

Ejemplo de aplicación de datos abiertos de la Secretaría de Energía: análisis de la evolución de los venteos con quema de gas en la Cuenca Neuquina entre 2012 y 2022 y su correlación con la producción de petróleo y gas.

Alarcón, María Fernanda¹; Moroni, Martín Manuel¹; Fernández, Marcos¹

¹ Dirección de Información Energética – Subsecretaría de Planeamiento Energético – Secretaría de Energía

{falarcon,mmoroni,marcfernan}@mecon.gov.ar

RESUMEN:

Se propone un ejemplo de aplicación de datos abiertos que son generados, recopilados y/o publicados por la Dirección de Información Energética – Secretaría de Energía: la de analizar la evolución de los venteos con quema de gas durante el periodo 2012 – 2022 en una de las áreas más activas en cuanto a explotación de hidrocarburos de Argentina: la Cuenca Neuquina, y la correlación entre esto y la producción de hidrocarburos.

Se plantea, en primer lugar, un análisis espacial (geográfico) y temporal de la ocurrencia de venteos con quema de gas, a partir de datos satelitales (detección de anomalías térmicas a través del uso de datos del satélite Suommi NPP - sensor VIIRS). En segundo lugar, se propone un análisis estadístico de los datos de producción de petróleo y gas a través del empleo de técnicas de BigData, la espacialización de los datos y la elaboración de cartografía. Finalmente se pretende lograr una aproximación en la determinación de la correlación existente entre ambos aspectos.

Palabras clave: VENTEOS QUEMA DE GAS, PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS, CONCESIONES DE EXPLOTACIÓN PETROLERA, CUENCA NEUQUINA, DATOS ABIERTOS.

INTRODUCCIÓN

Los venteos con y sin quema de gas constituyen uno de los problemas ambientales y energéticos más desafiantes que enfrenta el mundo en la actualidad en el sector de la energía. Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) derivadas de la actividad inciden en el aumento en el calentamiento global (Eman, 2015). El dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄) son,

justamente, los dos gases más emitidos por las prácticas de venteo con o sin quema respectivamente.

Según datos del Banco Mundial, todos los años se queman y ventean en miles de antorchas a lo largo del mundo más de 150.000 millones de metros cúbicos de gas natural, cantidad que equivale a 25% del consumo de gas de Estados Unidos, a 30% del consumo de gas de la Unión Europea o al consumo de América Central y de América del Sur en conjunto (Ayuso, 2017; Banco Mundial, 2022).

En el caso de los venteos con quema de gas, son una práctica común en áreas de explotación petrolera donde se extrae gas natural junto con petróleo. Consiste en liberar el gas que se encuentra mezclado con el petróleo en el proceso de extracción, debido a que no es posible procesarlo o transportarlo de manera eficiente. Esta práctica puede ser necesaria en algunos casos para garantizar la seguridad y evitar explosiones debido a la acumulación de gas en las instalaciones de producción. Este gas se quema en antorchas, lo que genera una llama visible en la zona de producción.

Desde 1990, en una variedad de contextos y regiones a nivel mundial, se observó una evolución tendiente a la disminución de venteos con quema, sin embargo, actualmente, se observa un aumento en los niveles de venteos. Según datos internacionales, la participación de Argentina en el mundo respecto a la cantidad de venteos y al aporte de gases de efecto invernadero no es relevante en comparación a los países que se posicionan en los primeros puestos. Pero si consideramos los números de venteos con quema inventariados por la Secretaría de Energía, y los datos de emisiones GEI estimados por el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sustentable de la Nación, parece observarse una tendencia en alza. (Alarcón y otros, 2019; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2017; Moreira y otros, 2019).

Algunos autores relacionan el mencionado incremento a nivel mundial de venteos con quema con el aumento de la producción, sobretudo la vinculada a fuentes no convencionales. (Pieprzyk, y Rojas Hilje, 2015). Estos afirman que, por lo general, cuanto mayor es la producción de petróleo y gas, mayor es la cantidad de gas asociado que se produce y, por lo tanto, mayor es la cantidad de gas que se ventila y se quema. Por otra parte, el aumento de producción se encuentra asociado con una mayor cantidad de pozos en una zona.

En Argentina cuenta se destaca la cuenca Neuquina de entre cinco cuencas petrolíferas productivas, por presentar las mayores y crecientes producciones, y donde además en los últimos años se dio un avance de la exploración y explotación de recursos hidrocarbúricos no convencionales propiciado por técnicas de extracción avanzadas como la fracturación hidráulica, que conllevan un aumento en la cantidad de perforaciones y en el establecimiento de infraestructuras de todo tipo.

Dada esta situación, y teniendo en cuenta las particularidades técnicas de las prácticas, limitaciones económicas y geográfica-regionales de los venteos con quema de gas, es esperable que en el espacio comprendido por la Cuenca Neuquina se den aumentos en los niveles de venteos y de emisiones GEI derivadas de las mismas. En este sentido, es oportuno conocer la evolución y comportamiento de los venteos de gas en el tiempo, en el territorio y anticipar escenarios; atender al seguimiento y al control. Mientras que para ello es destacable el uso de datos de libre acceso y el aprovechamiento de datos generados, recopilados y/o publicados por entidades gubernamentales.

OBJETIVOS

- Analizar la evolución de los venteos con quema de gas en áreas de explotación petrolera entre 2012 y 2022.
- Analizar la producción de petróleo y gas en áreas de explotación petrolera en la Cuenca Neuquina (Argentina) en el periodo 2012 – 2022.
- Determinar la correlación entre los venteos con quema de gas y la producción de petróleo y gas.

