

FRACTURA HIDRÁULICA

ESTIMULACIÓN EN FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD

Actualmente existe una confusión mal infundada respecto a la técnica de estimulación en formaciones de baja permeabilidad llamada fractura hidráulica y la evolución de ésta a lo que es llamado comúnmente como Fracking (Fractura). Cabe mencionar que ambas palabras son homógrafas (Grafía igual pero distinto significado).

FRACTURA HIDRÁULICA	2
¿QUÉ ES LA FRACTURA HIDRÁULICA?	3
¿EL FRACKING ES IGUAL QUE LA FRACTURA HIDRÁULICA?	3
¿DESDE CUÁNDO HA SIDO UTILIZADA ESTA TÉCNICA EN EL MUNDO?.....	4
¿EN QUÉ SE BASA LA TÉCNICA?	4
¿EN QUÉ TIPOS DE POZOS PUEDE APLICAR ESTA TÉCNICA?	4
CAMBIO DE FRACTURA HIDRÁULICA A FRACKING.....	6
¿CONTAMINA AL MEDIO AMBIENTE?	7
¿EN MÉXICO ESTÁ REGULADO O HAY ALGUNA NORMA?	8
¿CUÁNTOS POZOS NO CONVENCIONALES SE HAN PERFORADO EN MÉXICO?	9
¿QUÉ REQUIERE PARA IMPLEMENTARSE?.....	11

FRACTURA HIDRÁULICA

Actualmente existe una confusión mal infundada respecto a la técnica de estimulación en formaciones de baja permeabilidad llamada fractura hidráulica y la evolución de ésta a lo que es llamado comúnmente como Fracking (Fractura). Cabe mencionar que ambas palabras son homógrafas (Grafía igual pero distinto significado).

La fractura hidráulica está asociada a realizarse en no más de dos zonas de formación en un yacimiento y se realiza comúnmente en yacimientos convencionales (areniscas). El Fracking es una palabra anglosajona utilizada para referirse a la utilización de la fractura hidráulica en etapas múltiples en pozos horizontales en yacimientos no convencionales (Lutitas). La innovación e inversiones realizadas para la mejora continua de esta tecnología ha traído consigo una revolución económica, social, geopolítica y ambiental donde se ha aplicado con sus mejoras continuas en las regulaciones y la forma a realizarse.

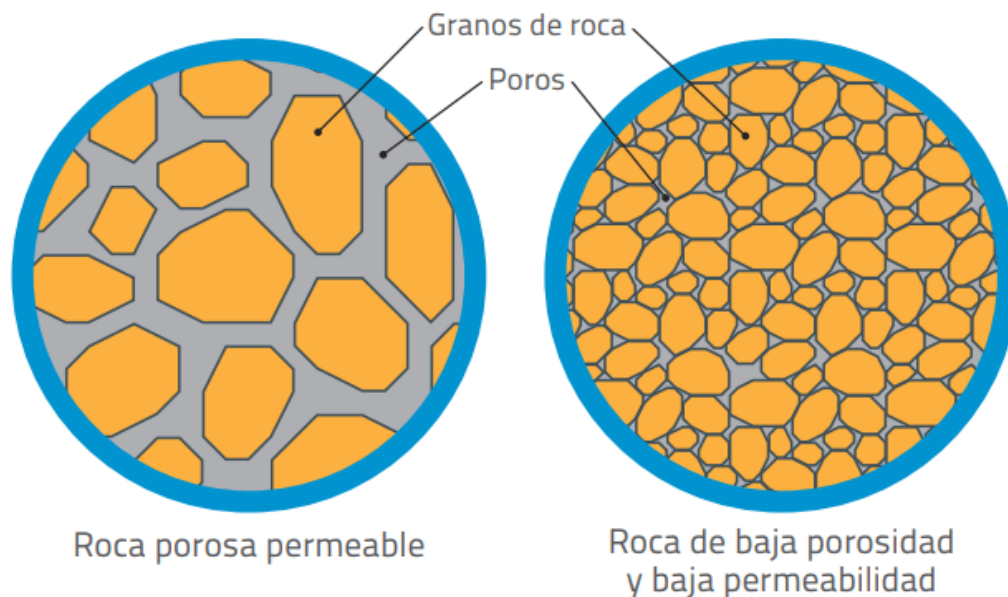
En EUA en 2020 han perforado alrededor de 5,400 pozos en yacimientos convencionales al mes de septiembre (600 por mes) y han realizado esta técnica en 6,300 pozos terminados (700 por mes).

