

Eficiencia y ahorro en la perforación inicial de pozos: hincado de tubería conductora con martillos Diésel

*Efficiency and savings in initial well drilling:
driven pipe with Diesel Hammers*

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699817>

Recibido: 2025-05-10 Aceptado: 2025-06-10

Bustos Moreno, Mauricio Adrián¹

Correo: mauricio.abm@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5163-7165>

PETRO CONSULTING EC. Quito, Ecuador

Resumen

En la industria petrolera, cada mejora en eficiencia operativa representa no solo un avance técnico, sino también un importante ahorro económico. La instalación de la tubería conductora en la sección inicial de pozos, ha sido tradicionalmente realizada mediante taladros de perforación en países como Ecuador y Colombia. Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado una tendencia creciente hacia el uso de martillos diésel como método alternativo para realizar la sección inicial de pozos mediante el hincado de la tubería conductora, debido a su eficacia en la reducción de costos y en la simplificación de los requerimientos logísticos operacionales.

Palabras clave: Martillo diésel, tubería conductora, ENR, punto de rechazo, hincado de conductores.

Abstract

In the oil industry, every improvement in operational efficiency represents not only a technical advance but also a significant economic saving. The installation of conductor pipe in the initial section of wells has traditionally been performed using drilling rigs in countries such as Ecuador and Colombia. However, in recent years, there has been a growing trend toward the use of diesel hammers as an alternative method for performing the initial section of wells by driving conductor pipe, due to their effectiveness in reducing costs and simplifying operational logistics requirements.

Keywords: Diesel hammer, conductive pipe, ENR, rejection point, conductor driving.

1. Ing. en Petróleo. Mg. en Petróleo, mención Procesos de Producción e Industrialización de Hidrocarburos. Mg. en Administración y Dirección de empresas. CEO en PETRO CONSULTING EC. Quito, Ecuador.

Introducción

La operación de hincado de la tubería conductora busca garantizar el aislamiento adecuado de las zonas penetradas en la fase inicial de perforación, además de proporcionar estabilidad estructural para las siguientes etapas del pozo de acuerdo con Bustos & Ziritt (2022). Este objetivo se logra cuando la tubería es hincada hasta el llamado punto de rechazo, que representa la resistencia máxima del terreno al avance del conductor sin deformación estructural del mismo.

Figura 1. Hincado de tubería conductora con martillo diésel



Fuente: TO B SERVICES (2024)

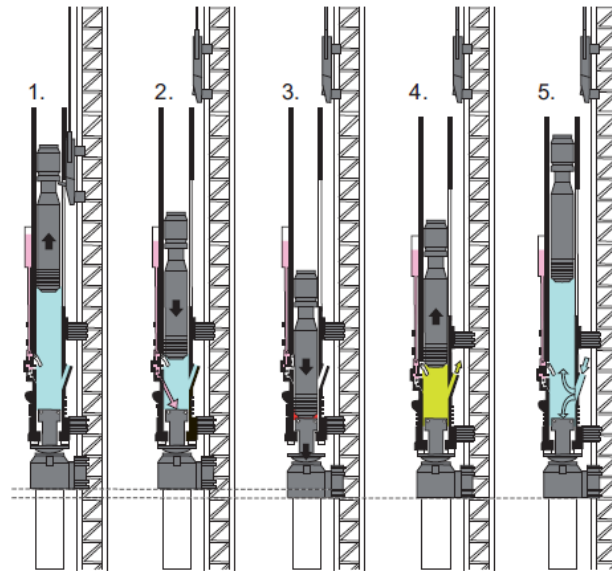
El método tradicional con taladros de perforación implica mayores requerimientos logísticos, personales y tiempos de operación. En contraste, el hincado de tubería conductora mediante el uso de martillos diésel permite una reducción significativa de los costos operativos, alcanzando ahorros de hasta un 50 % en comparación con el uso de taladros de perforación, según estudios realizados en Ecuador y Colombia.