METODOLOGÍA

De acuerdo con los objetivos propuestos, el trabajo se estructuró en tres partes y que de acuerdo con ellas incluyen como insumo, numerosas y variados datos relacionados al sector de la energía:

Análisis de la evolución de venteos con quema de gas

La identificación de venteos con quema de gas es una tarea que lleva a cabo la SE desde 2009 empleando una metodología específica. Esta se basa en la detección satelital de anomalías térmicas a partir de datos de los satélites Terra, Aqua y SuomiNPP, dado que los venteos con quema de gas se presentan como llamaradas en las zonas de explotación de hidrocarburos de la Cuenca Neuquina. La identificación de venteos con quema de gas se completa a través del análisis contextual (cercanía a instalaciones y estructuras con capacidad potencial de ventear y quemar gas con respecto a dichas anomalías detectadas, las cuales

también se encuentran disponibles para su visualización y/o descarga en el portal de Datos Abiertos¹).²

Para cumplir con el objetivo de analizar la evolución de venteos con quema de gas en la Cuenca Neuquina, se emplean los datos de AT (posibles venteos de gas) enunciados, los que son publicados de manera mensual por la Secretaría de Energía a través de informes, archivos .shp contenidos en su Visor Web de mapas – a los que también se puede acceder mediante el servicio de WMS- y tablas adjuntas a un visualizador específico de venteos y en Datos Abiertos³. Con estos datos se realizan cálculos estadísticos básicos (promedios, crecimiento interanual), gráficos y mapas (venteos con quema de gas de según concesión de explotación – capa geográfica disponible en Datos Abiertos⁴ - por ejemplo) del periodo 2012 – 2022.

Análisis de la producción de petróleo y gas

En esta parte del trabajo, se toman para el análisis los datos mensuales de producción de petróleo y gas de acuerdo con concesiones de explotación y tipo de recurso (convencional y no convencional). Estos datos provienen del sistema denominado “Capítulo IV”, a través del cual las empresas productoras informan su producción por pozo, entre otros datos, los que son recibidos y controlados por otras dependencias de la SE y sistematizados y publicados por la Dirección de Información Energética mediante el portal de Datos Abiertos.

Al tratarse de archivos con gran número de registros, los datos son tratados a través de herramientas y tareas de BigData. A partir de esto se obtienen, fundamentalmente, tablas resúmenes, cálculos de estadística básica y gráficos. Las tablas luego son vinculadas a datos espaciales en un software GIS para elaborar representaciones cartográficas.

Determinación de la correlación con la evolución de venteos.

¹ <http://datos.energia.gob.ar/dataset/instalaciones-hidrocarburos-instalaciones-res-319-93->
<http://datos.energia.gob.ar/dataset/produccion-de-petroleo-y-gas-por-pozo>
<http://datos.energia.gob.ar/dataset/produccion-hidrocarburos-puntos-de-venteo-declarados>

² Para más información sobre la metodología dirigirse a <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/informacion-geografica-energia/venteos-de-gas-proyecto>

³<http://datos.energia.gob.ar/dataset/deteccion-satelital-de-venteos>

⁴<http://datos.energia.gob.ar/dataset/produccion-hidrocarburos-concesiones-de-explotacion>

Finalmente, se procede al cálculo de correlación entre las variables: venteos con quema de gas, producción de petróleo convencional y no convencional y producción de gas convencional y no convencional.

RESULTADOS

Como resultado del tratamiento de datos de AT, se han obtenido cartografías y gráficos de AT de explotación y según años y periodo; por otra parte, a partir de los datos de producción de petróleo y gas se han obtenido mapas de producción anual y del periodo y de crecimiento. En ambos casos, los mapas se llevaron a cabo según concesiones de explotación. En este artículo, por una razón de espacio, sólo se presentan algunas de las cartografías y gráficos mencionados. En caso de interés sugerimos visitar el Visor Web de Mapas⁵ y los Tableros de Visualización de Datos de Upstream.⁶

Evolución de los venteos con quema de gas entre 2012 y 2022

Entre 2012 y 2022 se han detectado 44.894 anomalías térmicas en áreas de explotación y exploración petrolera de la Cuenca Neuquina. De estas, 25.071 fueron localizadas a menos de 500 metros de pozos e instalaciones vinculadas a la actividad petrolera.

En cuanto a la evolución entre 2012 y 2022 se observó que el comportamiento de las AT en la cuenca Neuquina fue irregular en el periodo. Se observa una tendencia creciente entre 2012 y 2014, mientras que en los dos años siguientes esta tendencia se revierte para volver a verse un aumento notable hacia 2019. Desde 2020 se aprecia una disminución de la presencia de anomalías térmicas. (Ver Gráfico N°1 y Tabla N°1).

Respecto a la distribución mensual/estacional, se puede decir que existe una "estacionalidad" en la ocurrencia de las AT, ya que en general se observa que las mismas aumentan en los meses de primavera y verano, mientras que disminuyen de manera marcada en los meses de otoño e invierno. Esto se puede relacionar con la temperatura y el comportamiento de la demanda de fuentes de energía vinculada a ella.

⁵ <https://sig.energia.gob.ar/visor/visorsig.php>

⁶ <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/visualizaciones-tableros>

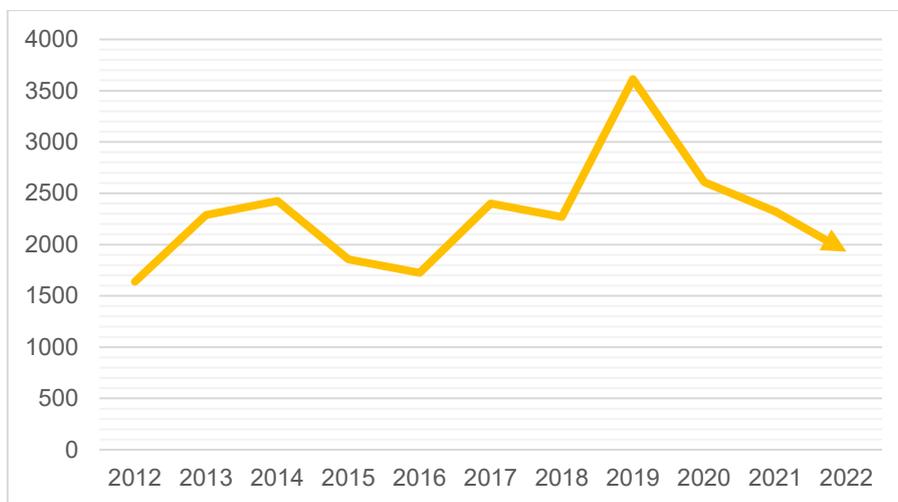


GRÁFICO N°1: AT (posibles venteos con quema de gas) según años

Tabla N°1: Crecimiento interanual de cantidad de AT (posibles venteos con quema de gas)

