Operaciones en Bombeo Electrosumergible	2	\$ 8,000.00	\$ 16,000.00	\$ 533.33
Herramientas de Mano para Operaciones en Bombeo Cavidades Progresivas	2	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 333.33
Herramienta para Toma de niveles de fluido	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 266.67
Herramienta para Dinagramas	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 250.00
Instrumentos de Medición Eléctrica para Operaciones en Bombeo Mecánico	2	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 333.33
Instrumentos de Medición Eléctrica para Operaciones en Bombeo Electrosumergible	2	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00	\$ 666.67
Instrumentos de Medición Eléctrica para Operaciones en Bombeo de Cavidades Progresivas	2	\$ 4,000.00	\$ 8,000.00	\$ 266.67
Camionetas para movilización de personal en Campo	3	\$ 30,000.00	\$ 90,000.00	\$ 3,000.00
			<b>Depreciación Mensual Total:</b>	\$ 11,616.67

Otro punto a considerar de vital importancia serán los materiales consumibles requeridos en las operaciones diarias, sumado a los productos requeridos para los mantenimientos preventivos de las unidades de bombeo mecánico y los equipos de superficie de los sistemas de bombeo de cavidades progresivas, estos representan un costo mensual de:

**Tabla 11. Materiales Mantenimiento Mensual Soporte Permanente Modalidad Renta**

Materiales y Consumibles	Cantidad	Valor Mensual Unitario (US\$)	Valor Mensual Total (US\$)
Consumibles Mantenimiento Preventivo Unidades de Bombeo Mecanico	5	\$ 1,500.00	\$ 7,500.00
Consumibles Mantenimiento Equipos de Superficie Bombeo Electrosumergible	5	\$ 1,300.00	\$ 6,500.00
Consumibles Mantenimiento Preventivo Equipos de Superficie Bombeo Cavidades Progresivas	5	\$ 1,800.00	\$ 9,000.00
Consumibles Mantenimiento Vehiculos	3	\$ 2,000.00	\$ 6,000.00
<b>Materiales Mantenimiento Mensual:</b>			\$ 29,000.00

Con todos los costos ya mencionados de los equipos de los sistemas de levantamiento artificial tomados en cuenta en este análisis, el personal requerido para brindar un soporte de forma permanente, la depreciación por las herramientas usadas para el proyecto y los consumibles usados para el mantenimiento de los sistemas instalados en campo, el valor total será de:

En el anexo 3 se podrá tener el detalle mensual bajo la opción de renta para 15 sistemas de levantamiento artificial durante 3 años. El valor del proyecto bajo esta opción comercial será de **US\$ 8.074,680.51**

Es importante tomar ciertas consideraciones respecto a esta modalidad contractual, por lo que se presentan a continuación unos términos y condicionales adicionales:

- La renta de los equipos incluyen los costos de movilización de los equipos desde la base del proveedor hasta la locación donde se instalaran los equipos. No incluyen izaje para el descargue de los equipos.
- La totalidad de los productos y servicios incluidos no incluyen el impuesto por ventas (IVA) del 16% vigente a la fecha.

- No están incluidos los gastos por generación eléctrica ya sea por red eléctrica o por autogeneración para lo cual tampoco se incluyen combustibles y materiales de consumo usados en el programa de mantenimiento preventivo.
- La garantía para la totalidad de los equipos de levantamiento artificial requeridos para la ejecución del proyecto bajo el modelo de renta será por la vigencia total del contrato, es decir en nuestro caso por 36 meses para defectos por ensamblaje, instalación y/o manufactura de alguno de los componentes de subsuelo. La garantía no aplicara en caso de presentarse algunos de los eventos que se enumeran a continuación:
  - Pozo Arenado. Desgaste excesivo por abrasión.
  - Atascamiento por solidos de la formación.
  - Bloqueo por gas por cantidades diferentes a las estipuladas en el diseño original.
  - Variaciones en las condiciones de operación más allá de lo acordado conjuntamente en el diseño original que afecten el desempeño del equipo de bombeo.
  - Fallas en el suministro eléctrico.

