

Efecto ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio) en la atmósfera del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, República Argentina

ASPO effect (Preventive and Compulsory Social Isolation) in the atmosphere of the southwest of the province of Buenos Aires, Argentina

Lucía Manuela Laffeuillade

Licenciada en Geografía. Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4º Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, lucialaffeuillade@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2169-2339>

Nicolás Emanuel Vidal Quini

Licenciado en Geografía. Becario doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET. Instituto Argentino de Oceanografía. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional del Sur (IADO CONICET-UNS). Florida 8000 (Camino La Carrindanga km 7,5), (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, nicolasvidalquini@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4352-6734>

Víctor Hugo Peñas

Licenciado en Geografía. Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4º Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, victorcasbas@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3467-9790>

Alejandra Mabel Gernaldi

Doctora en Geografía. Investigadora Adjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET. Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4º Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, ageraldi@criba.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8792-1069>

Federico Gastón Barragán

Licenciado en Geografía. Especialista en Cartografía automatizada Teledetección y SIG. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4º Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, federicobarragan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5859-5532>

Recibido: 9 de noviembre 2021 || Aprobado: 5 de septiembre 2022

DOI: <https://doi.org/10.37838/unicen/est.32-130>

Resumen

Durante el año 2020, la República Argentina, ha implementado el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) en el contexto de la pandemia mundial por el virus COVID-19. Este hecho histórico ha provocado la disminución de las actividades económicas y la circulación de la población. Estudios actuales revelan una disminución de gases nocivos para la salud en la atmósfera, como resultado de medidas sanitarias aplicadas para contener el virus. El sudoeste de Buenos Aires (República Argentina) no está exento de estos efectos. La presente investigación pretende analizar las variaciones de niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) en relación a escenarios prepandémicos y durante pandemia. Los resultados indicaron un paulatino descenso de NO₂ en relación a la disminución de la circulación y actividades antropogénicas en toda la región, con mayor impacto en ciudades de mayor tamaño.

Palabras clave: ASPO; NO₂; Sentinel 5P; Sudoeste bonaerense

Cita sugerida: Laffeuillade, L. M.; Vidal Quini, N. E.; Peñas, V. H.; Gernaldi, A. M. y Barragán, F. G. (2022). Efecto ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio) en la atmósfera del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, (32), 130. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.32-130>



Este trabajo está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Abstract

In 2020, Argentina implemented Preventive and Compulsory Social Isolation (ASPO) in the context of the global pandemic caused by the COVID-19 virus. This historical event has led to a decline in economic activities and the movement of the population. Current studies show a decrease in greenhouse gases harmful to health in the atmosphere due to health measures applied to contain the virus. Southwest Buenos Aires (Argentine Republic) is not exempt from these effects. The article aims to analyze the variations of the NO₂ levels in pre-pandemic scenarios and during the pandemic. These results indicated a gradual decrease of NO₂, related to the decrease in traffic and anthropogenic activities throughout the region, with a significant impact in big cities.

Key words: ASPO; NO₂; Sentinel 5P; Southwest of Buenos Aires

Introducción

A principios del año 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró pandemia mundial a la propagación del virus COVID-19. Este hecho, dio lugar al cierre de fronteras, cese de actividades económicas en general y confinamientos estrictos, adoptados por la mayoría de los gobiernos a escala mundial.

En la República Argentina, con el objetivo de preservar la salud pública, se implementó el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) a partir del cual, se estableció que, todos los habitantes debían permanecer en sus domicilios declarados y solo podrían salir de ellos para aprovisionarse de elementos esenciales (alimentos, productos de limpieza y medicamentos), mientras que, únicamente, podían hacer sus labores aquellas personas relacionadas con los servicios esenciales (salud y alimentos). A su vez, el Ministerio de Seguridad de la Nación, fue el responsable de regular la circulación vehicular, a fin de evitar desplazamientos y salvaguardar la salud pública (Decreto 297, 2020). La implementación de dichas medidas, redujo los movimientos de los habitantes con el objeto de frenar el avance de la pandemia como ha ocurrido en diversas ciudades de América Latina (CEPAL, 2020).

