



**INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETROLEO Y DEL GAS**

PRÁCTICA RECOMENDADA

PR IAPG-SC-11-2013-01

**Gestión del Agua en la Exploración
y Explotación de Reservorios
No Convencionales en el Área de
Influencia de la Cuenca Neuquina**

1 NOTAS ESPECIALES

Por tratarse de una Práctica Recomendada (PR), las acciones, modalidades operativas y técnicas en ellas incluidas carecen de contenido normativo, legal o interpretativo, y no resultan obligatorias ni exigibles por terceros bajo ninguna condición.

No podrán ser invocadas para definir responsabilidades, deberes, ni conductas obligatorias para ninguno de los sujetos de la actividad hidrocarburífera sea que las utilicen o no, ya que sólo integran consejos o recomendaciones que reflejan las “reglas del arte” y las buenas prácticas vigentes a la fecha de su publicación.

La adopción de una PR no libera a quien la utilice del cumplimiento de las disposiciones legales nacionales, provinciales y/o municipales, como así tampoco de respetar los derechos de patentes y/o propiedad industrial o intelectual que correspondieren.

El IAPG no asume, con la emisión de esta PR, la responsabilidad propia de las Compañías Operadoras, sus Contratistas y Subcontratistas, de capacitar, equipar o entrenar apropiadamente a sus empleados. Asimismo, el IAPG no releva ni asume responsabilidad alguna en lo que respecta al cumplimiento de las Normas en materia de salud, seguridad y protección ambiental.

Toda cita legal o interpretación normativa contenida en el texto de esta PR no tiene otro valor que el de un indicador para la conducta propia e interna de quienes voluntariamente la adopten o utilicen. Es responsabilidad de las compañías operadoras, contratistas y subcontratistas, constatar y verificar las exigencias regulatorias aplicables a cada caso.

2 RAZÓN QUE JUSTIFICA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA RECOMENDADA

Ante el desarrollo de Reservorios No Convencionales resulta conveniente contar con lineamientos generales referidos a la gestión del agua necesaria para estas actividades.

3 PROPÓSITO

Identificar criterios básicos para el manejo del agua utilizada en la exploración y explotación de reservorios no convencionales, a fin de asegurar que estas operaciones se realicen de manera eficiente, segura, protegiendo la salud humana y el ambiente.

Proponer estrategias para el manejo del fluido de retorno, proveniente de las operaciones de estimulación hidráulica, que permitan su reúso y la adecuada disposición final del mismo.

En esta PR no se incluye la explotación de recursos convencionales o de recursos a cielo abierto o que no requieran de estimulaciones especiales como: hidratos de metano, petróleo pesado (heavy oil), bitumen (tar sands), petróleo súper pesado (extra heavy oil), gas de manto de carbón (coal bed methane), lutita con petróleo (oil shale), término que no hay que confundir con shale oil.

4 ALCANCES Y REQUISITOS LEGALES Y NORMATIVOS

La presente práctica recomendada ha sido elaborada para operaciones de pozos no convencionales que requieren fractura hidráulica para la explotación de gas e hidrocarburos líquidos en la Cuenca Neuquina pero que sus recomendaciones podrían extenderse a otras cuencas.

En proyectos de este tipo se deberá identificar y cumplir con las normas jurídicas vigentes y las técnicas aplicables.

5 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Práctica Recomendada para ser utilizada en el área de influencia de la Cuenca Neuquina de la República Argentina. Ello sin perjuicio de lo indicado bajo el Título I NOTAS ESPECIALES, de la presente PR.

6 DEFINICIONES

Yacimientos No Convencionales: se refieren a petróleo y / o gas alojado en formaciones de muy baja permeabilidad que requieren de fracturación hidráulica.

Según el reservorio que los aloja reciben la denominación de: Gas de areniscas compactas, o de baja permeabilidad (Tight Gas Sands), Petróleo en rocas de baja permeabilidad (Tight Oil), Gas o petróleo en pelitas o lutitas (Shale Gas y Shale Oil).

Fluido de fractura: Los fluidos de fractura están constituidos principalmente por agua, mezclada con agentes de sostén y una variedad de productos químicos.