	Años										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
AT	1638	2288	2424	1855	1724	2400	2268	3613	2608	2322	1931
TOTAL	25071										
% Crec. Interanual		39,7	5,9	-23,5	-7,1	39,2	-5,5	59,3	-27,8	-11,0	-16,8

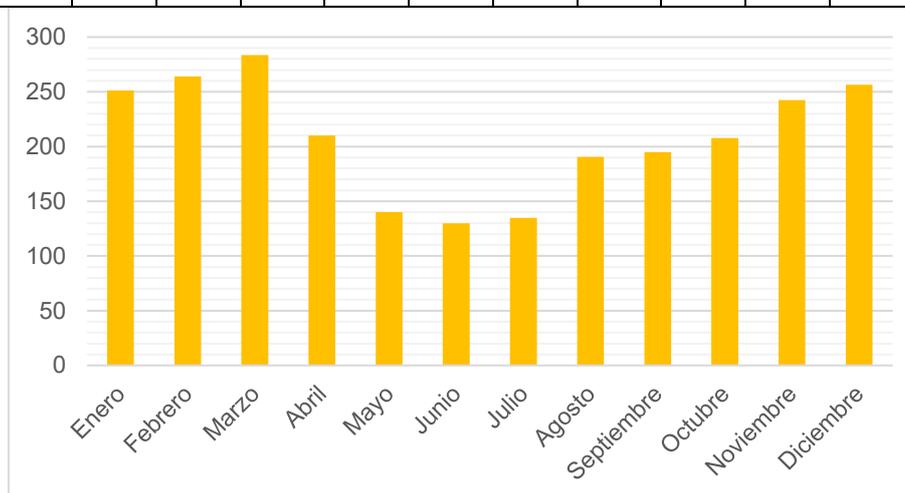


Gráfico N°2: Promedio mensual de AT

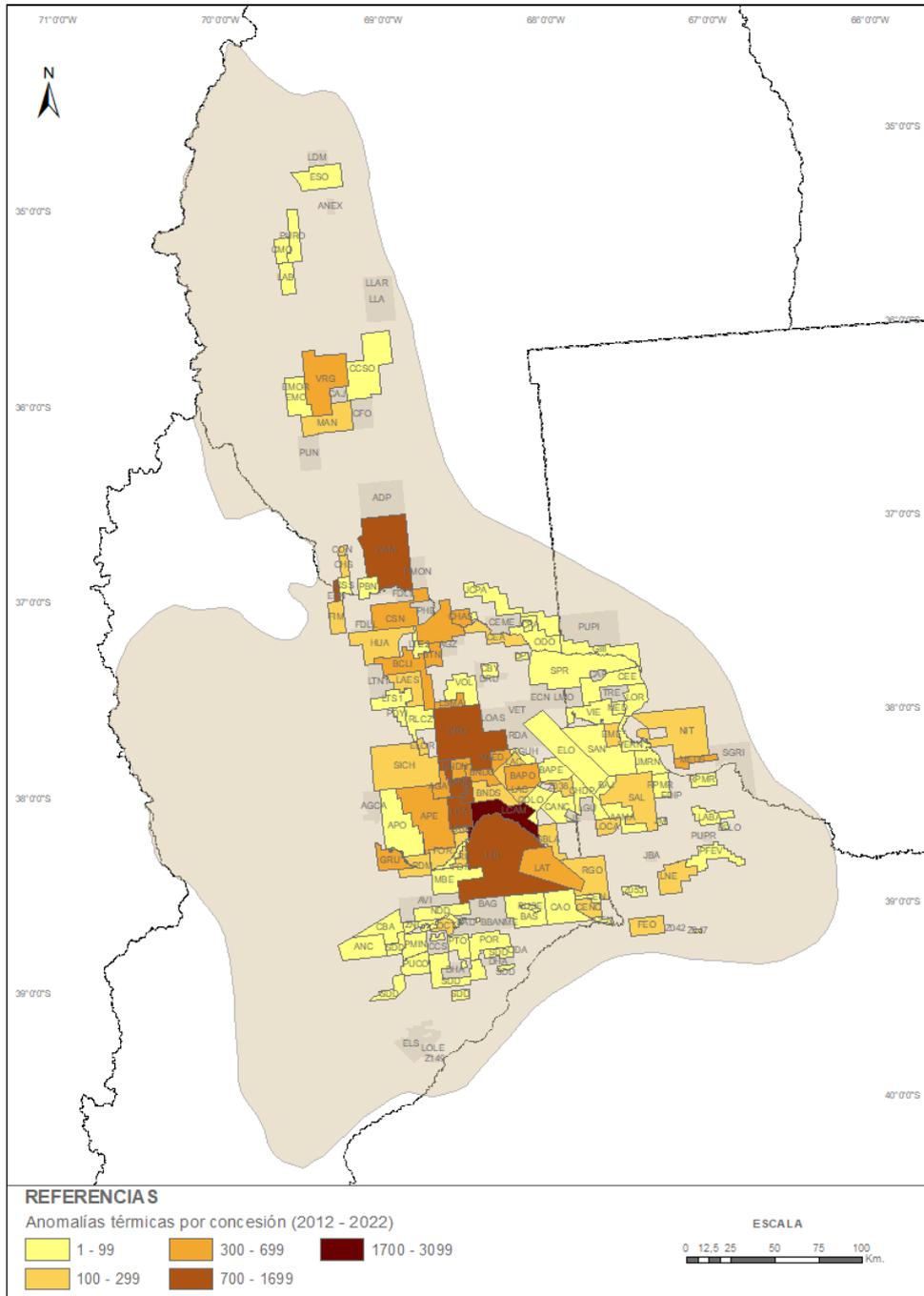
Distribución espacial

La distribución espacial de las AT en el periodo 2012 – 2022 fue desigual, se observan áreas de mayores concentraciones en oposición a sectores con bajos registros. Se destacan 6 concesiones con más de 1.000 AT en el periodo. (Ver Tabla N°2).

La mayor parte de las AT (12 %) fueron registradas en la concesión de Loma Campana, seguida por El Portón, La Calera, Loma La Lata y San Roque, todas ellas con porcentajes mayores al 5% cada una. (Ver Mapa N°1). Asimismo, se puede observar que en el periodo el comportamiento de las AT en estas concesiones es variable e irregular.

Tabla N°2: AT (posibles venteos con quema de gas) por año. Concesiones de explotación de hidrocarburos con mayor cantidad de registros

	LOMA CAMPANA	EL PORTON	LA CALERA	LOMA LA LATA - SIERRA BARROSA	SAN ROQUE	CAÑADON AMARILLO
2012	41	159	1	45	89	33
2013	149	212		61	81	188
2014	372	426		76	78	309
2015	405	296		184	135	85
2016	41	147		61	213	16
2017	18	87		73	464	213
2018	135	86	162	164	105	175
2019	148	36	56	21	34	28
2020	685	141	573	411	51	148
2021	500	45	351	228	17	18
2022	489	14	442	190	16	54
TOTAL	2983	1649	1585	1514	1283	1267



Mapa N°1: Anomalías térmicas (posibles venteos con quema de gas) por concesión, periodo 2012 - 2022

Análisis de la producción de petróleo y gas

