

ACIPET

Caso de éxito: Abandono técnico definitivo de pozos inactivos antiguos, en locaciones con acceso limitado, entorno social complejo e incertidumbre de información histórica y de integridad.

Autor(es): A. Rodríguez, E. Mora, D. Maya, S. Urbina, W. Sanchez, R. Garay. ECOPETROL

Categoría: Marque con una "X"

- Artículo Técnico
- Tesis Pregrado
- Tesis Posgrado

Derechos de Autor 2022, ACIPET

Este artículo técnico fue preparado para presentación en el XIX Congreso Regional Colombiano de Petróleo, Gas y Energía organizado por ACIPET en Cartagena, Colombia.

Este artículo fue seleccionado para presentación por el comité técnico de ACIPET, basado en información contenida en un resumen enviado por el autor(es).

Resumen

En diferentes regiones de Colombia se han encontrado pozos de petróleo inactivos o suspendidos con antigüedades entre 20 y 100 años, los cuales carecen de información confiable de integridad y deben ser abandonados técnicamente. Debido a la condición de éstos, se podrían presentar emergencias con afectaciones tanto a las comunidades como al medio ambiente, por ende, se está mejorando esta situación de acuerdo con las políticas de responsabilidad social corporativa RSC.

El objetivo fue planear y ejecutar abandonos enmarcados en la Resolución 181495 (Ministerio de Minas y Energía, 2009), con estándares internacionales y sistema de gerenciamiento de integridad de pozos (WIMS), generando barreras transversales efectivas para el aseguramiento de la integridad de los pozos y así resguardar la vida, y el medio ambiente.

¿Entonces cómo se hizo? Una vez identificados los pozos para abandono definitivo y de acuerdo con la Guía para la Planeación y Ejecución de Intervenciones Especiales WIG, se inició el proceso con la evaluación de la matriz de complejidad e integridad de la intervención y se definieron los aspectos relevantes de la planeación. Debíó aprobarse la evaluación del alcance técnico de la intervención, y en una siguiente etapa se aprobó el detalle de la intervención, para poder dar inicio con la ejecución y su posterior cierre. Toda la planeación se apoyó en la Guía para el Manejo de la Integridad de Pozos, de Desincorporación de Activos, siguiendo Estándares para la Cementación y Registros y cumpliendo con las regulaciones del Ministerio de Minas y Energía.

En conclusión, se desarrolló una operación en armonía y equilibrio con el medio ambiente, previniendo impactos negativos y generando valor ambiental en armonía con el entorno. Ha sido posible llevar a cabo el abandono técnico definitivo de pozos tales como: Coporo-1, Puma-1, Buturama-1, 3 pozos en campo Camoa, 10 pozos en Petrolea y 22 pozos en Colorado, dando cumplimiento a los lineamientos corporativos, gubernamentales y estándares internacionales de la Industria O&G.

Introducción

Durante la vigencia 2019-2022, La Gerencia de Completamiento en sinergia con algunas Vicepresidencias de Ecopetrol ha intervenido en diferentes campos de Colombia, pozos antiguos, los cuales carecen de información confiable de integridad tanto en subsuelo como en superficie y deben ser abandonados. De acuerdo con la resolución 40048 (Ministerio de Minas y Energía, 2015), se debe asegurar un aislamiento apropiado de las formaciones almacenadoras de gas y/o petróleo, así como de los acuíferos existentes con el fin de prevenir la migración de fluidos hacia la superficie del terreno o el fondo marino, o entre las diferentes formaciones a través del hueco del pozo o el espacio anular entre el hueco y los revestimientos. Todo lo anterior con el propósito de resguardar la vida, el medio ambiente, y prevenir intervenciones futuras.

A continuación, se describe el proceso y nivel de aseguramiento que se ha llevado a cabo durante la planeación, ejecución y cierre de los proyectos de abandonos ejecutados por la Gerencia de completamiento de Ecopetrol, donde la integridad del pozo juega un papel importante, al igual que la verificación de las barreras instaladas para garantizar la efectividad de estas. Con esto se busca eliminar el riesgo de afectación a la vida, las comunidades, y el medio ambiente, evidenciando el compromiso con la RSC y la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, y donde la gestión de entorno y medio ambiente se convierten en habilitadores de las iniciativas.

Abandonos ejecutados

CAMPO	CANTIDAD DE POZOS	ESTRATEGIA
COPORO	1	CT
PUMA	1	CT
PETROLEA	10	RSU
BUTURAMA	4	RSU-WO
CAMOA	3	WO
COLORADO	22	WO

Tabla 1. Resumen de pozos abandonados durante la vigencia 2019 a 2022
Elaboración propia. Fuente: Ecopetrol

Para lograr llevar a cabo este reto de las iniciativas de abandono de pozo en Ecopetrol se adoptó el proceso corporativo IDA-G-010 Guía Para Desincorporación Activos de Producción, la cual tiene como objetivo dar lineamientos para la definición del plan de Desincorporación de Activos y su correspondiente ejecución, el cual incluye actividades de Abandono de pozos (objeto de estudio de este artículo), Desmantelamiento de Facilidades, Recuperación Ambiental de áreas asociadas a la Desincorporación y la Disposición Final de activos desincorporados, en concordancia con las mejores prácticas de la industria.

A continuación, se ilustra en la figura-1, un resumen del desarrollo del proceso, resaltando principalmente la fase de abandono de pozo con sus apartes más significativos.

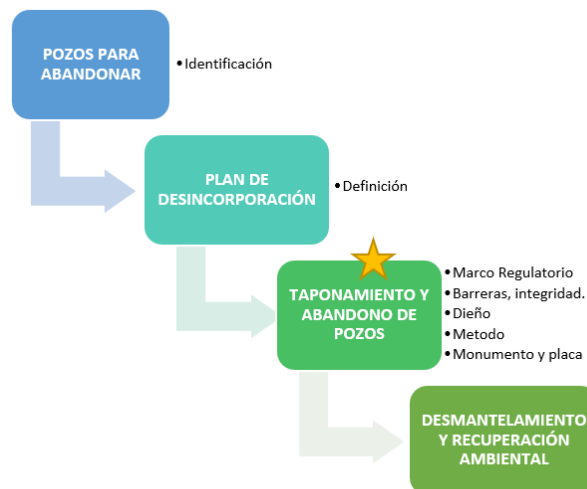


Figura-1. Esquema del Proceso de Intervenciones y Desincorporación de Activos
Elaboración propia, adaptado de IDA-G-010 (Ecopetrol, 2020)

CASO DE ÉXITO: ABANDONO TÉCNICO DEFINITIVO DE POZOS INACTIVOS ANTIGUOS, EN LOCACIONES CON ACCESO LIMITADO, ENTORNO SOCIAL COMPLEJO E INCERTIDUMBRE DE INFORMACIÓN HISTÓRICA Y DE INTEGRIDAD

Luego de identificar en primer lugar los pozos para abandonar, y definir en segundo lugar el plan de desincorporación, subsiguientemente se encuentra la fase abandono de pozo, en la que se profundizará para conocer las consideraciones tenidas en cuenta y como se planearon y ejecutaron los de técnicos de los pozos mencionados previamente.