Roca Madre (shale): se denomina así a rocas de origen sedimentario de grano muy fino de baja porosidad (tamaño $\leq 0,004$ mm) que se encuentran en distintas cuencas sedimentarias. Se forman a partir de la deposición lenta en ambientes anóxicos de sedimentos orgánicos y otros componentes como cuarzo, carbonatos, feldespatos, pirita y arcillas varias y posterior compactación.

Gas de Lutitas (shale gas): Los reservorios de shale gas se pueden describir como gas natural que se encuentra alojado en depósitos de lutitas.

El gas se encuentra almacenado dentro de las lutitas, en fracturas naturales que se desarrollan dentro del sistema microporoso, o bien adsorbido en la materia orgánica.

Agua de formación: agua atrapada en las formaciones geológicas. Como ha estado en contacto con el reservorio de hidrocarburo por largo tiempo, ha alcanzado un equilibrio fisicoquímico de minerales y de gases disueltos a la presión y temperatura del mismo.

Fluido de retorno (flowback): es el fluido que retorna, inmediatamente luego de fracturar, cuando el pozo es puesto a fluir. Está constituido por el agua inyectada más los retornos de tapones rotados, cemento, agente sostén y fluido de fractura degradado. A medida que progresa en el tiempo entra también en su constitución agua de producción, petróleo y/o gas y minerales de formación disueltos por la misma. Su volumen total siempre será igual o menor al volumen de agua inyectado. Las características fisicoquímicas del agua de retorno se diferencian de las del agua de formación.

Agua de producción: es el agua que se encuentra en la formación productiva y que es traída a superficie cuando se produce gas y/o petróleo. Dado que las características de presión y temperatura cambian a medida que asciende en el pozo, la misma puede sufrir cambios fisicoquímicos, como liberación de gases, formación de sales, y deposición de hidrocarburos sólidos. El agua de producción está presente durante toda la vida del pozo. En los yacimientos donde se inyecta agua para el proceso de recuperación secundaria, este volumen luego es capturado nuevamente con el agua de producción al producir el pozo.

Pozo sumidero: Instalación destinada para realizar la disposición final de fluidos provenientes de la industria hidrocarburífera, en formaciones que poseen las condiciones de entrapamiento estructural y de roca sello, que garantizan la estanqueidad de los fluidos, imposibilitando su vinculación con las aguas subterráneas a ser protegidas.

Pozo de inyección profunda: En la provincia de Neuquén, el pozo de inyección profunda se denomina aquel que es utilizado para recuperación secundaria. Puede tener un tratamiento administrativo distinto al pozo sumidero. Para el alcance de esta PR no debe confundirse con la técnica de inyección profunda del Anexo III de la ley de residuos peligrosos 24.051, u otras técnicas o procesos no aplicables a la industria hidrocarburífera.

Estimulación Hidráulica (Fractura hidráulica): Es una fractura inducida por presión causada por la inyección de fluidos de fractura en la roca de formación objetivo.

7 CONSIDERACIONES PREVIAS

El 23 de agosto de 2012 el Instituto emitió la Práctica Recomendada SC-07-2012-00, denominada: Operación Reservorios No Convencionales. En la redacción de la presente Práctica Recomendada se tuvo en consideración y se coordinó lo establecido en el documento mencionado precedentemente.

8 CONSIDERACIONES ADICIONALES

El manejo del agua en el ciclo operativo completo debe contemplar los avances tecnológicos y científicos que representen alternativas viables a las particularidades de la cuenca. Las reglas del arte y la experiencia de las Compañías Operadoras y de servicio deben tenerse en cuenta para adaptar los requerimientos técnicos al desarrollo de las operaciones.

9 DESARROLLO

Se establecerá un marco de referencia para el uso, almacenamiento, tratamiento y disposición del agua en la exploración y explotación de los reservorios no convencionales. La evaluación de las posibles fuentes de agua para las fracturas hidráulicas deberá considerar la disponibilidad de:

- Agua superficial
- Agua subterránea
- Suministros de agua locales
- Agua residual local y proveniente de instalaciones para el tratamiento industrial
- Agua utilizada para la refrigeración de plantas de energía
- Agua producida reciclada y/o fluido de retorno (flowback) reciclado.