En México no realizamos el Fracking en yacimientos no convencionales, pero es viable efectuar la estimulación en formación de baja permeabilidad (Fractura hidráulica sencilla) en yacimientos convencionales como las cuencas de Burgos, Tampico-Misantla, entre otras, que actualmente la empresa productiva del estado ha disminuido su interés al caer casi a un tercio de lo que producían hace más de una década y dejando el recurso en el subsuelo, desaprovechando la infraestructura en superficie como el Complejo Procesador de Gas Burgos ahora que el nuevo plan quinquenal de CENAGAS contempla una mayor conectividad de los ductos, nuevas inversiones y programas de almacenamiento; aunado a la tendencia en 2030 de petróleo crudo que no proyecta un crecimiento en la utilización de éste en el mundo, pero sí un incremento del gas natural para la generación de electricidad e hidrógeno limpio.

Los yacimientos convencionales y no convencionales que tenemos en México han estado, siguen y estarán desaprovechados si no se invierte en ellos, ligado a que pueden ser una fuente para el desarrollo de la petroquímica en nuestro país y en conjunto con la industria de fertilizantes.

¿QUÉ ES LA FRACTURA HIDRÁULICA?

Es la única técnica que se utiliza para permitir que puedan fluir hidrocarburos a través de la formación y que al tener una baja permeabilidad (pocos espacios porosos interconectados entre la roca), permite incrementar una interconexión por medio de una estimulación, creando canales artificiales porosos.



¿EL FRACKING ES IGUAL QUE LA FRACTURA HIDRÁULICA?

La fractura hidráulica es una estimulación en formaciones de baja permeabilidad cuyo objetivo es dejar espacio y permitir el flujo de hidrocarburos dentro de las rocas matriz (donde están los hidrocarburos). El Fracking es una evolución de la fractura hidráulica que permitió tener una mayor producción al realizar en forma simultánea en un pozo varias estimulaciones a la formación. Principalmente esta evolución fue en pozos del tipo horizontal o multilaterales cuyo objetivo es tener un mayor contacto con la formación e incrementar la producción.

¿DESDE CUÁNDO HA SIDO UTILIZADA ESTA TÉCNICA EN EL MUNDO?

Pozos petroleros que no producían en forma natural tenían que ser estimulados. En 1860, en la costa este norteamericana, se empleaba por aquel entonces nitroglicerina. En 1930 se empezaron a utilizar ácidos en lugar de materiales explosivos. Pero es en 1947 cuando se estudia por primera vez la posibilidad de utilizar agua para poder mezclar arena y ciertos químicos, este método empezó a aplicarse y desarrollar industrialmente en 1949. En México fue utilizado en cuencas del norte del país.

China, uno de los países con mayores potenciales, subsidia a las empresas de *fracking* desde junio del año pasado. EE. UU. ha sido el único que ha podido desarrollarlo de forma masiva, esto principalmente debido a la naturaleza privada de los derechos de propiedad sobre los minerales, la capacidad de apalancamiento financiero local y el emprendimiento histórico.

¿EN QUÉ SE BASA LA TÉCNICA?

La mezcla de arena (con una esfericidad o recubierta), químicos y agua. El objetivo es poder transportar la arena a la formación con dos objetivos: Crear el espacio necesario ante la incomunicación para que fluya en forma natural los hidrocarburos y, por medio de la arena, mantener en un mayor tiempo dentro de la formación este espacio creado, estimulando la salida del hidrocarburo.

¿EN QUÉ TIPOS DE POZOS PUEDE APLICAR ESTA TÉCNICA?