La producción de hidrocarburos muestra una evolución general que tendió al crecimiento, sobretodo en los últimos 5 años. Esto es más evidente en la producción de petróleo, donde el crecimiento fue más sostenido, mientras que la producción de gas se caracterizó por sufrir mayores fluctuaciones. (Ver Gráfico N° 3 y 4)

De acuerdo con los datos recogidos por el sistema Capítulo IV, entre 2012 y 2022 el crecimiento de la producción de petróleo fue de aproximadamente 50% (esta pasó de poco menos de 13.500.000 m³ a casi 20.500.000 m³). Si bien se observó un crecimiento general, al periodo se lo puede dividir en dos etapas: la primera se da entre 2012 y 2017 cuando se observa un decrecimiento de la producción y, la segunda se da entre 2017 y 2022, cuando es destacable el crecimiento sostenido. (Ver Gráfico N° 3). Asimismo, el crecimiento de la producción estuvo apoyada en la mayor explotación de recursos no convencionales (RNC), los que, luego de tener una participación siempre inferior al de los recursos convencionales (RC), hacia 2019 logran superar ampliamente a aquella (en 2022 la proporción es de 70 % - 30 % en la participación de RNC y RC respectivamente).

Respecto a la producción de gas, entre 2012 y 2022 experimentó un crecimiento de casi 30 %. Al igual que en el caso del petróleo, la producción proveniente de fuentes no convencionales ha sido mayor y desde 2018 supera a la derivada fuentes convencionales. Para 2022 la proporción alcanzó una relación de 77% y 23%.

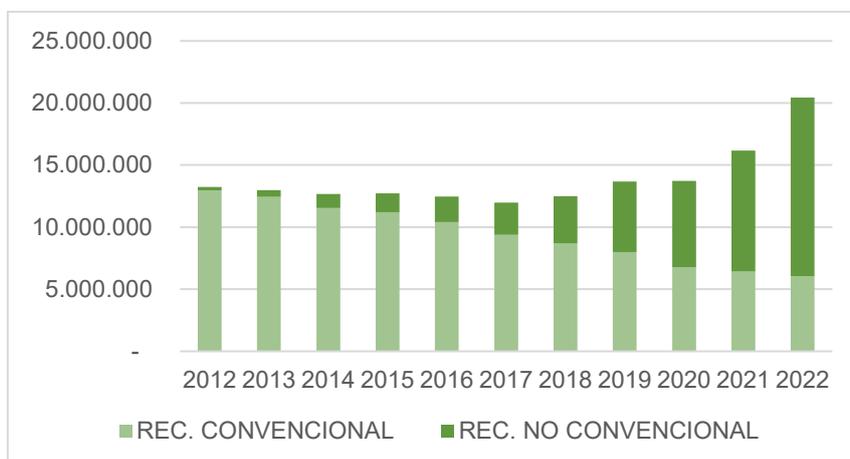


Gráfico N°3: Evolución de la producción de petróleo (m3) según tipo de recurso. Período 2012 – 2022.

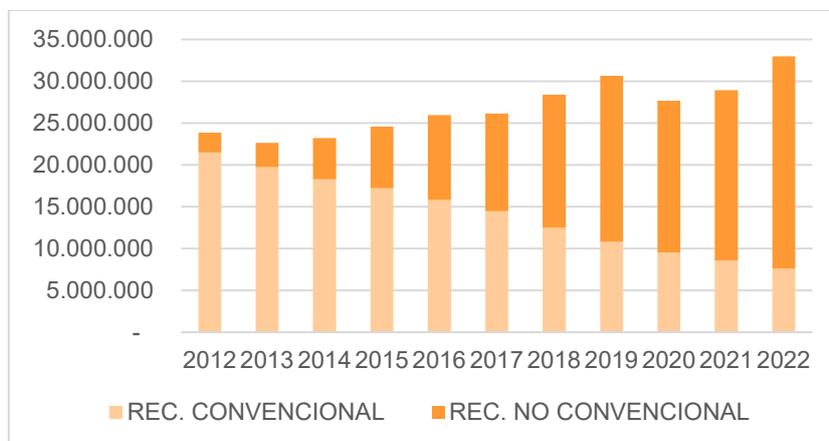


Gráfico N°4: Evolución de la producción de gas (Mm3) según tipo de recurso. Período 2012 – 2022.