9.1. Obtención de suministros de agua para Fracturas Hidráulicas.

Reconociendo la importancia del agua en la vida del ser humano, la fauna y la flora es que se debe prestar especial atención al gerenciamiento de utilización de esta. De ser posible y viable se deben utilizar fuentes de agua salobres o saladas y evitar aquellas que puedan servir para abastecer tanto al consumo humano como para agricultura y ganadería.

Asimismo, deberá cumplirse con la legislación vigente, en la provincia de Neuquén, en el Decreto Provincial 1483/12, en el Artículo 9° establece: "Prohíbese durante las etapas de perforación y terminación de pozos no convencionales la utilización del agua subterránea con aptitud para satisfacer los usos establecidos en el artículo 5° incisos a) Abastecimiento de poblaciones y b) irrigación, de la Ley 899 y su Decreto Reglamentario N° 790/99.". Otras situaciones similares pueden hallarse en la legislación de otras provincias.

Una parte importante de la operación de fractura hidráulica consiste en garantizar el acceso a fuentes seguras de agua, el tiempo asociado con esta accesibilidad, y los requisitos para obtener el permiso para garantizar estos suministros.

Al evaluar diferentes alternativas para garantizar los suministros de agua para las operaciones de fractura hidráulica, es esencial conocer los aspectos en la gestión del agua, los permisos y requisitos reglamentarios de una región. Se deberá consultar a los organismos de gestión del agua, ya que son los principales responsables de la administración (incluyendo los permisos) y la protección de los recursos hídricos.

Se deberá mantener una comunicación fluida con los entes reguladores de los recursos hídricos, y con la comunidad si fuera necesario, para garantizar que las operaciones de obtención de gas y petróleo no interfieran en el abastecimiento de agua de la comunidad local. Conocer las necesidades locales de agua, puede contribuir en el proceso de adquisición de la misma. Debe trabajarse junto con las agencias locales de recursos hídricos para desarrollar un plan que especifique cuando y donde efectuar las extracciones y los planes de reutilización de agua.

Las operadoras deberán realizar una revisión detallada y documentada de las fuentes de agua disponibles en un área que podría ser utilizada para realizar operaciones de fractura hidráulica.

Factores a considerar:

- Evaluación de los requerimientos de recursos hídricos
- Tratamiento y almacenamiento de fluidos.
- Transporte.

Cada uno de estos factores será explicado en los capítulos 9.2, 9.3 y 9.4.

9.2 Evaluación de los requerimientos de las Fuentes de Agua

Al evaluar las necesidades de agua para fracturas hidráulicas, la empresa operadora deberá realizar un estudio completo sobre la demanda acumulada de agua sobre la base de un programa que considere el tiempo asociado a estas necesidades en cada sitio.

Se deberán considerar los requerimientos de agua para las operaciones de perforación, la supresión de polvo, procesos de las instalaciones de superficie y la respuesta ante emergencias, así como también los requerimientos para las operaciones de fractura hidráulica. La empresa operadora deberá determinar si las fuentes de agua son suficientes para respaldar toda la operación, con agua de la calidad deseada, y si pueden ser utilizadas cuando el plan de desarrollo programado así lo requiera.

Por lo general, las opciones de suministro de agua para fractura hidráulica dependerán del volumen de agua requerido, sumado al programa de desarrollo en toda la zona prevista. Las fuentes de agua deberán ser apropiadas para el ritmo previsto y el nivel de desarrollo esperado.

El agua para las fracturas hidráulicas podrá obtenerse a partir de:

- Agua superficial
- Agua subterránea, si no son aptas para consumo humano e irrigación
- Suministros de agua locales
- Agua residual local y proveniente de instalaciones para el tratamiento industrial
- Agua utilizada para la refrigeración de plantas de energía
- Agua producida reciclada y/o fluido de retorno (flowback) reciclado.

La elección dependerá del volumen y la calidad del agua requerida, la disponibilidad física conforme a las normas, usos competentes, y necesidad de los fluidos de fractura.