Dentro de los objetivos del abandono de un pozo se tiene:

- Prevenir el flujo de fluidos del pozo desde zonas productoras.
- Prevenir la contaminación de los acuíferos superficiales.
- Prevenir el desarrollo de presiones sostenidas en los anulares.
- Cumplir con la regulación gubernamental y lineamientos vigentes.

Ahora bien, para poder entender y cumplir con los objetivos del abandono de pozo, se hace necesario tener claridad acerca del concepto de barrera, debido a que hace parte fundamental de la intervención y estado mecánico final del pozo.

Concepto de barreras

A continuación, y de acuerdo con lo expuesto en la Guía para el Manejo de la Integridad de Pozos WIMS-Well Integrity Management System, se definen los siguientes conceptos básicos sobre barreras de pozo:

Envolvente de Barrera: Conjunto de elementos de barrera que conforman una envolvente en el pozo, capaz de prevenir el movimiento no controlado de fluidos de formación hacia la superficie y hacia otras formaciones, incluyendo los acuíferos que haya atravesado el pozo.

Elemento de barrera: Componente que en conjunto con otros componentes conforman la barrera o barrera envolvente.

Envolvente de Barrera primaria: Conjunto de elementos de Barrera que se encuentra expuestos al fluido de formación y por lo tanto, aquellos que primero contienen el movimiento no controlado de este hacia la superficie o hacia otra formación dentro del pozo.

Los elementos de barrera más comunes en una envolvente de barrera primaria incluyen:

- Roca sello.
- Fluido de perforación.
- Cemento del revestimiento.
- Revestimiento de producción.
- Empaque de producción.
- Sarta de completamiento.
- Válvula máster del árbol de navidad.

Envolvente de Barrera secundaria: Conjunto de elementos de Barrera que no se encuentran expuestos al fluido de formación y que provee redundancia en caso de falla o ruptura de algún elemento de barrera de la envolvente de barrera primaria. Los elementos de barrera más comunes en una envolvente de barrera secundaria incluyen:

- Formaciones impermeables.
- Fluido de completamiento.
- Cemento del revestimiento.
- Preventoras-BOP
- Colgador y ensamblaje de sellos del revestimiento.
- Cabezal y sus válvulas.
- Colgador de tubería de producción y sellos.
- Árbol de navidad.

A continuación, se presenta en la figura-2, un ejemplo de esquemático de barreras, donde se identifican las barreras primarias, secundarias, y los componentes o elementos de barrera de pozo.

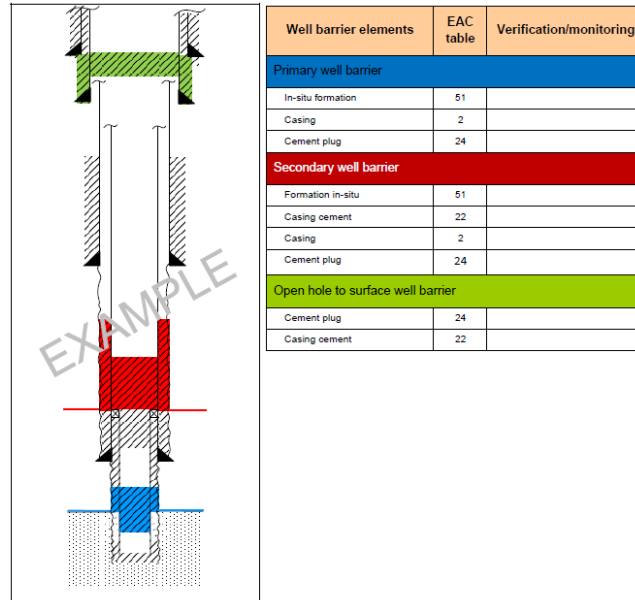


Figura-2. Ejemplo Esquemático de Barreras de pozo en abandono permanente.
Fuente (NORSOK, 2013)

Para los abandonos de pozos de este caso de estudio en los campos de Colorado, Camoa, Buturama, Petrolea, Coporo y Puma, se instalaron taponos de cemento que generaron barreras transversales que se extienden a través de toda la sección transversal del pozo, para proveer sello hidráulico tanto en el anular e internamente, de forma vertical y horizontal, integrándose con el cemento de la cementación primaria como se observa a continuación en la figura-3. Es importante resaltar que las barreras deben cumplir el concepto de barrera permanente, lo que incluye que debe proveer integridad en el largo plazo (concepto de durabilidad eterna), impermeable, no encogible, debe tener la capacidad de soportar cargas mecánicas y de impacto, debe ser resistente a hidrocarburos, Agua, H₂S y CO₂, y tener adhesión al acero.

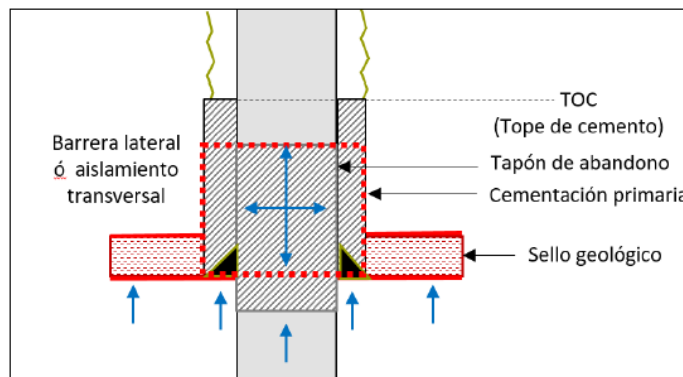


Figura-3. Barrera transversal
Fuente: IDA-G-010 Guía Para Desincorporación Activos de Producción 2022

La aplicación de los conceptos anteriores al igual que en todos los campos, se puede evidenciar como ejemplo en los abandonos del campo Colorado en la cuenta del Valle Medio del Magdalena. Se identificaron en conjunto con el área de Yacimientos las formaciones Sello Geológico A y B, para establecer barreras transversales a lo largo de los pozos incluyendo formaciones sello presentes en la columna estratigráfica. A continuación, en la figura-4, se observa el Estado Mecánico inicial y Final después del abandono del Pozo A, en el que se identifican las formaciones que por sus características actúan como sello geológico, y se tuvieron en cuenta en el diseño de abandono para la ubicación de los taponos de cemento y asegurar aislamiento transversal comprendiendo el interior del revestimiento, el espacio entre anulares y la formación sello.