Respecto a la producción de petróleo según con concesiones de explotación, si se considera el periodo, se observa que 12 concesiones de explotación concentraron casi el 60% de la producción, 11 de ellas superaron los 5.000.000 de m3 de producción (Ver Gráfico N°5), mientras que 5 concesiones sobresalen por registrar más de 10.000.000 de m3, ellas son Chihuido de la Sierra Negra, Loma Campana, Jagüel Casa de Piedra, Puesto Hernández y Loma La Lata – Sierra Barrosa. Sin embargo, de estas concesiones, sólo dos presentaron un crecimiento en el periodo: Loma Campana y La Amarga Chica, mientras que las demás mostraron un comportamiento similar tendiente a la disminución. (Ver Gráfico N°6).

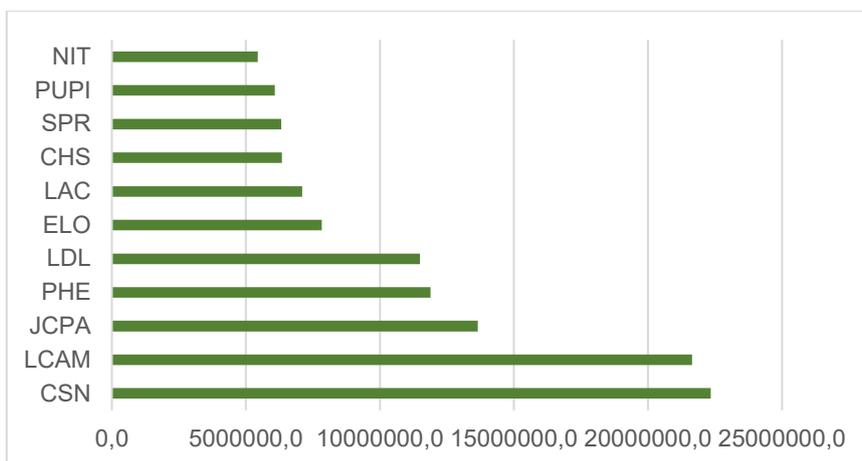


Gráfico N°5: Concesiones de explotación con producciones de petróleo superiores a 5.000.000 m3 en el periodo 2012 – 2022

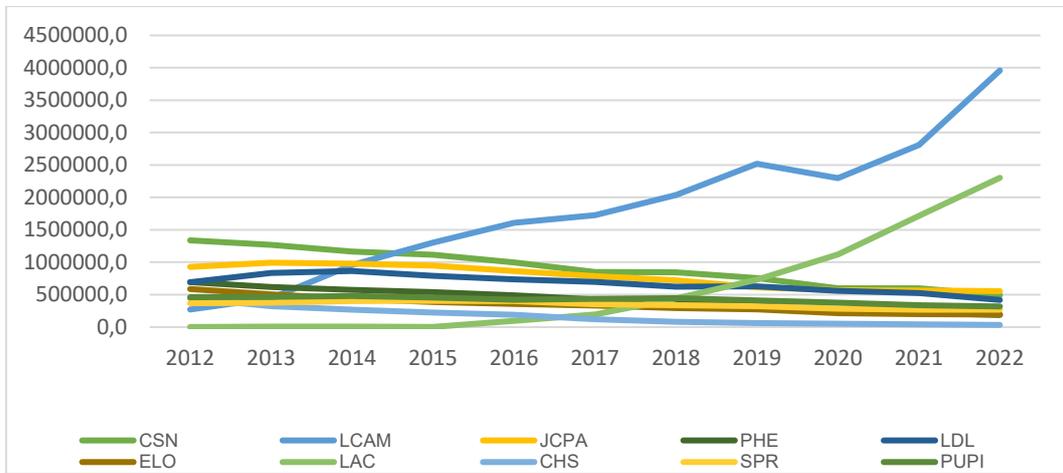
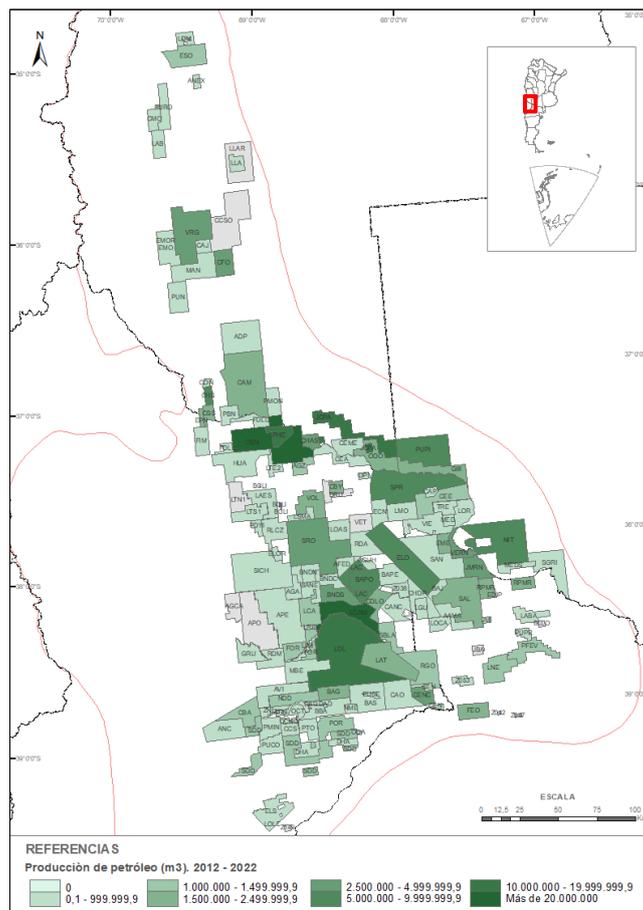


Gráfico N°6: Producción de petróleo (m3), según años, en las concesiones que registraron las más altas producciones del periodo



Mapa N°2: Producción de petróleo (en m3) por concesión. Acumulado 2012 – 2022.