En caso de ser posible, se debería utilizar en primer lugar, agua de retorno o de producción, seguido por agua residual de otras instalaciones industriales, fuentes de agua superficiales y subterráneas y, por último, suministros de agua local (son los menos utilizados para proyectos a gran escala de larga duración). Sin embargo, esto dependerá de:

- Las condiciones locales y de la disponibilidad de fuentes de aguas superficiales y subterráneas próximas a las operaciones planeadas.
- No todas las opciones serán apropiadas para todas las situaciones, y el orden de preferencia puede variar entre áreas.
- Las fuentes de agua de origen residual industrial, o las utilizadas para la refrigeración de plantas de energía, las aguas de retorno reciclada y/o producida, podrían requerir tratamientos adicionales previos a su utilización para fracturas; lo cual podría no ser económicamente viable, y no asegurar los resultados necesarios para garantizar el éxito del proyecto.

9.2.1 Agua superficial

Muchas áreas obtienen sus principales suministros de agua de fuentes superficiales, será necesario identificar los suministros de agua capaces de cubrir el volumen de agua requerido para operaciones de perforación y fractura, y que no compitan o interfieran con las necesidades de la comunidad y otros posibles usos.

Al evaluar los requisitos de los suministros de agua de fuentes de agua superficiales, habrá que considerar el volumen de agua requerido, así como también la secuencia y la programación de obtención de estos suministros. La extracción de agua de cuerpos superficiales, como ríos, arroyos, lagos, estanques naturales, estanques privados; requiere del permiso de entes provinciales reguladores. Además, las normas de calidad del agua y las regulaciones establecidas por las autoridades, pueden prohibir cualquier alteración en la corriente que pudiera afectar el principal uso de un cuerpo de agua superficial dulce, el cual es definido por las autoridades de recursos hídricos locales. Se deberá garantizar que las extracciones durante períodos de bajo caudal no afecten la vida acuática, la pesca y otras actividades recreativas, suministros locales de agua, y otras instalaciones industriales, como las centrales eléctricas.

Los permisos para la extracción de agua pueden requerir el cumplimiento de medidas específicas, como la supervisión, la presentación de informes, llevar registros, y otros requisitos que podrían incluir especificaciones para la cantidad mínima de agua que debe pasar por un punto específico aguas abajo, para que se posibilite la extracción. En los casos en los que la corriente-flujo es inferior a la cantidad mínima prescrita, se deberán reducir o suspender las extracciones.

Las empresas operadoras deberán considerar las cuestiones relacionadas con el tiempo y la ubicación de

las extracciones, ya que las cuencas hidrográficas impactadas pueden ser sensibles, especialmente en años de sequía, durante los períodos de bajo caudal en los que las actividades, como la irrigación, generan mayor demanda de los suministros de agua superficial. Cuando se requiera extraer agua superficial, las operadoras deberán considerar los siguientes aspectos que podrían limitar el tiempo y el volumen disponible:

- Propiedad, distribución, o apropiación de recursos acuíferos existentes;
- Volúmenes de agua disponibles para otras necesidades, como el abastecimiento público.
- Afectación de cualquier curso de agua;
- Impacto en los hábitats y en la comunidad;
- Disminución del volumen de acuíferos;
- Establecer claramente las líneas base de cada fuente de manera de poder evaluar con posterioridad potenciales efectos de la actividad extractiva.

Las autoridades locales, regionales o provinciales de la administración hídrica solicitan a la empresa operadora que identifique las fuentes de agua a ser utilizadas para abastecer las operaciones de fractura hidráulica, y provean información acerca de cualquier fuente de agua superficial propuesta cuya utilización no haya sido previamente aprobada. Para obtener la aprobación y/o mantener una buena relación con las comunidades locales y otras partes interesadas, las solicitudes para la extracción de agua de cuencas hidrográficas deberán ser cuidadosamente consideradas.

Toda obra de ingeniería a realizarse en la toma de agua, almacenamiento, bombeo y transporte debe tener su Licencia Ambiental y aprobaciones correspondientes.

Los requisitos regulatorios adicionales normalmente están vinculados con las citadas instalaciones de almacenamiento. El objetivo es desviar el agua hacia estas piletas para acumular agua durante periodos de uso cuyo caudal de demanda sea mayor al caudal otorgado en el permiso, evitando el impacto sobre las operaciones y el riesgo de dejarlas stand-by.

A fin de llevar un gerenciamiento exhaustivo se deberá llevar control de los diferentes volúmenes de cada agua utilizada (dulce, salobre y flowback) de manera de poder establecer los indicadores de uso correspondientes y poder tomar las medidas más adecuadas para optimizar el proceso y minimizar la utilización de agua dulce.