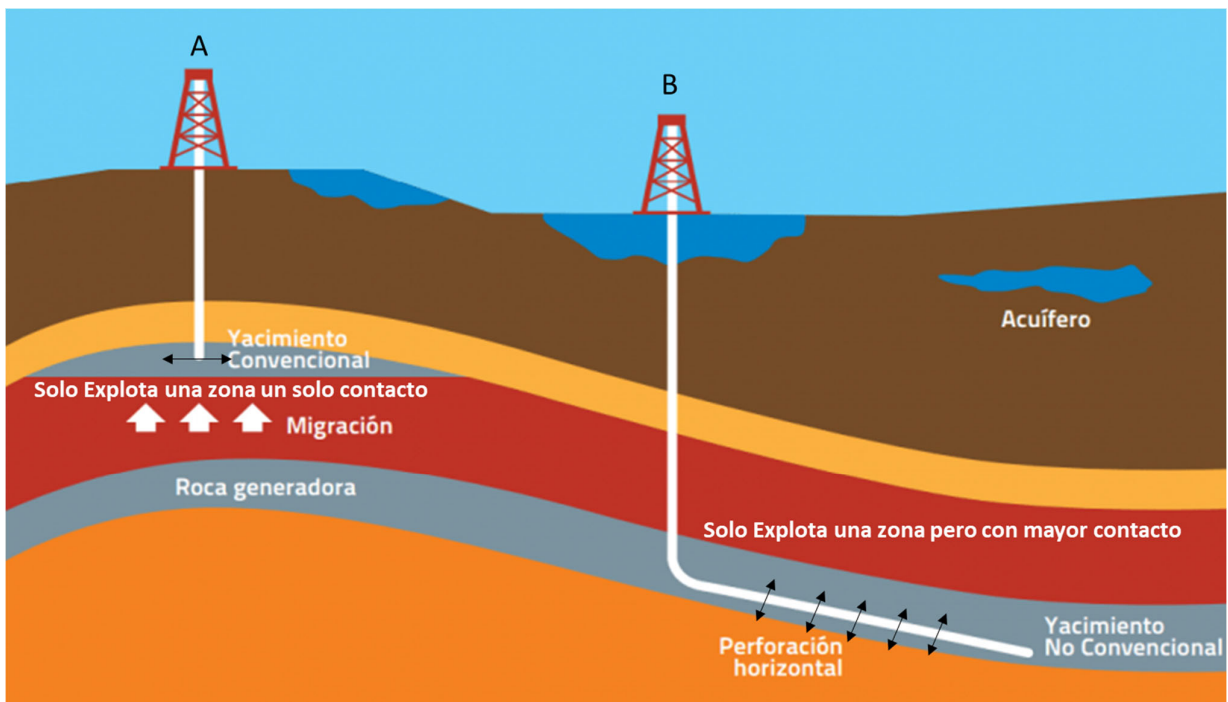
Todo yacimiento convencional (areniscas compactas) y no convencional (arcillas o lutitas) necesita una estimulación por tener una baja permeabilidad.

En el mundo y en México, esta técnica tiene más de 50 años su aplicación. Se empezó a utilizar en México en campos de la Región Norte en áreas de la cuenca de burgos, Tampico-Misantla entre otras. Se utiliza principalmente en Pozos Terrestres a profundidades no mayores a 3,000 metros.

Existe una clasificación empírica que podemos definir para su aplicación de la técnica. En la imagen siguiente puede observar.

A) Pozo en yacimiento convencional a donde solo pone a producir una parte de la formación que fue atravesada (perforada). Normalmente suelen ser uno o dos contactos atravesados, a lo cual solo requiere una estimulación por contacto. El hidrocarburo está atrapado en una zona. Yacimientos con bajas permeabilidades mayores a 0.1 millidarcies (entre otras propiedades)

B) Pozo en yacimiento no convencional. Principalmente a pozos horizontales o multilaterales que permiten un mayor contacto e incrementando en un mayor "n" veces la producción comparado con un yacimiento convencional. Formaciones de mayor uso del tipo de Shale (Arcillosas o Lutitas), fluye a lo largo de una formación. Yacimientos con muy bajas permeabilidades menores a 0.1 millidarcies (entre otras propiedades)