**Tabla 12 Resumen Costos Asociados Modelo de Renta**

Concepto	Costo Mensual Año 1 (US\$)	Costo Mensual Año 2 (US\$)	Costo Mensual Año 3 (US\$)
Bombeo Mecánico	\$ 53,210.74	\$ 53,210.74	\$ 53,210.74
Bombeo Electrosumergible	\$ 61,646.93	\$ 61,646.93	\$ 61,646.93
Bombeo de Cavidades Progresivas	\$ 36,428.02	\$ 36,428.02	\$ 36,428.02
Personal	\$ 30,827.27	\$ 32,368.64	\$ 33,987.07
Depreciación	\$ 11,616.67	\$ 11,616.67	\$ 11,616.67
Materiales Mantenimiento Mensual:	\$ 29,000.00	\$ 29,000.00	\$ 29,000.00
<b>Costo Mensual</b>	<b>\$ 222,729.63</b>	<b>\$ 224,270.99</b>	<b>\$ 225,889.42</b>
<b>Costo Anual</b>	<b>\$ 2,672,755.53</b>	<b>\$ 2,691,251.90</b>	<b>\$ 2,710,673.08</b>
<b>Valor Total Modalidad Renta:</b>			<b>\$ 8,074,680.51</b>

## **5. ANALISIS DE RESULTADOS ENTRE LOS MODELOS DE COMPRA Y RENTA PARA SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

Una vez se han alcanzado a cuantificar los diferentes parámetros y variables que mueven los dos modelos de contrato que son objeto de este estudio, se procede a realizar una comparación de los costos. En primer lugar, la empresa que hará uso de la tecnología y que se beneficiara con la producción de hidrocarburos usando los sistemas de levantamiento artificial, tendrá dos opciones para la adquisición de los bienes y servicios; por un lado, la venta tradicional por un valor de US\$ 6.815,716.74 por la compra, con lo cual anualmente deberá realizar unos considerables desembolsos de dinero, que deberá amortizar en sus ejercicios financieros durante los primeros meses de cada año, en función de la producción alcanzada; esta opción le obligara de igual forma a recibir unos activos que deberá depreciar en el tiempo, con el consecuente impacto financiero;

Por otro lado, bajo la modalidad de renta, desembolsara por el suministro de los equipos, un monto de US\$ 5.446,284.66 durante los 3 años que previamente se consideraron en el análisis; bajo este modelo, la empresa moverá su flujo de caja de forma gradual a como entran los recursos provenientes de la venta de crudo, de igual forma, la empresa no asumirá costos de depreciación de los equipos, pues nunca adquirirá algún componente de los sistemas de levantamiento artificial. Habrá una diferencia entre las dos opciones de US\$1.369,432.08.

De igual manera, los costos asociados a servicios representan un monto de dinero considerable; para el modelo de venta, este monto alcanza los US\$ 3.021,000.00 por la vigencia del contrato, prestando un soporte puntual con visitas esporádicas tanto en las oficinas de ingeniería, como en las operaciones de campo, exponiendo a la empresa de exploración y producción, a pérdidas de producción ante cualquier contingencia o anomalía que se presente con los sistemas de levantamiento artificial. Por el lado del modelo de renta, este rubro alcanzara la suma US\$2.628,395.85 y obteniendo mayor beneficio en soporte técnico y

operativo con personal en campo las 24 horas del día, los siete días de la semana. Entre las dos opciones, la diferencia alcanza un monto de US\$ 392,604.15.

Indudablemente, los beneficios económicos entre un modelo y otro para la adquisición de sistemas de levantamiento artificial, muestran una diferencia total de US\$1.762.036.23, adquiriendo mayores beneficios y alcanzando relaciones comerciales más robustas entre compañía E&P y proveedora y contratista. A continuación una tabla resumen con lo anteriormente comentado:

**Tabla 13. Comparación de Costos entre los dos modelos por años de ejecución.**

	<b>Modelo Compra</b>	<b>Modelo Renta</b>
<b>Año - 1</b>	\$ 4,637,856.44	\$ 2,672,755.53
<b>Año - 2</b>	\$ 2,599,430.15	\$ 2,691,251.90
<b>Año - 3</b>	\$ 2,599,430.15	\$ 2,710,673.08
<b>Total</b>	<b>\$ 9,836,716.74</b>	<b>\$ 8,074,680.51</b>
<b>Diferencia</b>		<b>\$ (1,762,036.23)</b>

Es importante resaltar que los incrementos anuales en el modelo de renta, obedecen única y exclusivamente a los incrementos salariales que recibirán los empleados asignados al cumplimiento del contrato; caso contrario pasara con este rubro en el modelo de compra, pues independiente de los salarios, la empresa pagará una tarifa sin variación por la prestación de los servicios durante la vigencia del contrato.

Adicional a lo anterior, si se comparan los compromisos y responsabilidades a que se someten los dos modelos de adquisición, es evidente que la empresa E&P recibe mejores beneficios bajo el modelo de renta de los sistemas de

levantamiento artificial, pues contara con un apoyo permanente por parte de un equipo de trabajo bien definido que trabajara más estrechamente con el personal de ingeniería y operaciones; caso contrario, el apoyo bajo el modelo de compra es puntual, solo se presta para momentos de la operación específicos y deja sin acompañamiento permanente al personal a cargo de las operaciones de producción y optimización.