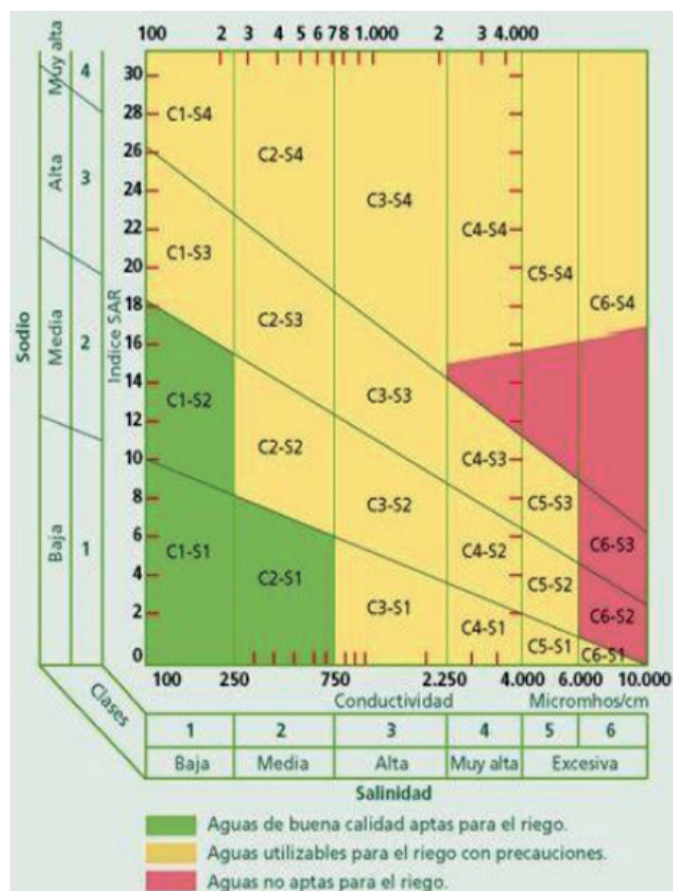
9.2.2 Agua subterránea

Las extracciones de aguas subterráneas requerirán permisos de entes reguladores.

Cuando pueda aplicarse, las operadoras deberán considerar la utilización de agua que no sea apta para consumo humano e irrigación para operaciones de perforación y fractura hidráulica. Esto podría requerir la perforación de pozos de agua en acuíferos profundos.

Se considera apta para consumo humano, si cumple con el Código Alimentario Argentino, Capítulo XII - Artículo 982.

La aptitud para irrigación considera las buenas prácticas de las "Normas Riverside" del U.S. Soil Salinity Laboratory. Las mismas determinan la combinación del riesgo de salinización y sodificación del agua y definen según la gráfica que se reproduce a continuación, si el agua es apta, no apta o no recomendable su utilización.



Asimismo, se verificará la existencia de elementos tóxicos para el riego por medio de la Tabla 5, del Anexo II, decreto reglamentario 831/93 de la Ley 24.051 de residuos peligrosos

La cuestión principal respecto a la extracción de agua subterránea sin aptitud para consumo humano e irrigación es la disminución temporal del volumen de los acuíferos. Por lo tanto, la empresa operadora deberá realizar un estudio hidrogeológico con el fin de caracterizar calidad y cantidad de las fuentes subterráneas y en particular para el pozo de agua que se esté solicitando el permiso deberá realizar un ensayo de bombeo de 72 horas con el fin de determinar el caudal de explotación sustentable que será incluido en el permiso de captación. Al considerar las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas, se deberán identificar los pozos de abastecimiento de agua y los manantiales de agua ubicados dentro de una distancia definida de cualquier sitio de perforación propuesto, incluyendo la ubicación de otros pozos de suministro de agua.

También deberán evaluarse las características de estos pozos, en términos de capacidad de producción y calidad del agua. Dependiendo de la información disponible, esto podría incluir la evaluación del agua disponible de esas fuentes.