En cuanto a la producción de gas según con concesiones de explotación, en los diez años analizados 11 concesiones de explotación concentraron casi el 66% de la producción, 7 de ellas produjeron más de 10.000.000 Mm3 cada una, aunque Loma La Lata – Sierra Barrosa se distancia de las demás al alcanzar más de 50.000.000 de Mm3. (Ver Gráfico N°7). A diferencia de lo que ocurrió con la producción de petróleo, en el caso del gas, algunas de las concesiones con mayores niveles de producción mantuvieron un comportamiento tendiente al leve aumento, aunque Estación Fernández Oro, San Roque y Loma La Lata – Sierra Barrosa mostraron una disminución, mientras que Fortín de Piedra y El Mangrullo sobresalen por el crecimiento en su producción.

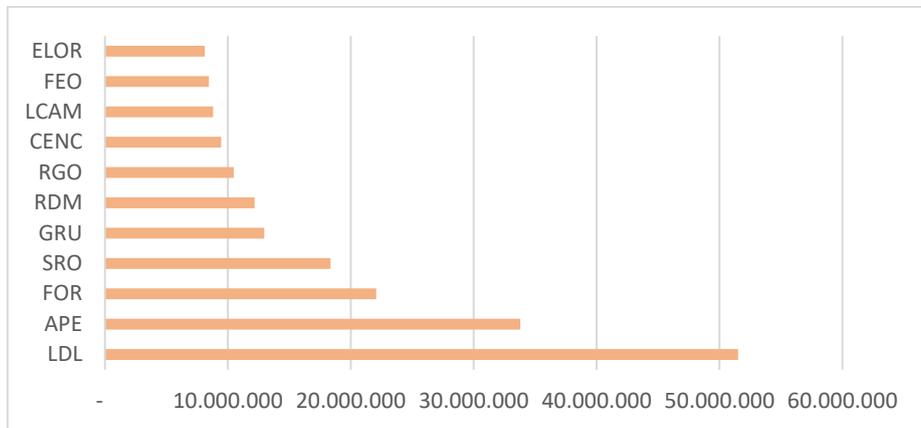


Gráfico N°7: Concesiones de explotación con producciones de gas superiores a 5.000.000 Mm3 en el periodo 2012 – 2022.

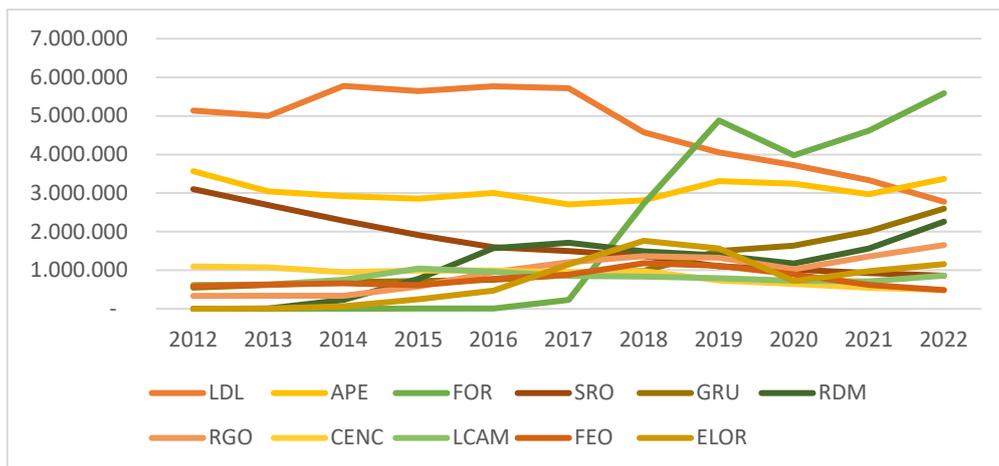
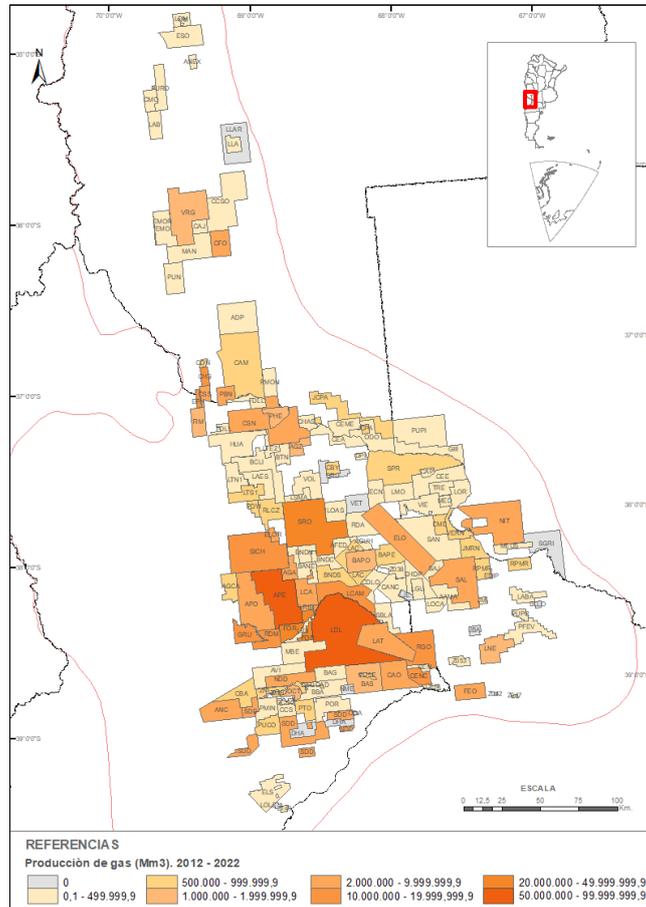


Gráfico N°8: Producción de gas (Mm3), según años, en las concesiones que registraron las más altas producciones del periodo



Mapa N° 3: Producción de gas (en Mm3) por concesión. Acumulado 2012 – 2022.