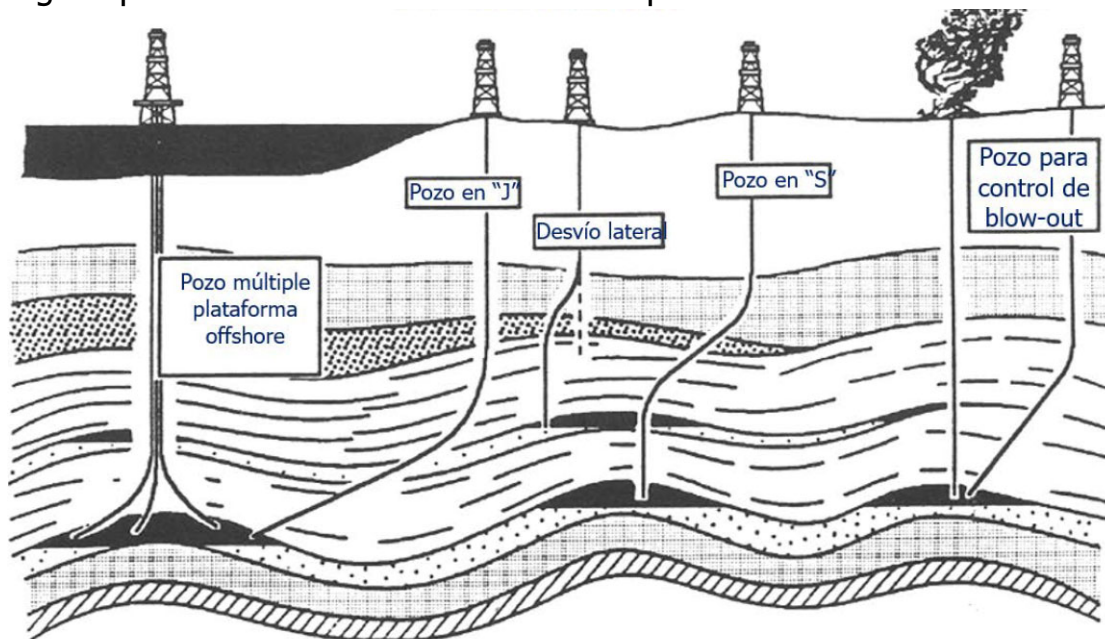
Fuente: Imágenes de Internet.

CAMBIO DE FRACTURA HIDRÁULICA A FRACKING

No hubo un cambio, simplemente fue una abreviación para referirse a toda aquella forma de utilizar en pozos horizontales, a donde realizan más de dos contactos en una misma formación, utilizando en cada una de ellas la técnica de estimulación.

¿Por qué evolucionó la fractura hidráulica (Fractura Única) al Fracking (Fracturas Múltiples)?

Al perforar un solo pozo vertical, Tipo J, S y/o horizontal en formaciones convencionales o no convencionales **requerían hacer un mayor número de pozos** en superficie de este tipo de pozos, limitando el uso de la tierra, una mayor inversión, daños al medio ambiente, sociales e incrementando los riesgos operativos durante la vida de cada pozo.



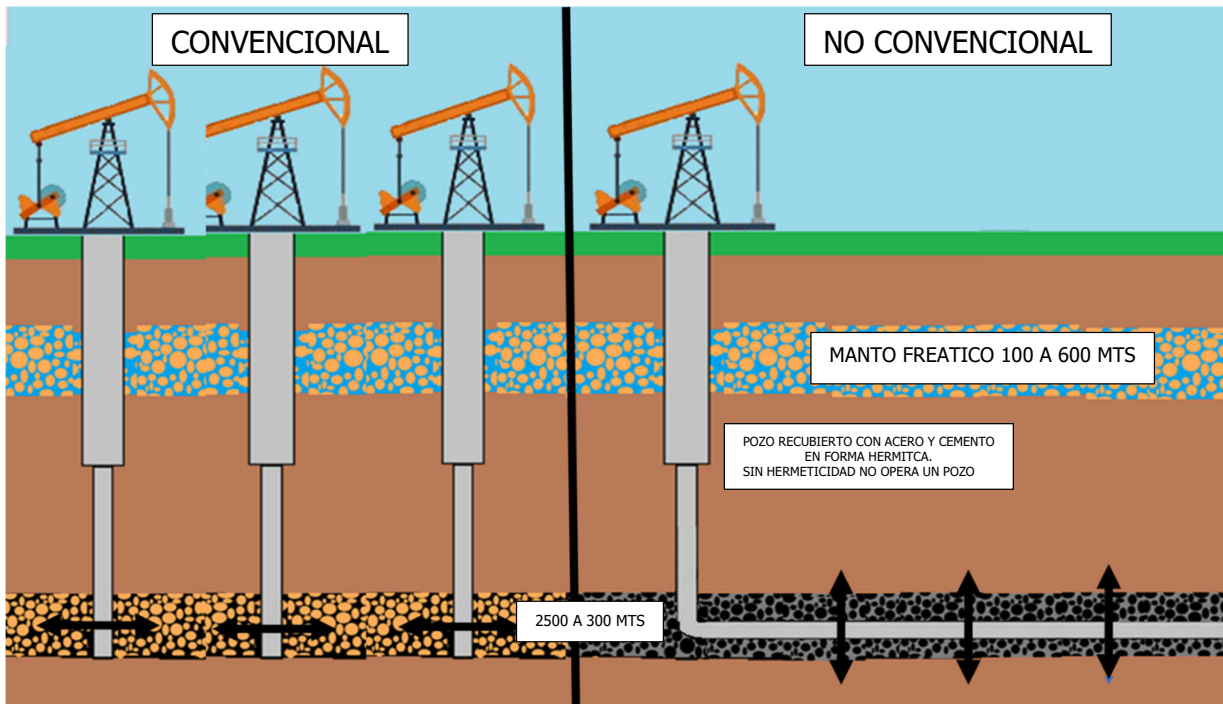
Fuente: Imágenes de Internet.