## 6. CONCLUSIONES

- La industria de levantamiento artificial es un sector de los hidrocarburos que ha crecido exponencialmente, alcanzando un mercado de más de US\$ 100 billones en los últimos 10 años y convirtiéndose en un factor fundamental para alcanzar los objetivos en producción de crudo y gas que se plantean las empresas operadoras. Se observa que el crecimiento que este sector de la industria ha mostrado sobre todo el mercado de servicios en oil&gas un 117% sobre un 53% del resto de los sectores.
- Aunque en el pasado el bombeo mecánico fue el sistema de levantamiento artificial que mayor uso alcanzó, hoy en día es el bombeo electrosumergible, la tecnología que mayores mercados ha alcanzado y contribuido a la explotación de hidrocarburos. Los desarrollos que este sistema ha logrado en los últimos años ha permitido que su rango de aplicación se expanda considerablemente y compita en precios y tecnologías rompiendo barreras que impedían su utilización en bajos rangos de producción o con presencia moderada y alta de gas.
- El 97.5% de los pozos productores en Colombia tienen hoy en día un sistema de levantamiento artificial instalado, siendo las cuencas de Llanos y Magdalena Medio las áreas donde más se ha masificado su uso. Lo anterior ha contribuido para que los profesionales de la industria petrolera se desarrollen cada día más en este tipo de tecnologías y puedan con su conocimiento y experiencia aportar al desarrollo y crecimiento de la industria petrolera nacional.
- El modelo tradicional de compra de equipos y productos de sistemas de levantamiento artificial en Colombia exige una revisión de alternativas más beneficiosas en capital y servicios aportados, a los que actualmente se

vienen presentado en el mercado; modelos como el de renta de los equipos traen beneficios económicos importantes a las empresas operadoras y permiten que las empresas alcancen mayor soporte técnico en la implementación y optimización de los sistemas para la extracción de crudo y gas.

- Los nuevos modelos de comercialización que se vienen desarrollando y aplicando en otros países de la región, contribuirán a maximizar el desarrollo del sector de levantamiento artificial en Colombia, fomentando la participación de diferentes sectores de influencia y dando apertura al desarrollo local de alternativas, ampliando el espectro en el portafolio de opciones y alcanzando el desarrollo regional en las áreas de influencia donde hay explotación petrolera en el país.

## 7. RECOMENDACIONES

La evaluación de diferentes mecanismos de adquisición en bienes y servicios en el mercado de los sistemas de levantamiento artificial es primordial para alcanzar los beneficios económicos que hoy en día las empresas operadoras buscan para la optimización de sus recursos; independiente del volumen de reservas o del potencial productor de los pozos, es vital que las empresas operadoras y explotadoras de los recursos hidrocarburos busquen nuevas opciones en los modelos de contratación de los servicios y productos requeridos para la producción de crudo y gas, específicamente del modelo de renta de los diferentes componentes que conforman un sistema de levantamiento artificial.

Los resultados alcanzados en el presente trabajo, nos dejan ver que el modelo de renta trae beneficios tanto a los proveedores de la tecnología, como a los dueños de los pozos y de la producción de crudo; en el ejercicio desarrollado se obtuvo un ahorro significativo y este se podría expandir a situaciones reales con mayor volumen de pozos y mayor variedad de aplicaciones. De igual forma, sería muy conveniente incluir para futuros proyectos, variables adicionales como las fuentes de generación para la operación de los sistemas y los procesos de tratamientos químicos, medición de flujos y separación de fluidos a través de tecnologías muy comunes hoy en día en la industria.

La apertura a nuevos modelos comerciales en la adquisición de bienes y servicios para la industria petrolera posicionara a la industria colombiana a estar en sintonía con las tendencias que en la región y a nivel mundial se vienen presentando buscando grandes beneficios económicos a las compañías que explotan el mercado de oil and gas.

## BIBLIOGRAFIA

ACIPET. (Boletín estadístico Mensual: estado de pozos de Colombia). [En línea]. Colombia, septiembre 2015. Consultado el 15 de diciembre de 2015. Disponible en: <http://www.acipet.com>.

Spears & Associates: Oilfield Market Report. [En línea]. Consultado el 20 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.spearsresearch.com>.

Spears & Associates, Inc: Oilfield Market Report 2005-2013 [En línea]. Consultado el 20 de Marzo del 2015. Disponible en: <http://www.spearsresearch.com>.