Según datos de la Secretaria de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires, las emanaciones de dióxido de nitrógeno se redujeron en el año 2020, comparando resultados en el mismo periodo para años anteriores. La Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina (CONAE, 2020) afirma que, en los centros urbanos más importantes del país (Buenos Aires, Córdoba, San Miguel de Tucumán, Rosario, Mendoza), se han reducido significativamente las emisiones de dióxido de nitrógeno (NO₂). Estos datos se obtienen gracias a observaciones realizadas con el satélite Sentinel-5P de la Agencia Espacial Europea (ESA). Estas imágenes, y su posterior análisis, permiten observar los promedios de concentraciones de aerosoles que componen la atmósfera, entre ellos el dióxido de nitrógeno (NO₂). Investigaciones a escala internacional y nacional (ESA, 2020; CEPAL, 2020; Fernández López y Nañez Laura, 2021; Coaquira Mamani y Condori Fernández, 2021; Das et al., 2020; Martínez Tovar, 2021; Bauwens et al., 2020; Filonchik et al., 2020; Pacheco et al., 2020; Vadrevu et al., 2020; Rodríguez-Urrego y Rodríguez-Urrego, 2020; CONAE, 2020; García Ferreyra et al., 2021) afirman que, los periodos de aislamiento aplicados, han permitido reducir las concentraciones de gases nocivos.

Cuando se habla de “gases nocivos”, se refiere a componentes de la atmósfera que, ante altas concentraciones y una prolongada exposición a ellos, pueden ser perjudiciales para la salud, dando lugar a enfermedades de distinta índole (Hesterberg et al., 2009). Uno de estos gases es el NO₂ (dióxido de nitrógeno), mencionado anteriormente, gas tóxico color amarillento de la familia de los NO_x (óxido nítrico NO, dióxido de nitrógeno NO₂ y óxido nitroso N₂O) considerados los principales contaminantes del aire provenientes de las ciudades. Dichos gases son importantes, dado que, participan en la formación de la lluvia ácida, descomposición del ozono troposférico y producción de smog (Ballester, 2005; Manahan, 2006).

El NO₂ se forma cuando el oxígeno (O₂) y el nitrógeno (N₂) presentes en el aire, se combinan químicamente. Su origen puede ser:

≈ Natural: erupciones volcánicas, incendios forestales, tormentas eléctricas y procesos biológicos de los suelos.

≈ Antropogénico: en el sector transporte, dada la combustión vehicular, como también las industrias de los núcleos urbanos. Ciertas prácticas benefician la formación del gas, por ejemplo, la deforestación, la quema de vegetación y prácticas agrícola-ganaderas que producen metano (Manahan, 2006).

En consecuencia, la exposición a este gas, trae perjuicios de forma directa e indirecta en la población. El NO₂ reacciona con H₂O dando lugar al ácido nítrico, el cual precipita en forma de lluvia ácida; beneficia la presencia de ozono troposférico, por lo tanto, incrementa el efecto invernadero y provoca la acidificación de cuerpos de agua, lixiviación de componentes del suelo, afectación a la vegetación, daños en el paisaje y la formación de Neblimo o *smog* fotoquímico (OAN, 2017). A su vez, en altas concentraciones, genera problemas respiratorios en la salud humana, provocando inflamación del tejido pulmonar, “enfermedad del silo” (NO₂ producto de la fermentación de materiales biológicos ensilados), entre otros perjuicios (Manahan, 2006).

Diversos autores (Aránguez et al., 1999; Raponi et al., 2009; Zhang et al., 2012; de Castro, 2019; Kaplan et al., 2019; Timmermans et al., 2019; Ogen, 2020; Bauwens et al., 2020), han realizado estudios acerca de gases presentes en la atmósfera, que resultan nocivos para la salud. Dichos autores investigan el monitoreo de gases, como el NO₂, lo que permite, en la mayoría de los casos, el reconocimiento de focos emisores asociados a actividades económicas puntuales o centros urbanos, entre otros. Aproximadamente el 80% del dióxido de nitrógeno en las ciudades, proviene del escape de los vehículos de motor, mientras que el 20% restante corresponde al refinado de petróleo y metales, la generación de electricidad a partir de centrales eléctricas de carbón, industrias manufactureras y el procesamiento de alimentos (Kaplan et al., 2019).

Ogen (2020) afirma que, una prolongada exposición a altas concentraciones de NO₂, puede causar un amplio espectro de problemas, como por ejemplo hipertensión, enfermedades cardíacas, diabetes, asma, entre otras afecciones, deteriorando la calidad y esperanza de vida de la población. Por tal motivo, su estudio y monitoreo es importante, dado que permite identificar los núcleos generadores de emisiones tóxicas y elaborar políticas de prevención y reducción de las emisiones a la atmósfera.