Al migrar al Fracking (Fracturas Múltiples) **solo es necesario perforar un pozo**, reduciendo los riesgos ambientales, sociales, operativos y de inversión. Es decir; al perforar un pozo tipo horizontal o multilateral, se evita perforar varios pozos, lo cual ayuda a disminuir el impacto superficial de los terrenos en el campo donde se está desarrollando uno o varios yacimientos

Perforar muchos pozos en yacimientos **no convencionales** tendría que repetir la técnica de estimulación de baja permeabilidad (Fractura hidráulica) un número "n" veces en tiempos cortos, ocasionando problemas mayores al

medio ambiente, logística, riesgos operativos y un incremento de la inversión entre 30 a 40% de lo estimado.

Al hacer un pozo horizontal, se ayuda al medio ambiente al reducir el volumen de tierras en superficie, agua y químicos.



Fuente: Imágenes de Internet.

¿CONTAMINA AL MEDIO AMBIENTE?

Actualmente la técnica de estimulación en formaciones de baja permeabilidad se ha concentrado en invertir en avances tecnológicos en tres áreas.

Superficie. En la parte donde realizan la actividad de la instalación de los equipos y personal para realizar la operación se ha evolucionado al reducir el número de unidades necesarias para realizar el trabajo, reduciendo la utilización de combustibles en las máquinas, reduciendo las emisiones de dióxido de carbón y actualmente están desarrollando motores a base de gas natural (turbinas) y eléctricos; esto reducirá la contaminación al aire y el ruido que ocasionan.

Subsuelo. En los últimos años, han desarrollado mejores prácticas en la cantidad de agua necesaria para poder transportar la arena y químicos, al

reutilizar en un mayor número de veces el agua que se tiene en el retorno de cada fractura que en promedio **recupera entre el 50 a 60%**.

Adicionalmente, han desarrollado diferentes tipos de arenas al recubrirlas con materiales a una alta resistencia a pulverizarse antes de ser colocadas en la formación. Los químicos utilizados en un bajo porcentaje han sido desarrollados para poder ser solubles y dispersados en diferentes tratamientos realizados en superficie. Recordando que cada pozo perforado es aislado con tubería de acero y cemento, evitando el contacto directo con mantos freáticos o formaciones.

¿EN MÉXICO ESTÁ REGULADO O HAY ALGUNA NORMA?

La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente de Sector Hidrocarburos (ASEA) y la Comisión Nacional del Agua (Conagua) han creado lineamientos para la regulación de esta actividad desde sus respectivas atribuciones y competencias. En el caso de la CNH esta normatividad está más enfocada a establecer los procedimientos para autorizar diversos aspectos de la explotación de gas y petróleo no convencional; mientras que en el caso de la ASEA y la Conagua, además de establecer los procedimientos de las autorizaciones que les corresponden, también tienen entre sus objetivos la protección del medio ambiente y el agua frente al uso de la fractura hidráulica.

La ASEA emitió en el diario oficial las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos en **Yacimientos No Convencionales** en tierra:

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5476643&fecha=16/03/2017

y el Procedimiento de autorizaciones de perforación de pozos en México.

<https://cnh.gob.mx/media/4091/pozos.pdf>

¿CUÁNTOS POZOS NO CONVENCIONALES SE HAN PERFORADO EN MÉXICO?