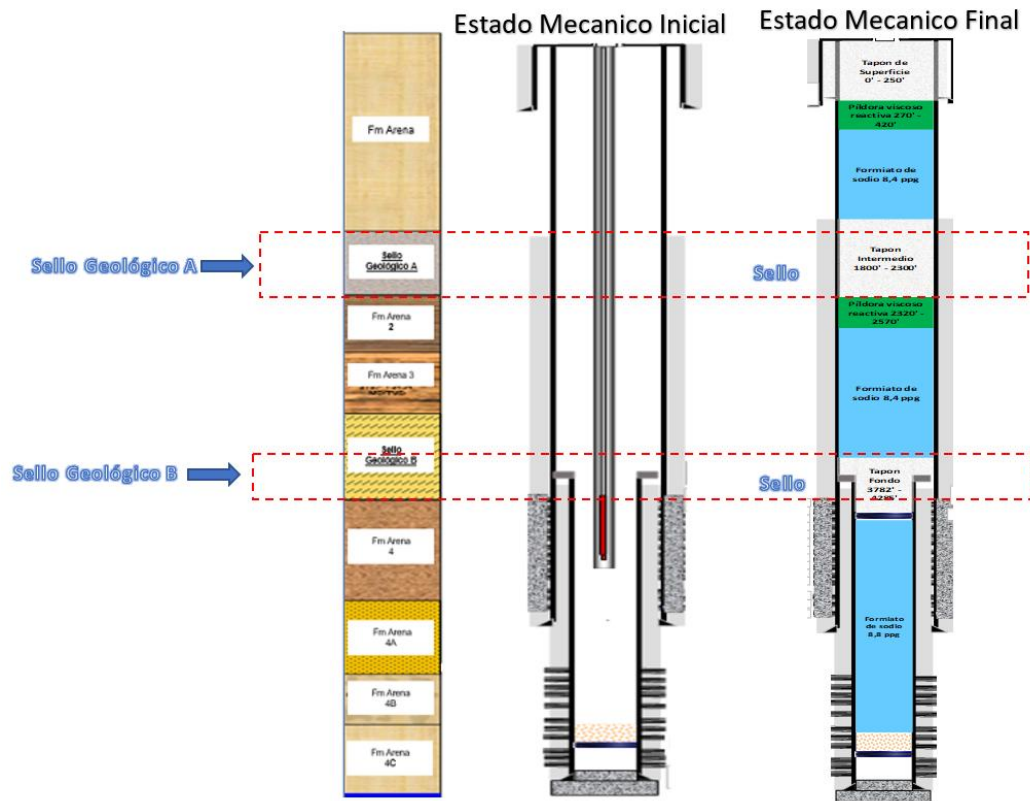


Figura-4. Ejemplo de barrera transversal con la formación en el Pozo-A
Elaboración propia

La verificación de la existencia, calidad y adherencia del cemento en los anulares se realiza mediante registros eléctricos, y adicionalmente se corre registros para evaluar el estado de integridad de los revestimientos mediante registros en modo corrosión, con este último se identifica el porcentaje de desgaste de estos y se estiman los nuevos ratings de presión que serán útiles durante la verificación de las barreras.

Para verificar y confirmar que estas barreras (tapón de abandono) fueron instaladas de acuerdo con el diseño y cumplen con función de aislamiento zonal planeado, se ha utilizado la técnica de peso o tagging, la cual se realiza poniendo peso no menor a 10klbs, y/o presión que está determinada por las presiones de fractura de la formación o de la actualización de los ratings de los revestimientos presentes.

Para verificar el cemento existente en el anular, a continuación, se presenta en la figura-5 un ejemplo de los resultados del registro de cemento de donde se evidencia que detrás del Liner de 5" a 3978ft se observa cemento homogéneo y con amplitud menor a 8,62mv, desde 4002ft hasta fondo registrado de 4116ft, encontrando sellos que soportan la transversalidad del tapón de fondo planeado de 4009ft – 3590ft

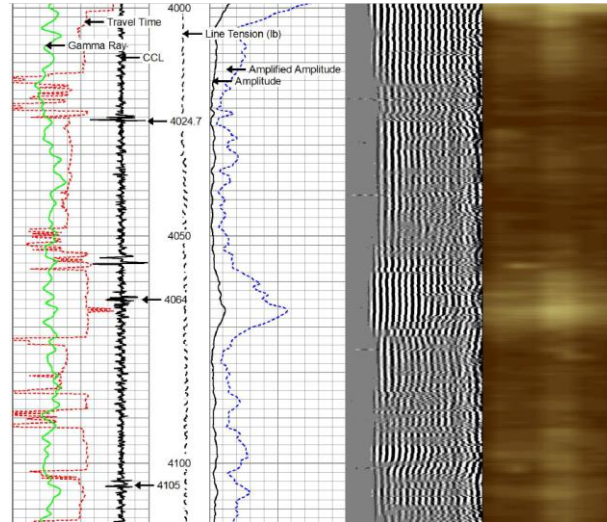


Figura-5. Ejemplo de verificación de cemento anular mediante registros eléctricos Pozo A.
Tomado de Archivo Ecopetrol

Una vez obtenidos los resultados de los registros eléctricos para evaluación de cemento en cada pozo, se revisa en conjunto con las Autoridades Técnicas de Registros, Integridad y Cementación, y se confirma la ubicación de los tapones de cemento para garantizar la transversalidad de la barrera. Cuando no se tiene buena cementación detrás del revestimiento, se debe evaluar un método de cementación remedial para garantizar la transversalidad de la barrera.