Spears & Associates: Inc: Spears Oilfield Market Report [En línea]. Consultado el 20 de Marzo del 2015. Disponible en: <http://www.spearsresearch.com>.

Welling & Company Worldwide. Survey of the Market of Artificial Lift Equipment. [En línea]. Consultado el 15 de Diciembre de 2015. Disponible en: <http://www.welling.com>.

## ANEXOS

### Anexos A Sistemas de levantamiento sistemas de levantamiento artificial instalados por compañía en Colombia

Compañía	Cuenca	Bombeo Mecánico		Temporalmente Suspendidos	Secos	Abandonados	Total
		Activos	Inactivos				
Alange Energy	Llanos Orientales			4		1	92
Amerisur Exploración Colombia	Putumayo						21
Avante Colombia	Catatumbo			23		32	55
C&C Energía	Llanos Orientales	2		8		1	70
	Valle Superior M/Lena						5
Canacol Energy Colombia S.A.	Llanos Orientales					2	40
	Sinú - San Jacinto						1
	Valle Medio M/Lena	1				1	4
Cepcolsa	Llanos Orientales		2	13		12	153
Chevron Petroleum Company	Guajira			4		9	38
CleanEnergy Resources S.A.	Llanos Orientales			1			3
Colombia Energy Development Co.	Llanos Orientales			2			14
	Valle Medio M/Lena	1	2			1	6
Columbus Energy SC	Llanos Orientales			1			3
Comtrol Colombia S.A.	Valle Medio M/Lena						2
Consorcio Campos de Producción	Valle Medio M/Lena	1					2
Hocol S.A	Llanos Orientales	5		3		2	137
	Valle Inferior M/Lena			2			3
	Valle Medio M/Lena					1	1
	Valle Superior M/Lena	38		10		26	263
Hupecol LLC	Llanos Orientales			1		1	13
Ingc VideshLimited	Llanos Orientales			1			1
Interoil Colombia E&P	Llanos Orientales					2	2
	Valle Superior M/Lena	20		6		14	73
Lewis Energy Colombia INC	Llanos Orientales			4		1	15
	Sinú - San Jacinto						1
	Valle Inferior M/Lena						4
Mansarovar Energy Colombia Ltd.	Valle Medio M/Lena	1124	1	210		197	1659
Maurel E&E Colombia B.V.	Llanos Orientales	8					28
Meta Petroleum	Llanos Orientales	19		106		251	1064
	Valle Superior M/Lena			1		1	10
Mompos Oil Colombia Inc	Catatumbo	1				1	2
NCT Energy Group	Llanos Orientales					1	3
New Granada Energy CO.	Llanos Orientales			5	2	1	51
Nikoil Energy Corp. Suc Colombia	Cordillera Oriental			3			3
	Llanos Orientales					1	3
Occidental Colombia	Valle Superior M/Lena			1			1
	Llanos Orientales			184	32	96	684
ONGC Videsh Limited	Llanos Orientales						1
P1 Energy Delta Corp.	Llanos Orientales					1	2
Pacific Stratus Energy	Catatumbo			1		1	2
	Llanos Orientales			1		3	13
	Magdalena						0
	Putumayo			2			15
	Valle Inferior M/Lena						0
	Valle Medio M/Lena	1	6	5			13
Valle Superior M/Lena	5		5		7	34	
Parex Resources Colombia	Llanos Orientales	2		5		2	19
Perenco Colombia Limited	Llanos Orientales	9		166		52	589
Petrobras Colombia Limited	Guajira Offshore						0
Petrolco S.A	Llanos Orientales			2			4
Petróleos Del Norte S.A.	Valle Medio M/Lena	16	1			2	29
Petrolifera Petroleum Colombia	Valle Inferior M/Lena			1			1
Petrominerales Colombia Ltd.	Llanos Orientales	1		22		19	107
Petrosantander (Colombia) Inc.	Valle Medio M/Lena	139		30		33	206
Petrotiger Tiger Company	Llanos Orientales			2			3
Ramshorn International Limited	Llanos Orientales			2			6
Rancho Hermoso S.A	Llanos Orientales						5
Repsol Exploración Colombia S.A	Llanos Orientales			1			1
Sogomi Energy	Llanos Orientales			3			10
Solana Petroleum	Catatumbo			1			1
	Valle Inferior M/Lena						1
Tabasco Oil Company	Llanos Orientales						2
Tecpetrol Colombia S.A.S	Llanos Orientales			3			7
Unión Temporal II & B	Putumayo			4		1	6
Unión Temporal IJP	Valle Medio M/Lena	2					2
Unión temporal MIDAS	Valle Medio M/Lena	1					5
Unión Temporal MOCAN S.A.S	Valle Medio M/Lena	1	6				7
Unión Temporal Moriche	Llanos Orientales					1	6
Unión Temporal Omega Energy	Cordillera Oriental			4		2	10
	Llanos Orientales			3			4
Unión temporal panatlantic-APCO	Valle Medio M/Lena			1			2
Unión Temporal Petrocaribe	Valle Medio M/Lena	2					7
Verano Energy	Llanos Orientales						3
	Llanos Orientales			1			4
	Putumayo			1		1	16
	Valle Inferior M/Lena	1		4			9
Vetra E&P Colombia	Valle Medio M/Lena			3			3
	Valle Superior M/Lena	3	2	4		1	11
	Catatumbo						0
Well Logging Ltda.	Llanos Orientales						0
Winchester Oil & Gas S.A	Llanos Orientales						18
<b>TOTALES</b>		<b>3363</b>	<b>43</b>	<b>2683</b>	<b>40</b>	<b>3418</b>	<b>14429</b>