Hasta el momento del 2010 al 2019 hay 27 perforados del tipo exploratorios en yacimiento no convencionales. Ver el siguiente enlace. https://hidrocarburos.gob.mx/media/3095/atlas_geologico_no_convencionales_v3.pdf

Año	Pozo	Estado	Municipio
2010	Emergente 1	Coahuila	Hidalgo
2011	Montañez 1	Coahuila	Guerrero
2011	Nómada 1	Coahuila	Nava
2011	Percutor 1	Coahuila	Progreso
2011	Habano 1	Coahuila	Hidalgo
2012	Habano 21	Coahuila	Hidalgo
2012	Habano 71	Coahuila	Hidalgo
2012	Arbolero 1	Nuevo León	Anáhuac
2012	Anhélido 1	Tamaulipas	Cruillas
2012	Chucila 1	Coahuila	Hidalgo
2012	Durián 1	Nuevo León	Anáhuac
2012	Nuncio 1	Tamaulipas	Burgos
2012	Gamma 1	Coahuila	Guerrero
2013	Habano 2	Coahuila	Hidalgo
2013	Serbal 1	Tamaulipas	Cruillas
2013	Tangram 1	Nuevo León	China
2013	Kernel 1	Nuevo León	Melchor Ocampo
2013	Mosquete 1	Tamaulipas	Cruillas
2013	Nerita 1	Nuevo León	Los Ramones
2013	Anhélido 2	Tamaulipas	Cruillas
2014	Batial 1	Nuevo León	Los Herrera
2014	Céfiro 1	Tamaulipas	Burgos
2018	Maxochitl 1	Puebla	Venustiano Carranza
2018	Semillal 1	Tamaulipas	Jiménez
2018	Kaneni 1	Veracruz	Castillo de Teayo
2018	Pankiwi 1	Puebla	Pantepec
2019	Chaxán	Veracruz	Coatzintla

Fuente: PEMEX/CNH. <https://cnh.gob.mx/registro-publico/pozos/>

En México se ha perforado una mayor cantidad de pozos en formaciones convencional (areniscas) bajo la técnica de estimulación de baja permeabilidad en una sola fase y esto se realiza en forma común en las cuencas de Burgos, Tampico-Misantla, entre otras.

Producir este tipo de yacimientos convencionales o no convencionales con baja permeabilidad, ¿en qué beneficia?

En México la mayoría de las formaciones de este tipo son ricas en gas natural y en algunas tiene condensados con un alto valor comercial. Poder desarrollar estos yacimientos con la técnica de la estimulación podría ayudar a tener la materia prima para plantas de ciclo combinado, petroquímicas, industria, fertilizantes, entre otras.

Actualmente en la Cuenca de Burgos se enfrentan a un problema en la planta de proceso criogénico que tiene una capacidad de 1,200 MMpcd y solo produce alrededor de 380 a 400, es decir, sólo es utilizado el 28 al 33%. Esto deriva principalmente la contracción de la producción en la cuenca pasando 1,650 MMpcd en 2010 a 560 MMpcd en 2020.



Las importaciones de gas natural del año 2020 (desde Estados Unidos) han permitido compensar la disminución de la producción nacional