Esto requerirá ubicar los pozos de agua públicos y privados, y obtener información respecto de su profundidad, intervalos completos y uso (incluyendo si el pozo es público o privado, si pertenece a la comunidad o es externo, y el tipo de instalación o establecimiento si no es una propiedad privada). Generalmente, esta información puede ser solicitada a las autoridades locales o provinciales, sin embargo, si hubiera algún pozo de agua sin la documentación pertinente, lo apropiado sería contactarse directamente con los propietarios o dueños de la locación y evaluar su registro. No pueden ser utilizados pozos de agua que no estén previamente habilitados por la autoridad provincial.

9.2.3 Suministros locales de agua

Obtener agua de suministros locales (redes públicas de suministro, canales de riego, otras operadoras u otros) podría ser considerado como una opción, sin embargo, los volúmenes de agua necesarios

para fracturar deberían ser compatibles y equilibrados con otros usos y necesidades de la comunidad. Esta opción puede ser limitada, ya que los suministros de agua de algunas aéreas podrían estar restringidos, especialmente durante períodos de sequía; por lo que habría que evaluar cuidadosamente la duración de los períodos en los que se podrá utilizar agua de los suministros locales.

9.2.4 Agua residual y agua utilizada para la refrigeración de plantas de energía

Otra alternativa a considerar como fuente de agua para operaciones de fractura hidráulica, son las aguas residuales locales o industriales. Claro está, que las especificaciones de estas fuentes de agua necesitan ser compatibles con los fluidos de fractura, así como también si el tratamiento es técnicamente posible, y si puede garantizar un proyecto exitoso. En algunos casos, se pueden obtener las especificaciones requeridas del agua, a partir de la mezcla apropiada de suministros de estas fuentes con suministros de agua superficial y fuentes subterráneas.

9.2.5 Fluido de retorno (flowback)

Dependiendo de su calidad, las aguas de fluido de retorno (flowback) pueden tratarse y reutilizarse para fracturas, si bien los porcentajes son menores. La salinidad, medida como TDS (total de sólidos disueltos), y la calidad final del agua de flowback, puede variar de acuerdo con la geología de la formación y a los estratos rocosos específicos.

La Guidance Document API HF2 - Water Management Associated with Hydraulic Fracturing - clasifica las aguas, según su salinidad, en:

- Salobre (5.000 a 35.000 ppm de TDS)
- Salina (35.000 a 50.000 ppm de TDS)
- Salmuera sobresaturada (50.000 a 200.000 ppm de TDS o más).

Otras de las características del agua que pueden influir son la concentración de hidrocarburos (petróleo y grasa), sólidos suspendidos, sustancias orgánicas, hierro, calcio, magnesio, trazas de benceno, boro, silicatos, sílice, y otros compuestos. Las rocas de las formaciones que son el objetivo de las fracturas hidráulicas, pueden contener naturalmente trazas de elementos radiactivos llamados NORM (Normally Occurring Radioactive Materials).

Se podrá evaluar si es técnicamente viable el uso del agua de retorno (flowback) en las operaciones de fractura. Para ello estas aguas podrían necesitar tratamiento para alcanzar los parámetros requeridos para el agua de fractura.

Esto puede evidenciarse en los perfiles de Gamma Ray (GR). Básicamente son el efecto del Uranio, Torio, Radio y Radón.

9.3 Manipulación de fluidos y consideraciones sobre el almacenamiento

9.3.1 Generalidades y Alternativas

Todos los componentes de los fluidos de fractura, incluyendo agua, aditivos y el agente sostén o apuntalante ("proppant"), deben ser manejados de forma adecuada en el sitio antes, durante y después del proceso de fractura. Es recomendable que todos los componentes del fluido de fractura se mezclen con los fluidos utilizados para fracturar, sólo cuando sea necesario. Todo producto que no haya sido utilizado deberá ser removido-eliminado del sitio por el contratista o el operador, según corresponda. El proceso de planificación del trabajo debería considerar retrasos no previstos durante las operaciones de fractura, y asegurar que los materiales se administren de forma adecuada.

Los fluidos utilizados para fracturas hidráulicas, y los fluidos de retorno (flowback), generalmente se almacenarán en el sitio en tanques y bateas metálicas. El agua a ser utilizada para la fractura también puede almacenarse en piletas de tierra recubiertas que pueden estar a nivel del suelo o sobre este, específicamente acondicionadas para tal uso. Debe asegurarse el aislamiento hidráulico del fondo y bordes de piletas con respecto al sustrato donde es construida.