Anexos B Discriminación mensual de los costos por mes para la opción de compra

Concepto	Meses								TOTAL
	1	2	3	32	33	34	35	36	
Adquisición 5 Sistemas Bombeo Mecánico	\$ 1.277.057,82								\$ 2.102.785,92
Adquisición 5 Sistemas Bombeo Electrosumergible	\$ 1.479.526,22								\$ 2.706.170,82
Adquisición 5 Sistemas Bombeo Cavidades Progresivas	\$ 874.272,40								\$ 2.006.760,00
Servicios de Instalacion Sistema Bombeo Mecánico	\$ 24.000,00								\$ 72.000,00
Servicios de Instalacion Sistema Bombeo Electrosumergible	\$ 60.000,00								\$ 180.000,00
Servicios de Instalacion Sistema Bombeo Cavidades Progresivas	\$ 18.000,00								\$ 54.000,00
Soporte Ingeniería Sistemas de Bombeo Mecánico	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 54.000,00
Soporte Ingeniería Sistemas de Bombeo Electrosumergible	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 54.000,00
Soporte Ingeniería Sistemas de Bombeo Cavidades Progresivas	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 54.000,00
Alquiler software	\$ 48.000,00								\$ 144.000,00
Monitoreo Optimización Sistemas de Bombeo Mecánico		\$ 31.500,00	\$ 31.500,00	\$31.500,00	\$31.500,00	\$31.500,00	\$31.500,00	\$31.500,00	\$ 1.039.500,00
Monitoreo Optimización Sistemas de Bombeo Electrosumergible		\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$15.000,00	\$15.000,00	\$15.000,00	\$15.000,00	\$15.000,00	\$ 495.000,00
Monitoreo Optimización Sistemas de Bombeo Cavidades Progresivas		\$ 26.500,00	\$ 26.500,00	\$26.500,00	\$26.500,00	\$26.500,00	\$26.500,00	\$26.500,00	\$ 874.500,00
<b>Total</b>	\$ 3.785.356,44	\$ 77.500,00	\$ 77.500,00	\$77.500,00	\$77.500,00	\$77.500,00	\$77.500,00	\$77.500,00	\$ 9.836.716,74

Anexos C Discriminación mensual de los costos por mes para la opción de renta

Concepto	Meses					TOTAL
	1	2	3	35	36	
Valor Renta 5 Sistemas Bombeo Mecánico	\$ 53.210,74	\$ 53.210,74	\$ 53.210,74	\$ 53.210,74	\$ 53.210,74	\$1.915.586,73
Valor Renta 5 Sistemas Bombeo Electrosumergible	\$ 61.646,93	\$ 61.646,93	\$ 61.646,93	\$ 61.646,93	\$ 61.646,93	\$2.219.289,33
Valor Renta5 Sistemas Bombeo Cavidades Progresivas	\$ 36.428,02	\$ 36.428,02	\$ 36.428,02	\$ 36.428,02	\$ 36.428,02	\$1.311.408,60
Personal	\$ 30.827,27	\$ 30.827,27	\$ 30.827,27	\$ 33.987,07	\$ 33.987,07	\$1.166.195,73
Depreciación Equipos	\$ 11.616,67	\$ 11.616,67	\$ 11.616,67	\$ 11.616,67	\$ 11.616,67	\$ 418.200,12
Consumibles	\$ 29.000,00	\$ 29.000,00	\$ 29.000,00	\$ 29.000,00	\$ 29.000,00	\$1.044.000,00
<b>Total</b>	\$ 222.729,63	\$ 222.729,63	\$ 222.729,63	\$ 225.889,42	\$ 225.889,42	\$8.074.680,51