A continuación, se presenta un ejemplo de los resultados posterior a la corrida de registro de integridad de revestimiento en modo corrosión donde se evidencia la existencia de un agujero o pérdida de integridad del revestimiento de 6-5/8" 47# P-110

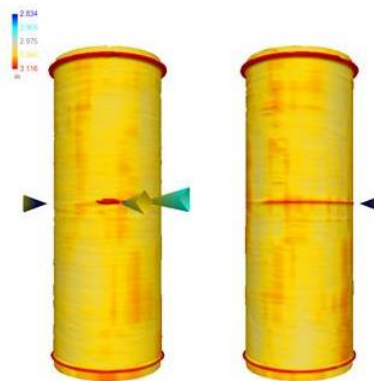


Figura-6. Ejemplo de verificación de integridad de revestimiento mediante registros eléctricos Pozo A
Tomado de Archivo de Ecopetrol

En algunos casos, se han encontrado condiciones de integridad no deseadas en los revestimientos de los pozos a abandonar, en conjunto con Autoridades Técnicas se analizan los resultados para definir el paso a seguir. Ejemplo de interpretación “En el revestimiento de 6-5/8" 47# P-110 se encontraron 110 juntas, 107 juntas clase I, 2 juntas clase II, 1 junta clase V con penetración de 98,15% y máxima pérdida de 20,20%, la junta presenta un orificio”.

Además de los registros enunciados anteriormente, cuando no se contaba con información suficiente de yacimientos donde se logró delimitar las profundidades de los acuíferos, se tomaron registros eléctricos para ayudar a identificar arenas con alta saturación de agua como se muestra en la figura-7. En conjunto con el área de Yacimientos se analizan los resultados para definir topes y bases de posibles acuíferos y prevenir la contaminación de los acuíferos superficiales, como uno de los objetivos primordiales del abandono

de pozos. Con este aseguramiento se evidencia la orientación hacia el cumplimiento de uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO, garantizando la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

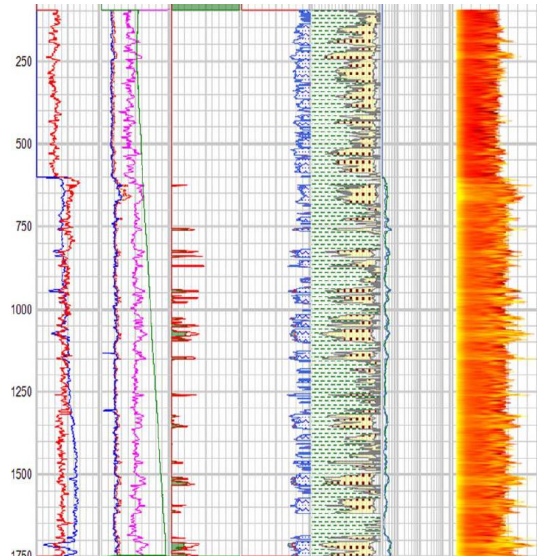


Figura-7. Verificación de saturación de agua en formaciones mediante registros eléctricos PNN
Tomado de Archivo de Ecopetrol

Aislamiento en superficie

Para el aislamiento en superficie, se han instalado taponos de cemento transversales mayores a 200ft de longitud efectiva, ver figura-8. Se han conectado los anulares para lograr circular cemento entre anulares y garantizar la efectividad de la barrera y se está evitando posibles migraciones de fluidos de subsuelo que puedan contaminar la superficie terrestre o cuerpos de agua cercanos. Así podemos incluir dentro de la iniciativa de abandonos el compromiso con la protección de LA VIDA TERRESTRE DE LOS ECOSISTEMAS, ODS con el cual se gestionan sosteniblemente los bosques, se lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras, y la pérdida de biodiversidad.

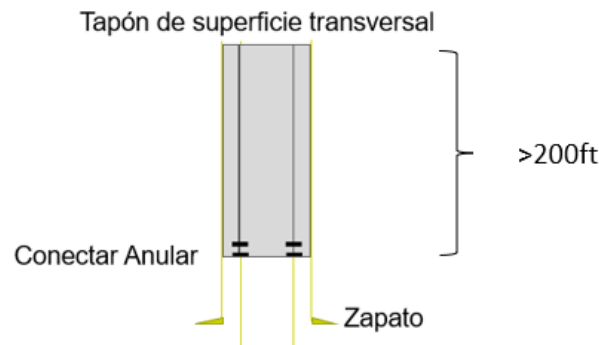


Figura-8. Conectividad de anulares para bombeo de cemento en el tapon de superficie.
Elaboración propia.

Para llevar a cabo esta conectividad de anulares se han utilizado diferentes tecnologías que garanticen un área de flujo apropiada para bombear la lechada de cemento y que, a su vez, no afecten la integridad del siguiente revestimiento externo, optimizando tiempos operacionales, disminuyendo movilizaciones de escoltas militares, eliminando el uso de explosivos, asegurando la descarbonización

de las operaciones generando valor con SosTECNibilidad apalancándose en la tecnología. Dentro de las tecnologías que se han usado para esta operación se incluyen las siguientes:

- Corte de revestimiento con rotación de tubería en el campo Buturama.
- Puncher no explosivo tipo flama corrido con Wireline en Petrolea, Colorado, Camoa.
- Nueva tecnología de cañoneo hidromecánico con tubería en Colorado. (Ver figura-9)

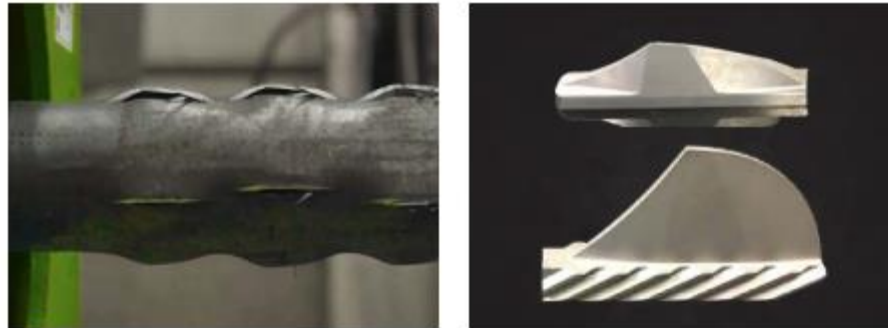


Figura-9. Tecnología alternativa utilizada para conectividad de anulares mediante el uso de cuchillas que se accionan con presión en tubería.

Fuente (Wellbore Integrity, 2022)

¿Cómo se llevó a cabo la planeación y aseguramiento de los abandonos?