Análisis de la evolución de cantidad de pozos entre 2012 y 2022

En la Cuenca Neuquina existen 29.662 pozos. 12.553 de ellos se encuentran en extracción efectiva, 4.647 abandonados, 3333 en estudio, 30061 en inyección efectiva 1738 parado transitoriamente. El resto se hallan en otras categorías.

6.901 son pozos que datan de 2012 a la fecha, esto indica que en una década se ha duplicado la cantidad de pozos de la cuenca, la cual comenzó a explotarse hacia principios de 1900, aunque la intensificación del aprovechamiento llegaría más adelante. 4683 de estos se encuentran en la actualidad en extracción efectiva.

En el gráfico N°9 se puede observar que la evolución que siguieron los mismos en los 10 años analizados es irregular. Hacia 2014 y 2015 se establecieron la mayor

cantidad de pozos en producción, siendo además estos años en donde comienza a evidenciarse la explotación de tipo no convencional. Asimismo, las concesiones que registraron un incremento en la cantidad de pozos, sobretodo hacia 2014 y 2016 en producción fueron: Loma Campana y Loma La Lata – Sierra Barrosa y Medanito.

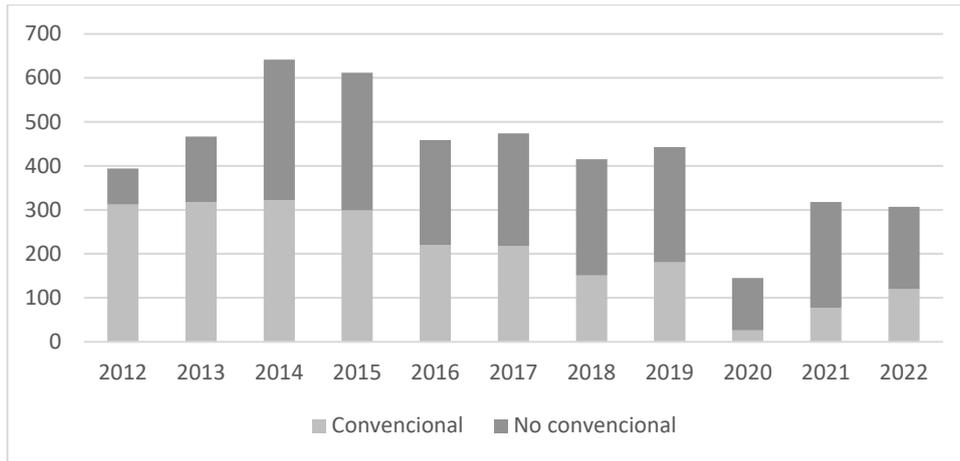


Gráfico N°9: Evolución de cantidad de pozos de explotación y exploración de hidrocarburos, según tipo de recurso. Período 2012 – 2022.

Correlación entre venteos con quema de gas y producción de petróleo y gas

Se ha determinado la correlación entre cantidad de AT (posibles venteos con quema de gas) y variables referidas a producción de petróleo, gas y pozos en producción según el periodo de estudio. De acuerdo con esto, se obtuvo que, a nivel general, no se da una correlación fuerte entre AT y ninguna de las variables, a excepción de la correlación negativa entre AT y Producción de gas derivada de recursos convencionales.

Tabla N°3: Correlación entre AT (posibles venteos con gas) y variables referidas a producción de hidrocarburos en el periodo 2012 - 2022

Correlación		
AT	<i>Producción de petróleo</i>	-0,09
	<i>Producción de gas</i>	-0,09
	<i>Pozos</i>	-0,10
	<i>Producción de petróleo no convencional</i>	0,16
	<i>Producción de gas no convencional</i>	0,38
	<i>Producción de petróleo convencional</i>	-0,37

	<i>Producción de gas convencional</i>	<u>-0,60</u>
	<i>Pozos de extracción no convencional</i>	0,22
	<i>Pozos de extracción convencional</i>	-0,29

Se aplicó el mismo cálculo a una muestra de concesiones de explotación que registraron una mayor ocurrencia de AT (posibles venteos con quema de gas) en el periodo. En este sentido, se obtuvieron correlaciones positivas fuertes en la concesión de La Calera entre las AT y la producción derivada de recursos no convencionales; (0,81 en el caso del petróleo y 0,83 en el caso del gas); lo cual significa que cuando las producciones no convencionales de petróleo y gas aumentan, también lo hacen las AT. Precisamente, La Calera es la una de las concesiones que en la década analizada más ha aumentado sus niveles de producción, sobretodo a partir de recursos como sale y el tight.

En la misma línea, la concesión Loma La Lata – Sierra Barrosa presentó una correlación positiva entre AT y producción de petróleo no convencional, aunque menos fuerte (0,66); al tiempo que registró una correlación negativa entre AT y producción de gas de tipo convencional.

Por otra parte, se deben destacar la correlación positiva entre AT y producción de petróleo de fuentes convencional en la concesión de El Portón y la correlación negativa entre AT y producción de gas de tipo convencional en Loma Campana.