2020 (MMpcd)		Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20
Producción Nacional	Complejos Procesadores de Gas (CPG)	2,265	2,190	2,268	2,303	2,233	2,226	2,266
	Arenque	30	21	12	25	25	27	27
	Burgos	891	898	401	394	394	390	370
	Cactus	288	266	305	334	230	308	272
	Cd. Pemex	604	518	618	660	642	644	694
	La Venta	71	60	64	68	66	70	69
	Matapionche	11	11	11	10	9	10	10
	Nuevo Pemex	781	829	773	730	791	722	775
	Poza Rica	89	87	84	82	74	55	49
	Inyección desde campos	284	274	294	294	294	297	277
	SUBTOTAL (complejos + campos)	2,549	2,464	2,522	2,557	2,477	2,483	2,543
	Importaciones	Importación continental	5,191	5,209	5,372	4,618	4,685	5,431
Aguila Prieta/Naco		144	174	161	156	169	163	190
Coahuila		2	2	2	1	2	1	1
Edsabe		101	100	88	110	142	145	171
Mexicali		60	57	57	51	50	65	72
Los Algodones		268	248	247	193	236	337	333
Tijuana		2	2	2	2	2	2	2
Reynosa		517	475	531	495	360	393	605
San Jerónimo/El Hueco		384	327	294	271	244	318	332
Acuña		1	1	1	1	1	1	1
Piedras Negras		30	28	32	24	23	31	31
Argüelles		200	202	214	187	162	193	208
Rio Bravo		191	214	199	165	195	239	220
Camargo		1,711	1,643	1,805	1,205	1,543	1,653	1,692
Ciudad Mier		469	422	367	408	367	434	474
San Isidro		102	115	164	140	143	228	257
Ojinaga		157	154	179	182	193	210	207
Nuevo Laredo		275	259	268	250	263	316	292
Matamoros		577	786	761	778	596	692	755
Gas natural licuado por barco		261	294	299	235	264	260	323
Altamira		6	6	6	7	7	11	8
Ensenada		20	37	13	23	39	13	100
Manzanillo		235	251	190	205	218	236	215
Gas natural licuado por camión (EELU a México)		3.9	3.0	3.9	0.8	0.6	2.0	2.3
SUBTOTAL (continental + GNL)		5,456	5,506	5,585	4,854	4,950	5,693	6,168
Oferta Nacional Total (producción nacional + importaciones)		8,005	7,970	8,107	7,411	7,425	8,176	8,711

FUENTE: Elaboración propia de la Sener con información de:
 1. Sistema de Información Energética (SIE).
 2. Energy Information Administration (EIA).
 3. Boletín electrónico (Terminal LNG Altamira/Terminal KMS/Terminal Energía Costa Azul).



Capacidad instalada de CPG de Pemex Transformación Industrial

Complejo Procesador de Gas	Endulzamiento de gas (MMpcd)	Endulzamiento de líquidos (Mbd)	Proceso Criogénico (MMpcd)	Fraccionamiento de líquidos (Mbd)
A Arenque	34	N/A	33	N/A
B Burgos	N/A	N/A	1,200	18
C Cactus	1,960	48	1,275	104
D Cd. Pemex	1,290	N/A	915	N/A
E CPG Coatzacoalcos*	N/A	N/A	192	217
F La Venta	N/A	N/A	182	N/A
G Matapionche	109	N/A	125	N/A
H Nuevo Pemex	880	96	1,500	208
I Poza Rica	250	N/A	490	22
Total	4,523	144	5,912	569

NOTA: (*) Las instalaciones de Proceso de Gas (PG) Cangrejera cambió su razón social a Centro de Proceso de Gas y Petroquímicos (CPGP) Coatzacoalcos.
 FUENTE: Sistema de Información Energética (SIE).
 1. Capacidad instalada al mes de octubre de 2020.
 2. N/A: No aplica.

¿QUÉ REQUIERE PARA IMPLEMENTARSE?

Realizar pruebas piloto controladas para yacimientos convencionales utilizando la técnica de estimulación en formación de baja permeabilidad en múltiples fases por medio de IMP, instituciones educativas, SENER, CONAGUA, CNH y PEMEX y/o Privados para mejorar los procedimientos actuales. Pero deberá incluir la parte social, explicando y definiendo los alcances que podrían beneficiar a la economía de las regiones a donde se podría implementar.

Es necesario mencionar que el petróleo crudo como energía primaria disminuirá su demanda a partir del 2030, pero incrementará la demanda y utilización del gas natural, que es donde somos y tenemos grandes reservas que podemos aprovechar ante la nueva forma de transformar a esta materia prima como parte de la generación de electricidad.

Pudiendo empezar entendiendo que la técnica:

- Incrementa exponencialmente la producción y productividad por pozo y yacimiento.
- Disminuye la cantidad de pozos en superficie, disminuyendo el impacto ambiental.
- Desarrolla más la extracción de hidrocarburos, generando un beneficio comercial.
- Incrementa el número de empleos al crear una economía en superficie ambiental.
- Incrementa la utilización de agua necesaria para efectuar los fracturamientos, los avances tecnológicos han permitido optimizar; reutilizando los volúmenes devueltos en cada operación que van desde un 50 a un 60 por ciento de recuperación al poner el pozo en producción.
- Con correctas regulaciones enfocadas en consideraciones de subsuelo, superficie, supervisión y sistemas de gestión, se puede aplicar la técnica con mínimos o nulos impactos.