A los fluidos de retorno (flowback), cuyo destino no sea el reuso en la actividad hidrocarburífera, les corresponden el tratamiento según sea su disposición final, en particular si la disposición es a un pozo sumidero, deberá cumplir con los límites de calidad de vertido detallado en el permiso de vertido

específico del pozo sumidero.

Las autoridades de aplicación solicitan que para cada activo o yacimiento se elabore un expediente de gestión de agua, donde los operadores deberán proporcionar información acerca de la forma en la que administran el agua, y las operaciones de almacenamiento en el sitio. Dicha información deberá incluir lo siguiente:

- Información acerca del diseño y la capacidad de almacenamiento de las piletas y / o tanques;
- Información acerca del número, y de la capacidad individual y total de los tanques de recepción en la locación para el agua de retorno;
- Descripción de las restricciones a los accesos públicos previstos, incluyendo las barreras físicas y la distancia al borde de la locación;
- La forma en la que se colocaran los revestimientos para evitar posibles fugas de las piletas sobre suelo.

9.4 Transporte

Antes de iniciar la fractura, generalmente se entregan al sitio (por separado) el agua, el agente sostén y cualquier otro aditivo, conforme a las regulaciones pertinentes. El agua se entrega generalmente en camiones cisterna que pueden llegar en un período de días o semanas, o a través de cañerías desde una fuente de suministro o instalación de tratamiento / reciclaje.

Para el suministro y la administración del agua, se deben considerar los requisitos y limitaciones vinculadas con el transporte de fluidos. Existen distintas estrategias para gestionar los recursos, mejorar la eficiencia y limitar otros impactos ambientales como ruido, polvo en suspensión, deterioro de caminos y seguridad vial.

Los costos de transporte representan un alto porcentaje de los costos vinculados a la administración del agua. Una opción a considerar como alternativa, es el uso de cañerías sobre la superficie o enterradas, ya sea de forma temporal o permanente. Las empresas operadoras están recurriendo a la utilización de cañerías temporales sobre la superficie para transportar agua a las piletas y a los sitios operacionales.

El uso de locaciones múltiples facilita el almacenamiento de agua en forma centralizada y puede mejorar la posibilidad de transporte por cañerías o mangueras (cañería flexible) de agua.

Consideraciones a tener en cuenta para la organización del transporte de grandes volúmenes de componentes de fluido de fractura:

- Evaluar la selección de rutas para maximizar la eficiencia del conductor y la seguridad pública;
- Evitar las horas de mayor tráfico, horarios de micros escolares, eventos comunitarios, y horarios nocturnos;
- Coordinar con las agencias locales de manejo de emergencias;
- Actualizar y mejorar las rutas que se utilizarán con frecuencia hacia y desde muchos sitios operacionales;
- Avisar con anticipación al público en general de cualquier desvío necesario o cierre de carriles;
- Garantizar estacionamiento adecuado fuera de la ruta y áreas de entregas en el sitio.

El fluido de fractura (flowback) resultante del proceso de fractura hidráulica en orden de prioridad podrá ser destinada a:

- Reutilización o Reciclado en locación.
- Envío a instalaciones para su tratamiento, con el objetivo de su adecuación a las especificaciones como fluido de fractura, recuperación secundaria, según sea necesario.
- Inyección en pozos sumideros habilitados.

9.5 Características de los fluidos empleados para la fractura

Los fluidos de fractura empleados en los yacimientos considerados en la presente Práctica Recomendada se componen aproximadamente de un 98% / 99% de agua y de agente sostén que puede ser arena natural o material cerámico que es el otro constituyente de importancia en volumen. Este último se trata de un material granular, que se mezcla con el fluido de fractura y su misión es mantener abierta o apuntalar la fractura producida al inyectar el fluido a alta presión y mantener la conductividad de fractura deseada. A esta mezcla base agua se le adicionan productos químicos que constituyen el restante 1% / 2%.

9.5.1 Especificaciones del agua para preparar fluidos de fractura

El agua usada para preparar fluidos de fractura debe poseer algunas características mínimas de calidad de manera tal de que no interactúe negativamente con los componentes usados para preparar el mismo (compatibilidad). Por ejemplo, los problemas más usuales son alargamiento de los tiempos de hidratación, ruptura prematura del gel, baja eficiencia de los surfactantes, pérdida de eficiencia de los reductores de fricción, degradación de los geles, tiempos de reticulado muy largos (crosslinking time).