1. Funcionamiento operativo del martillo Diésel

El martillo diésel opera según el principio de un motor de combustión interna de dos tiempos BAUER-PILECO, INC. (2012), cuyo ciclo operativo se compone de cinco fases:

1. Elevación del pistón, mediante disparo mecánico/hidráulico.
2. Inyección y compresión del combustible, provocando acumulación de energía.
3. Impacto y combustión, en el que la energía se transfiere al conductor.
4. Escape de gases, normalizando la presión interna.
5. Barrido de gases, preparando el cilindro para el siguiente golpe.

Figura 2. Funcionamiento Operativo del Matillo Diésel.



Fuente: DELMAG (2022)

Entre los factores que afectan la eficiencia del martillo se incluyen:

- El nivel de compresión previo al impacto.
- La calidad de la mezcla aire-combustible.
- La posibilidad de preignición, que puede alterar la transferencia de energía.

2. Fórmula ENR para la selección del martillo Diésel

Uno de los aspectos técnicos fundamentales en el proceso del hincado es la correcta selección del martillo diésel, la cual se basa en la aplicación de la fórmula ENR (Engineering News Record) desarrollada en 1888 por Arthur Mellen Wellington. Su objetivo es estimar la capacidad de carga permitida del pilote (o conductor, en este caso) a partir de parámetros fundamentales como el modelo del martillo, la energía del impacto y la penetración alcanzada por cada golpe (Bustos, 2024).

La expresión general de la fórmula ENR es la siguiente:

$$R = \frac{2 \times E}{S + 0,1}$$

R = Capacidad de carga permitida (lbs).

E = Energía por golpe del martillo diésel ($lbs.ft$).

S = La penetración del pilote hincado por cada golpe aplicado ($\frac{in}{blow}$).

La simplicidad de esta fórmula permite su aplicabilidad en campo con facilidad, siempre y cuando se cuente con las especificaciones técnicas del martillo diésel y de la tubería conductora a hincar.

3. Consideraciones geotécnicas

El comportamiento del suelo es un factor determinante en el proceso de hincado, ya que influye directamente en la resistencia que este opone al avance de la tubería. La mecánica de suelos clasifica estos en dos grandes grupos:

- Suelos no cohesivos (granulares): como gravas y arenas, que ofrecen alta capacidad de carga y buena permeabilidad.
- Suelos cohesivos: como arcillas y limos, que requieren análisis más complejos por sus características plásticas y menor capacidad de carga

El peso unitario del suelo, su cohesión y su resistencia a la penetración se deben integrar en los cálculos de carga para garantizar que la tubería conductora mantenga su integridad estructural tanto durante como después del proceso de hincado.

4. Beneficios del hincado con martillos Diésel

En comparación con los equipos de perforación convencionales, el uso de martillos diésel ofrece múltiples ventajas operativas y económicas:

- Reducción de costos: hasta un 50% menos en gastos operativos.
- Menor logística: la sección superficial no requiere ser perforada y no es necesario instalar el equipo de flotación o realizar la corrida de la tubería de revestimiento para su posterior cementación, lo que elimina la necesidad de utilizar fluidos de perforación y lechada de cemento.

- Mayor rapidez: el proceso del hincado puede completarse en un periodo de 1 a 2 días, dependiendo de la cantidad de tubos a hincar y de las condiciones climáticas presentes.
- Reducción de riesgos operacionales: la ejecución del trabajo está a cargo de un equipo conformado por aproximadamente 10 a 12 personas.
- Menor impacto ambiental: se evita la contaminación de acuíferos superficiales.

5. Riesgos asociados al procedimiento operativo del hincado

Uno de los mayores riesgos en el hincado es exceder el punto de rechazo, es decir, aplicar una cantidad excesiva de energía cuando ya no hay desplazamiento significativo del conductor. Esto puede ocasionar:

- Deformación estructural del tubo.
- Colapso de la zapata o el extremo inferior.
- Pérdida de verticalidad del pozo.