A continuación, se presenta la Guía para la planeación y ejecución de intervenciones especiales (WIG) cuyo objetivo es asegurar que la intervención de un pozo o grupo de pozos sea planeada y ejecutada de forma segura, eficiente y económica, garantizando que las actividades a ejecutar cumplan con lineamientos fundamentales para proteger la vida de las personas, el entorno y medio ambiente alineados a la Guía para el Manejo de la Integridad de Pozos. (WIMS)

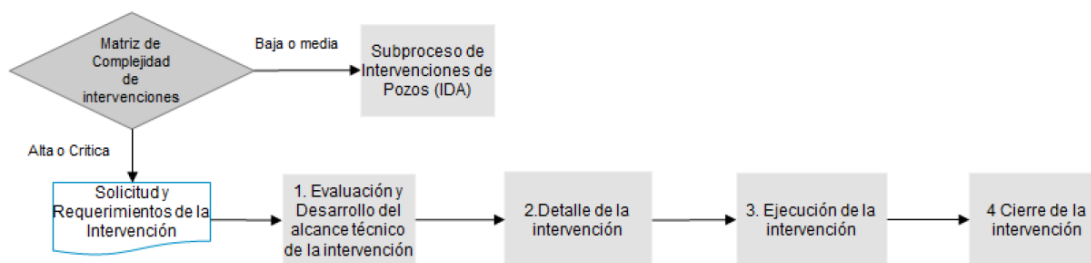


Figura-10. Flujograma de actividades para la planeación y ejecución de intervenciones especiales.

Fuente: IDA-G-001

El proceso inicia con la evaluación de la Matriz de complejidad de la intervención de acuerdo con los riesgos, integridad, tipo de pozo, tipo de intervención, estado mecánico y otros factores operativos establecidos. Como se muestra en la Tabla-2, se consideran tres (3) criterios de clasificación: bajo (1), medio (5) y alto (10), y se definen 4 tipos de complejidad: BAJA, MEDIA, ALTA Y CRÍTICA, considerando una intervención especial en estas dos últimas.

Complejidad	puntuación
BAJA	<2
MEDIA	2 a 4
ALTA	4 a 8
CRITICA	>8

Tabla 2. Clasificación de intervenciones de acuerdo con valoración de matriz de complejidad. Elaboración propia adaptado de IDA-G-001 (Ecopetrol, 2020)

Una vez se tiene la valoración como alta o crítica, se realiza la Solicitud y Requerimiento de Intervención con información del pozo y se inicia la planeación donde se evaluará la factibilidad de la intervención, el aseguramiento de los recursos necesarios para la ejecución, estimado de tiempo y la opción más eficiente de acuerdo a la evaluación del riesgo y objetivos planteados en la intervención, para posteriormente elaborar el programa, ejecutarlo y realizar el cierre con la información relevante de desempeño, lecciones aprendidas y entrega de pozo intervenido.

Durante el desarrollo fases de la Guía para la Planeación y Ejecución de Intervenciones Especiales (WIG) se generan sus respectivos entregables como se muestra en la figura-11:

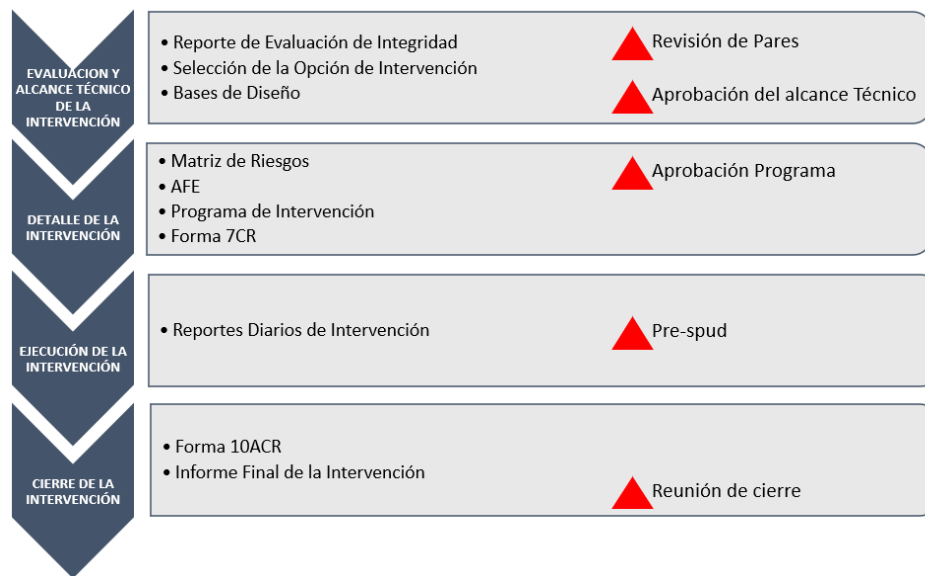


Figura-11. Entregables durante el desarrollo de las fases del WIG
Elaboración propia, adaptada de Guía para la Planeación y Ejecución de Intervenciones Especiales

Como se ha evidenciado a lo largo de este artículo, la ubicación apropiada de las barreras en el abandono de pozo tiene alta relevancia, y con esto se debe entender todo el aseguramiento que se ha llevado a cabo en cuanto a integridad de pozos se refiere.

Durante la fase de Evaluación y alcance técnico, se desarrollan múltiples actividades que incluyen una reunión inicial de socialización a todas las áreas involucradas en el proyecto para dar a conocer aspectos relevantes de la planeación. En conjunto con las autoridades técnicas se evalúan la integridad del pozo actual tanto en subsuelo como en superficie, para poder iniciar a con las opciones de abandono y seleccionar la más adecuada. Se revisan y aprueban las bases de diseño de cementación, de los fluidos a utilizar, de los registros y cañoneos necesarios, y las premisas de integridad de la operación de abandono.

Pero es principalmente en esta fase donde se desarrolla el aseguramiento de la integridad del pozo. La importancia de esta intervención final radica en el hecho que cualquiera que sea la anomalía de integridad que venga desde la fase de construcción o

anomalía posterior resultante del deterioro de las barreras del pozo debe ser solucionada permanentemente. Estas anomalías deben estar claramente identificadas y tenidas en cuenta para garantizar que se realiza un abandono técnico adecuado, garantizando que no se presente migraciones futuras de cualquier tipo de los fluidos del pozo, de los fluidos de pozos inyectoros vecinos que puedan irrumpir en el pozo abandonado, flujos cruzados entre formaciones en el subsuelo y mucho menos flujos a superficie como afloramientos, emanaciones o influjos.

Para la adecuada planeación del abandono técnico de un pozo, se debe tener un amplio entendimiento del pozo o campo a intervenir, por eso es importante responder a las siguientes preguntas contenidas en la Lista De Chequeo: Taponamiento y Abandono de Pozos.