Los siguientes lineamientos son generales y dan una idea de que calidad debería tener el agua para preparar un fluido de fractura estándar.

Parámetro	Rango o valor recomendado
Temperatura [°C]	15 - 40
TDS [mg/l]	< 50,000
TSS [mg/l]	< 50
Turbidez [NTU]	0 - 5
pH	6 - 8
Hierro [mg/l]	1 - 20
Cloruros [mg/l]	< 30,000
Potasio [mg/l]	100 - 500
Calcio [mg/l]	50 - 250
Magnesio [mg/l]	10 - 100
Sodio [mg/l]	2,000 - 5,000
Boro [mg/l]	0 - 20
Carbonatos [mg/l]	< 600
Dureza como CaCO ₃ [mg/l]	<15,000

Bicarbonato [mg/l]	< 600
Bacterias [CFU/ml]	0
Silice [mg/l]	< 35
Sulfatos [mg/l]	< 500
Agentes reductores [mg/l]	0

Es recomendable que las empresas de servicios que proveerán y realizarán la operación con los geles, realice las pruebas de laboratorio correspondientes con el agua a ser utilizada, tanto del agua captada como de la mezcla del agua captada más el agua de retorno para evaluar el comportamiento de los geles y confirmar las formulaciones.

10 TRATAMIENTO DE FLUIDO DE RETORNO

El agua de retorno que se produce desde cada pozo puede ser transportada por camiones o bombeada por las cañerías de producción. Una vez que el agua de retorno alcanzó las plantas de tratamiento, se le suministrará el tipo de tratamiento necesario según sea que el agua sea reutilizada dentro del proceso productivo o ya sea que se dispondrá en pozos sumideros y tiene que alcanzar la calidad de los límites de vertidos impuestos.

Dado que al inicio del proceso el fluido se produce a alta presión y puede contener sólidos no disueltos (principalmente agente sostén y/o sólidos de formación, restos de goma, metal de los tapones, cemento, etc.) se hace pasar la corriente a través de un debris catcher, un desarenador, y luego se pasa por un choke manifold para controlar presiones; por último, por un separador que puede ser trifásico (petróleo, agua y gas) o tetrafásico (petróleo, agua, gas y sólidos muy finos). El primero es el más común usado en la cuenca neuquina.

Los líquidos del separador son enviados a piletas. Se recomienda tomar muestras de agua con una frecuencia alta al principio (cada 2 horas) y luego aumentar este tiempo hasta llegar a muestreos más espaciados. Se evalúan diferentes aniones, cationes y otros parámetros que permitan inferir eficiencia del tratamiento, productos de reacción de aditivos con la formación, aditivos sin reaccionar o degradados que retornan a superficie, componentes de formación disueltos en el agua inyectada con la fractura, bacterias, y su variación en el tiempo.

La siguiente tabla muestra un listado de parámetros que pueden ser medidos in-situ, otros componentes deben ser analizados en laboratorios dado los equipos requeridos. Esta tabla es indicativa y la cantidad de parámetros finales a determinarse depende de los requerimientos de cada compañía.

PARAMETROS	UNIDADES
Tiempo	Hora
Densidad	g/cm ³
%Oil	
°API (Oil)	
Temperatura	°C
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L
Carbonatos	mg CaCO ₃ /L
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L
Cloruros	mg/L
Bario	mg/L
Sulfatos	mg/L
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L
Dureza Ca ²⁺	mg CaCO ₃ /L
Dureza Mg ²⁺	mg CaCO ₃ /L
Hierro Total	mg/L
pH	
Turbidez	NTU
SST	mg/L

Los hidrocarburos separados, al igual que el agua, se envían por camión o conductos a las plantas de tratamiento de petróleo en donde continúan con el proceso. De estos hidrocarburos, también se toman muestras y realizan variados análisis para caracterizarlos.

Tan pronto como el pozo deja de producir sólidos que pueden dañar las instalaciones de producción (erosión fundamentalmente), el mismo se conecta a través de las líneas de producción a las baterías y a partir de allí se sigue monitoreando producción y todo aquel parámetro que se considere de relevancia o sea requerido