Por ello, el uso de la fórmula ENR ayuda a predecir cuántos golpes se requieren por pie de penetración, permitiendo detener el proceso justo a tiempo. Además, se recomienda disponer de registros históricos de hincado en la zona, a fin de anticipar las características geotécnicas y las resistencias típicas del subsuelo.

6. Aplicación práctica en Ecuador y Colombia

Según datos recopilados entre 2017 y 2024 por PETRO CONSULTING EC (2024) se han realizado, aproximadamente, 200 trabajos de hincado de tubería conductora con martillos diésel entre la cuenca oriente del Ecuador y Colombia. Las profundidades alcanzadas oscilaron entre los 21 y 172 pies, dependiendo de las condiciones geológicas de cada locación.

Los trabajos mostraron que es posible alcanzar el punto de rechazo con eficiencia, siempre que se mantenga la verticalidad y se evite la deformación del conductor. Esta precisión operativa requiere experiencia técnica y control detallado durante cada etapa del hincado de tubería conductora.

Conclusiones

El hincado de tubería conductora mediante martillos diésel representa una técnica segura y altamente eficiente, especialmente en contextos donde la optimización de recursos es

fundamental. Su implementación se ve fortalecida por herramientas de cálculo como la fórmula ENR, un método simple y ampliamente usado para estimar la capacidad de carga y la resistencia de la tubería hincada por cada golpe, para aplicarla solo requiere de las especificaciones de la tubería y el modelo del martillo, considerando que no todos los martillos diésel son adecuados para esta tarea y sobrepasar el punto de rechazo en el último pie hincado podría dañar la tubería. Asimismo, se encuentra reforzada y por un enfoque técnico integral que incluye la geotecnia, el diseño estructural y la experiencia de campo.

A medida que las empresas buscan formas de hacer más eficiente la exploración y explotación petrolera, este tipo de innovaciones, aunque no nuevas, ofrecen soluciones sostenibles tanto económica como operativamente. Su éxito en Ecuador y Colombia puede servir de modelo para otros contextos en América Latina.

Por ende, el atractivo principal de los martillos diésel radica en su potencial de ahorro, que puede alcanzar hasta el 50% en comparación con los costos de los taladros de perforación. Esto los convierte en una opción muy eficiente y rentable para la sección inicial del pozo.

Referencias

- Bauer-pileco, inc. (2012). *Hammer Operations Manual: Follow Our Lead To A Solid Foundation*. Houston: BAUER-PILECO.
- Bustos, M. (2024). Selección de martillos diésel para el hincado de tubería conductora mediante el uso de la fórmula ENR. *Revista Fuentes, El Reventón Energético*, 7-18.
- Bustos, M. & Ziritt, J. (2022). Hincado de tubería conductora de 20". *PGE Petróleo & Gas*, 29–33.
- Delmag. (2022). *Diesel Pile Hammers*. Niedernberg: DELMAG GmbH & Co. KG.
- Petro consulting EC. (2024). *Recopilación de Hincados de Tubería Conductora en Ecuador y Colombia*. Quito.
- TO B SERVICES (2024). <https://tobservices.com>

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en **PetroRenova Indexed, Revista Científica de la Energía**, el autor **Bustos Moreno, Mauricio Adrián** declara al Comité Editorial, que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: ***Eficiencia y Ahorro en la Perforación Inicial de Pozos: Hincado de Tubería Conductora con Martillos Diésel***, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas,

extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. El autor consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Para citar este artículo:

Bustos, M. (2025). Eficiencia y ahorro en la perforación inicial de pozos: hincado de tubería conductora con Martillos Diésel. *PetroRenova, Revista Científica de la Energía*. Vol. 1, núm. 2, julio-diciembre 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16699817>