- ¿Se identificó cuántas formaciones permeables tiene el pozo diferente a la formación productora/objetivo?
- ¿Las formaciones permeables identificadas están expuestas sin cemento al frente del anular?
- ¿Hay disponible registro de cementación?
- ¿Hay cemento de buena calidad cubriendo las formaciones permeables?
- ¿El sello geológico de la formación inmediatamente arriba de la zona productora tiene buena cementación primaria?
- ¿El pozo presenta algún problema de integridad?
- ¿Se han tomado datos de presiones en todos los anulares del pozo?
- ¿Se realizó prueba de diagnóstico de drenaje y reconstrucción de presión del anular?
- ¿Se ha confirmado presión sostenida en algún anular?
- ¿Se tiene identificado el punto de fuga o la formación fuente de la presión del anular con presión sostenida?
- ¿El pozo está ubicado o cruza una zona de alta probabilidad de fallas?
- ¿El campo actualmente o a futuro tendrá recobro mejorado?
- ¿Se planea hacer a futuro recobro térmico?
- ¿En la zona de interés, hay formaciones abiertas al flujo de diferente presión?
- ¿Si existe más de una formación cañoneada, son hidráulicamente independientes?
- ¿Existe la necesidad de hacer cementaciones remediales?
- ¿Se tiene identificad claramente la profundidad de la base de los acuíferos?
- ¿Quedaron cubiertos los acuíferos con el revestimiento de superficie?
- ¿El cabezal tiene integridad?
- ¿Se deben hacer trabajos preliminares para el abandono?
- ¿Zonas ya abandonadas deben ser intervenidas nuevamente?
- ¿Si existen zonas ya abandonadas, se usó cemento para su abandono?

En paralelo al desarrollo de la lista de chequeo de taponamiento y abandono de pozo, donde se realizó aseguramiento de actividades previas de abandono, también se evaluó la condición de las barreras de pozos con el Formato de evaluación de integridad de pozo. Pero ¿Que es integridad de pozo? De acuerdo con Recommended Practice 90-2 (API, 2016) es una condición de un pozo que tiene integridad mecánica con barreras competentes para prevenir el flujo no intencional de fluidos (líquidos y/o gas) de una formación a otra o a la superficie.

En este caso, se identificaron y evaluaron elementos de barreras primarias y secundarias en superficie y subsuelo, con la información disponible se indica la forma con la cual se verificaron (con presión, registros de integridad o cemento, etc.), también se evalúa la condición de integridad (Efectiva, Parcialmente efectiva, o No Efectiva) de cada elemento de barrera, y se describen las acciones a llevar a cabo para conseguir o mantener una condición optima de integridad.

Luego de evaluar el estado o condición de integridad de las barreras del pozo y de acuerdo con el API Recommended Practice 90-2, se evaluaron las presiones de trabajo de los componentes del cabezal, los componentes del completamiento, de los tubulares y la resistencia de la formación para establecer los límites operativos para gerenciamiento de presiones anulares y calcular la Máxima Presión Operativa Permitida en cabeza de Pozo MAWOP y de la misma manera la Máxima Presión Operativa en el Anular MOP.

Luego de cumplir con todos los requerimientos de la fase de alcance técnico, esta es sometida a aprobación antes de pasar a la fase de Detalle de la intervención en la cual se desarrolla la matriz de riesgos detallada donde se evalúan y valoran los riesgos presentes en el proyecto, sus causas y acciones de respuesta a todos los riesgos técnicos, de entorno y comunidades, HSE, seguridad física y ambientales. Paralelamente se desarrolla el programa detallado de la intervención validado por las Autoridades Técnicas, y se aterrizan tiempos de operación y costos (AFE) con contingencias. En este punto también se radica la Forma Ministerial 7CR que es el

CASO DE ÉXITO: ABANDONO TÉCNICO DEFINITIVO DE POZOS INACTIVOS ANTIGUOS, EN LOCACIONES CON ACCESO LIMITADO, ENTORNO SOCIAL COMPLEJO E INCERTIDUMBRE DE INFORMACIÓN HISTÓRICA Y DE INTEGRIDAD

Permiso para trabajos posteriores a la terminación oficial, la cual debe estar debidamente aprobada por la Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH. Una vez asignadas las compañías contratistas para el abandono se inician las reuniones, de socialización a todas las áreas involucradas y el handover de planeación a operaciones.

Posterior a la aprobación de la fase de Detalle se procede a dar inicio a la fase de Ejecución de la Intervención, en la que antes de iniciar la movilización, se hace un aseguramiento riguroso para aceptar las condiciones en las que se encuentra el equipo de intervención (WorkOver, RSU, Coiled-Tubing, etc.), el cual es avalado por las Autoridades Técnicas, si es necesario realizar acciones correctivas con el ánimo de mitigar fallas durante la operación que puedan conllevar a eventos de HSE, ambientales u operacionales. Es precisamente en esta fase donde se debe hacer todo el seguimiento y aseguramiento para garantizar que se ejecuta de acuerdo con lo planeado y aprobado por la ANH, la misma que será informada oportunamente ante cualquier cambio del plan de abandono.

Finalmente se ha abandonado el pozo en armonía con el medio ambiente y las comunidades, viene la fase de Cierre, en la que se debe asegurar que se cuente con toda la información requerida y reportes de calidad en la plataforma oficial para posterior consulta. Debe entregarse la Forma-10ACR informe de taponamiento y abandono de pozo debidamente revisados y aprobados por la ANH. Adjuntar un esquema en que se muestre la condición final del pozo, de las tuberías, de las perforaciones y taponos, acompañado por el informe final de la intervención.

Es importante que luego de terminada la ejecución del abandono, se responda a las siguientes preguntas incluidas en la Lista De Chequeo: Taponamiento y Abandono de Pozos para corroborar el cumplimiento de los objetivos del abandono.

- ¿Se logró realizar el abandono de acuerdo con el diseño planteado?
- ¿Se identificó algún problema de integridad?
- ¿Se instaló doble barrera de aislamiento de la formación(es) objetivo?
- ¿Se identificaron las zonas permeables no cubiertas por el cemento?
- ¿Todos los taponos de abandono fueron instalados de manera transversal?
- ¿Todas las barreras instaladas fueron verificadas con peso y/o presión?
- ¿Se corrieron registros adicionales?
- ¿Se realizó un adecuado aislamiento del acuífero?
- ¿Fue necesario realizar alguna cementación remedial?
- ¿Se instaló la placa de abandono?
- ¿Se radicó ante la ANH la F10ACR?
- ¿Se informó a las áreas de mantenimiento y departamento regional HSE sobre la finalización de actividades?