Correlación de ocurrencia de AT con	LOMA CAMPANA	EL PORTON	LA CALERA	LOMA LA LATA - SIERRA BARROSA	SAN ROQUE
<i>Petróleo Convencional</i>	0,49	0,67	-0,57	-0,57	0,17
<i>Petróleo No Convencional</i>	-0,45	NC	0,81	0,66	-0,47
<i>Gas Convencional</i>	-0,65	<u>0,79</u>	-0,57	-0,60	0,09
<i>Gas No Convencional</i>	0,43	NC	0,83	0,06	-0,44

Tabla N°4: Correlaciones entre variables en las concesiones de explotación que presentaron mayor ocurrencia de AT entre 2012 y 2022.

CONCLUSIÓN

En Argentina y en la Cuenca Neuquina, los venteos con quema de gas son una práctica común en áreas de explotación petrolera donde se extrae gas natural junto con petróleo. La quema de gas se utiliza como una forma de evitar explosiones y garantizar la seguridad en las instalaciones de producción.

Durante el período comprendido entre 2012 y 2022, en la Cuenca Neuquina se observó que las AT (posibles venteos con quema de gas) siguieron una evolución irregular. Por un lado, se identificó una tendencia creciente entre 2012 y 2014, mientras que en los dos años siguientes esta tendencia se revierte para volver a verse un aumento notable hacia 2019. Mientras que desde este año hasta 2022 se observa un decrecimiento. Por otro, se identificaron áreas con mayores concentraciones: concesiones de explotación ubicadas en el centro de la cuenca: La Calera, Loma Campana, Loma La Lata – Sierra Barrosa, entre otras.

Respecto a la producción de hidrocarburos, en la Cuenca Neuquina, se ha experimentado un importante crecimiento. La producción de recursos convencionales ha disminuido en general, mientras que la producción de recursos no convencionales, como shale oil, shale gas, tight oil y tight gas, ha aumentado significativamente. La producción es desigual en el espacio, se destaca la participación de entre 10 y 12 concesiones que concentran más del 60% de la producción total. Aunque las mismas presenta diferentes comportamientos en la serie analizada.

En líneas generales, considerando la producción total por año y tipo de recurso, como también teniendo en cuenta la presencia de pozos no se ha establecido una correlación clara entre estas variables y el comportamiento de la ocurrencia de los venteos con quema de gas. Sin embargo, esta situación difiere cuando se realiza un análisis espacial vinculando a las variables de acuerdo con concesiones de explotación. En este sentido, y tomando en cuenta 5 casos de estudio, se determinaron casos de correlación positiva fuerte entre las AT y la producción derivada de recursos no convencionales; (0,81 en el caso del petróleo y 0,83 en el caso del gas) en La Calera, una de las concesiones que en la década analizada más ha aumentado sus niveles de producción, sobretodo a partir de recursos como sale y el tight. En otros casos se dan identificado correlaciones positivas, pero más débiles también para las variables relacionadas a recursos no convencionales. Las correlaciones negativas se dieron mayormente asociadas a variables vinculadas a producciones de tipo convencional.

Se considera que para tener una aproximación más precisa se debe extender el análisis a todas las concesiones de explotación y, en ciertos casos atender y profundizar en el análisis de la calidad de datos. Por otro lado, sería interesante además de analizar la ocurrencia de puntos de AT (posibles venteos de gas), analizar las emisiones producto de esas quemadas y los venteos sin quema de gas; no sin dejar de mencionar que el acceso a estos datos aun presenta dificultades.

Finalmente, se debe tener en cuenta que tanto la cantidad de AT (posibles venteos con quema de gas) como de emisiones derivadas de la actividad petrolera no se encuentran afectadas solo por los niveles de producción de petróleo y gas. Otros factores, como la inversión en infraestructura, la tecnología de producción, la

geología del yacimiento, entre otros factores también son importantes, por lo cual sería relevante la incorporación de otras variables

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Alarcón, M. F.; Boldes, P. A.; Moroni, M. M.; Pino, F. G.; Rodríguez Vater, C. A. (2019). Seguimiento de Venteos. Detección de anomalías térmicas en áreas de explotación de hidrocarburos. En Ponencias de las XIV Jornadas IDERA. Idera 2019. Pag. 81 – 90. Fecha de consulta: 2-02-2023 . ISBN: 978-987-4101-42-6. Disponible en: [https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIV EntreRios/Libro Ponencias XIV IDERA EntreRios OK.pdf](https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIV_EntreRios/Libro_Ponencias_XIV_IDERA_EntreRios_OK.pdf)
- Ayuso, María Elena. (2017). Análisis de las prácticas de quema y venteo de gas natural asociado: obstáculos y avances en Latinoamérica. ENERLAC. Volumen I. Número 1. Octubre, 2017 (66-105). Fecha de consulta: 20 de julio de 2022. Disponible en: 2602-8042. Disponible en: <https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/15>
- Emam, Eman A. (2015). GAS FLARING IN INDUSTRY: AN OVERVIEW. En Petroleum & Coal 57(5), 532-555. Fecha de consulta: 12-10-2022. ISSN: 1337-7027. Disponible en: www.vurup.sk/petroleum-coal
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2017. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. ISBN 978-987-1560-73-8. Fecha de consulta:20-12-2022.Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf>.
- Moreira Muzio, Macarena; Gaioli, Fabián; Galbusera, Sebastián. (2019). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina-2019. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Fecha de consulta: 12-10-2022. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario de gei de 2019 de la republica argentina.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario_de_gei_de_2019_de_la_republica_argentina.pdf)
- Pieprzyk, Bjorn y Rojas Hilje, Paula. (2015). Quema y venteo de gas asociado Desarrollo actual y efectos del petróleo marginal. Fecha de consulta: 12-10-2022. Disponible en: <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000674.pdf>