Responsabilidad Social Corporativa y Sostenibilidad en Abandonos

La Estrategia 2040 “Energía que Transforma” de Ecopetrol busca generar crecimiento con la transición energética a través de la maximización del valor y la competitividad, a la vez que genera valor con SosTECnibilidad, asegurando la descarbonización de las operaciones y apalancándose en la tecnología, innovación y talento humano para mantener retornos competitivos. (Ecopetrol, 2022)

Dentro de los 4 ejes de la estrategia 2040, vale la pena mencionar “Generar valor con SosTECnibilidad” con el cual se da respuesta a los retos socioambientales y a la necesidad de lograr operaciones sostenibles mientras reconoce y trabaja de la mano con los grupos de interés. Reporte Integrado de Gestión Sostenible (Ecopetrol, 2021)

Cabe resaltar también, el Compromiso con los objetivos de desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, ver figura-12, donde Ecopetrol reconoce la integralidad e interdependencia de todos los ODS y por esto, aunque reconoce que hay algunos sobre los que tiene mayor impacto, los asume como una agenda completa y cohesiva. (Ecopetrol, 2022)



Figura-12. Objetivos de Desarrollo Sostenible
Tomado de (Naciones Unidas, 2022)

Dentro de la iniciativa de abandonos específicamente como se describe en la figura-13, se resalta su alineación y compromiso con los siguientes ODS debido a su mayor impacto; Igualdad de Género, Agua Limpia y Saneamiento, Trabajo Decente y Crecimiento Económico, y Vida de Ecosistemas Terrestres.



Figura-13. Alineación de los ODS en Abandonos
Fuente: Elaboración propia

Gestión de Entorno en proyectos de Abandono

La gestión del entorno y comunidades es un punto neurálgico para garantizar la continuidad de las operaciones de abandono, en este tema se debe contar con profesionales de entorno con gran habilidad de negociación debido a las altas expectativas que genera la reactivación de la operación en áreas y comunidades apartadas y con pocas oportunidades de desarrollo. En términos generales y de acuerdo con (Arroyo, 2017) la negociación es un proceso de mutua comunicación, encaminado a lograr un acuerdo con otros cuando hay intereses compartidos y otros opuestos. Teniendo en cuenta que las comunidades siempre estarán presentes se debe velar por la

CASO DE ÉXITO: ABANDONO TÉCNICO DEFINITIVO DE POZOS INACTIVOS ANTIGUOS, EN LOCACIONES CON ACCESO LIMITADO, ENTORNO SOCIAL COMPLEJO E INCERTIDUMBRE DE INFORMACIÓN HISTÓRICA Y DE INTEGRIDAD

construcción de relaciones duraderas, basadas en el mutuo beneficio y a su vez se aprovechen como una herramienta estratégica para los objetivos de la organización. Habiendo dicho esto, es importante resaltar toda la gestión de entorno y medio ambiente que se ha venido asegurando antes, durante, y después de las operaciones de abandono para cumplir con los objetivos del proyecto de manera responsable y sostenible.



Figura-14. Gestión de Entorno en proyectos de abandono
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura-14, para que continúen en marcha los proyectos de abandono se debe gestionar de manera constante las relaciones con la comunidad antes durante y después de las operaciones, a continuación, los aspectos más relevantes de esta gestión.

Previo al inicio de los abandonos:

- Conocimiento geográfico del territorio.
- Identificación de actores, nivel de influencia y capacidad de convocatoria.
- Conocer los antecedentes de la industria en el territorio.
- Conocimiento de expectativas de los diferentes grupos de interés: Comunidad, proveedores locales, entre otros.
- Establecimiento de espacios de dialogo informal, espontáneo, con el objetivo de fortalecer confianza.

Durante los abandonos:

- Espacios de dialogo sistemáticos tripartitos de seguimiento a compromisos, comunidad, institucionalidad y Ecopetrol.
- Desarrollo de la estrategia de acompañamiento y contratación de empresarios locales.
- Ejecución oportuna de proyectos de inversión social.
- Continuar con las charlas informales con líderes estratégicos.
- Relacionamiento permanente individual con líderes estratégicos.
- Articulación interna y permanente con áreas de gestión inmobiliaria, seguridad física, operaciones, abastecimiento, construcción, prosperidad social, entre otras.
- Gestión oportuna de alarmas con administradores de contratos y líderes de procesos.

Después de los abandonos:

- Se realizarán reuniones en espacios independientes con el Área de Abastecimiento, contratistas y proveedores locales para evaluar avances y asegurar el pago oportuno de los servicios.
- Espacios de dialogo con comunidad para hacer balance y seguimiento de compromisos adquiridos Vs cumplidos
- Reuniones tripartitas para asegurar y viabilizar futuros proyectos en el territorio.

Recomendaciones para relaciones duraderas con las comunidades.

- La gestión social la hacemos todos.
- Buscar mecanismos de comunicación efectiva
- Honrar la palabra.
- Mostrar un interés genuino por las personas y el territorio.
- La gente debe sentir y percibir los beneficios de la industria.
- Relacionamiento sistemático y permanente.

Gestión Ambiental en Proyectos de abandono

Cualquier evento ambiental que se materialice durante o después de las actividades de abandono puede poner en riesgo la continuidad del proyecto, por lo tanto, se debe llevar a cabo una gestión y seguimiento minucioso de planeación, ejecución y cierre como se muestra en la figura-15, para garantizar una operación en armonía responsable con el medio ambiente.



Figura-15. Gestión Ambiental en Proyectos de abandono
Elaboración propia

Previo al inicio de los abandonos:

- Diseñar la ruta ambiental de acuerdo con las especificaciones técnicas para la ejecución de actividades asociadas con la adecuación de obras civiles, abandono técnico de pozo, desmantelamiento y recuperación ambiental.
- Tramitar permisos de recursos naturales ante corporaciones ambientales: Aprovechamiento Forestal, Concesión de Aguas, Vertimientos, Ocupación de cauces.
- Consultar y solicitar a la ANLA pronunciamiento para la ejecución del abandono, especialmente para pozos que no están amparados por algún instrumento ambiental.
- Revisar el instrumento ambiental, para evaluar restricciones ambientales y sociales.
- Visitas de evaluación con autoridades ambientales.

Durante los abandonos:

CASO DE ÉXITO: ABANDONO TÉCNICO DEFINITIVO DE POZOS INACTIVOS ANTIGUOS, EN LOCACIONES CON ACCESO LIMITADO, ENTORNO SOCIAL COMPLEJO E INCERTIDUMBRE DE INFORMACIÓN HISTÓRICA Y DE INTEGRIDAD

- Esta etapa se fundamenta en la implementación de las fichas de manejo, seguimiento y monitoreo ambiental y social, seguimiento y verificación del cumplimiento de las actividades ambientales y sociales.
- Cumplimiento de los programas que conforman el PMA y de las obligaciones ambientales de los permisos y/o licencias ambientales.
- Elaboración del ICA.
- Visitas de seguimiento de autoridades Ambientales.

Después de los abandonos:

- En esta etapa se dismantela y retira la infraestructura, para posteriormente reconformar morfológicamente el área y prepararla para la revegetalización /reforestación, que garanticen la estabilidad del terreno y restablecimiento de la cobertura vegetal; de acuerdo con lo autorizado por la ANLA en la licencia ambiental.
- En algunos casos, interesados (propietarios, comunidad, autoridades) solicitan la permanencia de infraestructura, la cual se debe gestionar ante la ANLA para su pronunciamiento.
- Plan de cierre de la gestión social con propietarios, comunidad, autoridades, para asegurar el cumplimiento de las obligaciones.

Conclusiones

- Mediante la aplicación del proceso corporativo IDA-G-010 Guía Para Desincorporación Activos de Producción, y el desarrollo de la Guía para la Planeación y Ejecución de Intervenciones Especiales (WIG), se ha logrado ejecutar satisfactoriamente el abandono técnico definitivo de pozos en los campos de Colorado, Camoa, Buturama, Petrolea, Puma y Coporo, los cuales presentaban retos importantes en integridad de pozo, cumpliendo el marco regulatorio nacional, siguiendo estándares internacionales, alineados con la estrategia de SosTECnibilidad y comprometidos ante los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.
- La integridad de pozo en operaciones de taponamiento y abandono fue crítica durante la fase de diseño del abandono técnico definitivo, sin embargo, con la aplicación de conceptos y prácticas del Estándar NORSOK-D-10, se tomaron decisiones acertada para ubicar los tapones de cemento, garantizando la efectividad de las barreras y previniendo el flujo descontrolado de fluidos a superficie.
- Las barreras instaladas durante el taponamiento y abandono de pozo de acuerdo con la Guía para el Manejo de la Integridad de Pozos WIMS – Well Integrity Management System deben ser verificadas de acuerdo con los criterios de aceptación definidos por la compañía. Durante la iniciativa de abandonos llevada a cabo, los tapones de cemento fueron verificados con presión y/o peso para garantizar su instalación apropiada de acuerdo con el plan aprobado por la ANH, y debe existir registro de la prueba o verificación para que pueda calificarse como barrera efectiva durante la evaluación de integridad.
- Ante la incertidumbre de la información histórica de los pozos antiguos con proyección de abandono definitivo, se hace necesario la verificación de las barreras existentes, mediante la corrida de registros eléctricos para verificar la condición de las cementaciones primarias para determinar la necesidad de llevar a cabo cementaciones remediales que garanticen transversalidad de las barreras. Adicionalmente la toma de registros de integridad de revestimiento en modo corrosión, es de vital importancia para detectar alguna anomalía de integridad que pueda presentarse a lo largo de los mismos y también actualizar los ratings de presión para conocer las presiones máximas de trabajo a los que pueden ser sometidos evitando el flujo indeseado de fluidos de formación, o en el peor de los casos posibles contaminaciones en superficie.
- Se llevó a cabo el abandono técnico definitivo viéndolo desde una óptica de Responsabilidad Social Corporativa que se preocupa por la integridad no solo del pozo, sino también de las personas y el medio ambiente. La gestión de Entorno y medio ambiente fue vital para viabilizar el desarrollo de las operaciones, ya que se tuvo un interés genuino en beneficiar a las comunidades y territorios mientras se cumplían los objetivos trazados por la organización, negociando de manera que se lograron acuerdos de interés compartido Gana-Gana, y que apalancan el desarrollo de relaciones duraderas con todos los grupos de interés.

Nomenclatura

AFE = Authorization for Expenditure

ANH = Agencia Nacional de Hidrocarburos

ANLA = Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

API = American Petroleum Institute

ICA = Informe de Cumplimiento Ambiental

MAWOP = Maximum Allowed Wellhead Operating Pressure

MOP = Maximum Operational Pressure

O&G = Oil and Gas

ODS = Objetivos de Desarrollo Sostenibles

PMA = Plan de Manejo Ambiental

PNN = Pulsed Neutron-Neutron

RSC = Responsabilidad Social Corporativa

RSU = Rapid Service Unit

WIG = Well Intervention Guide

WIMS = Well Integrity Management System

SosTECNibilidad: Una definición en la que la Tecnología (T), apalancada en la innovación aplicada y en la revolución que trae la transformación digital, es un catalizador clave para acelerar y alcanzar oportunamente los cambios necesarios ante retos sociales, ambientales y de gobernanza.

Referencias

- API. (2016). *API*. Obtenido de API RECOMMENDED PRACTICE 90-2: www.api.org/pubs
- Arroyo, R. (2017). *Habilidades gerenciales: desarrollo de destrezas, competencias y actitud (2a. ed.)*. Ecoe Ediciones. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaecoe/titulos/126547>.
- Ecopetrol. (2020). *IDA-G-001 Guía para la Planeación y Ejecución de Intervenciones Especiales*. Bogotá.
- Ecopetrol. (2020). *IDA-G-010 Guía Para Desincorporación Activos de Producción*. Bogotá.
- Ecopetrol. (2021). *Guía para el Manejo de la Integridad de Pozos WIMS – Well Integrity Management System*. Bogota.
- Ecopetrol. (2021). *Reporte Integrado de Gestion Sostenible*. Bogotá: Ecopetrol.
- Ecopetrol. (29 de Diciembre de 2022). *Ecopetrol.com.co*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/ResponsabilidadEtiqueta/Entorno/ods-priorizados#:~:text=Ecopetrol%20est%C3%A1%20comprometido%20con%20la,una%20agenda%20completa%20y%20cohesiva>.
- Ministerio de Minas y Energía. (2009). *Resolución 181495*. Bogota.
- Ministerio de Minas y Energía. (2015). *Resolución 40048*. Bogota.
- Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- NORSOK. (2013). *Standard D-010 Well integrity in drilling and well operations*. Standard Norge.
- Wellbore Integrity. (2022). <https://www.wellboreintegrity.com/>. Obtenido de <https://www.wellboreintegrity.com/products-and-services/gator-perforator/>