Actualmente, la teledetección ambiental, a través de sensores remotos, ha desarrollado métodos y técnicas para estimar las concentraciones de los aerosoles que componen la atmósfera, proveyendo información del comportamiento de la columna del aire. La Agencia Espacial Europea (ESA), en contexto del programa Copernicus, ha desarrollado el satélite Sentinel-5P, equipado con un espectrómetro denominado TROPOMI (Instru-

los flujos económicos del sudoeste de la provincia de Buenos Aires y del valle del río Negro. Al mismo tiempo, es sede de centros educativos que captan la atención de estudiantes y centros de salud de alta complejidad, lo que contribuye al flujo de vehículos provenientes de distintas regiones del país (Diez y Emilozzi, 2015). “Asimismo, Bahía Blanca centraliza la mayor cantidad de locales correspondientes a la industria manufacturera, comercio y servicios (43%); y también de los locales industriales (40%); explicando, además, la mitad de los ocupados del sector manufacturero de la región (51%)” (Vicente, 2008, p. 23), mientras que, en relación al parque automotor, Bahía Blanca alcanzó las 105 mil unidades en condiciones de circular durante 2020, aumentando un 0,8% respecto a 2019, siendo el 62% automóviles, 25% utilitarios y 9% vehículos para transporte (CREEBA, 2020).

Por otro lado, existen partidos donde predomina la actividad rural, como por ejemplo Villarino y Patagones y partidos donde conviven actividades industriales, de servicio y agrícola-ganadera como es el caso de Tres Arroyos. No obstante, en las últimas décadas, este espacio se ha caracterizado por un importante peso de la población urbana respecto de la rural, como consecuencia del éxodo rural y la tecnificación de las tareas agrícolas (Prieto, 2011). La región pertenece al espacio pampeano caracterizado por un fuerte vínculo hacia las actividades agrícola-ganaderas y se distinguen pocos centros urbanos de gran tamaño y con relevancia en el ámbito regional frente a otros centros urbanos de menor tamaño (Prieto, 2011). También, se encuentra el partido de Monte Hermoso, el cual constituye su territorio en función de la actividad turística de modalidad “sol y playa”, marcado por la estacionalidad; y se caracteriza por ser zona de segunda residencia de población de partidos aledaños, especialmente Bahía Blanca (Fittipaldi et al., 2015).

El sudoeste bonaerense se integra internamente y con el resto del territorio nacional a través de una vasta red de transporte de rutas nacionales (RN), rutas provinciales (RP) y caminos vecinales. Entre las rutas más importantes se puede mencionar RN 3, RN 33, RN 35, RN 22; RP 76, RP 67, RP 85, RP 51, RP 73, RP 72 y RP 78. Estas, facilitan el tráfico tanto entre municipios como entre las localidades en su interior (Vicente, 2008).

Métodos y materiales

Para este trabajo se realizó un análisis de imágenes satelitales provenientes del sensor Tropomi (*Tropospheric Monitoring Instrument*) perteneciente a la plataforma Sentinel-5 Precursor de la Agencia Espacial Europea, encargado del monitoreo de la contaminación del aire. Dicho sensor, se caracteriza por estimar las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) en la columna de aire mediante un sistema de modelado de transporte químico tridimensional, con un período de revisita diario. Estas imágenes fueron extraídas desde la plataforma *Google Engine Code*. Los datos originales de Sentinel 5P se encuentran en nivel 2 (L2) pero para este caso, se optó por el uso de datos correspondientes a la versión de la herramienta HARP desde el catálogo de dicha plataforma (*Earth Engine Catalog*) la cual agrupa los datos L2 en un producto L3 con una resolución espacial de 1.113,2 metros.

En relación a la escala temporal seleccionada, se utilizaron imágenes de los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio del año 2020, dado que se corresponden con etapas implementadas en el ASPO. De acuerdo a las características del área de estudio y fechas necesarias para el análisis, se aplicó el siguiente *script*:

```
//Datos Sentinel 5P para NO2
var N02 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_NO2')
.filterDate('2020-03-30', '2020-04-03');
//Datos para columna NO2 Total
```

```

var SentinelN02Total = N02
.select('NO2_column_number_density')
.filterBounds (table);
var N02TotalData = ee.Image (SentinelN02Total.mean());
var N02TotalClip = N02TotalData.clip (table);
Map.addLayer (N02TotalClip, {
max: 0.0002,
min: 0.0,
palette: ["black", "blue", "purple", "cyan", "green", "yellow", "red"]},
'N02 Total');
Export.image.toDrive({
image: N02TotalClip.select ('NO2_column_number_density'),
description: 'N02_Total',
scale: 1100,
region: geometry});

```

Luego, se descartaron aquellas imágenes que presentaron algunos errores en valores de píxeles o información nula y se aplicó una media al conjunto de imágenes por semana. Se obtuvieron un total de 18 imágenes representativas de cada semana durante el período marzo-julio 2020, donde los valores requirieron ser normalizados y reclasificados para su posterior comparación. Dicha reclasificación fue realizada mediante la calculadora ráster del *software* QGIS 3.14® y, de esta manera, se mantuvieron los valores máximos y mínimos, logrando una homogeneización de la escala de análisis.

Mediante la aplicación de Herramientas de Geoprocesos del *software* QGIS 3.14®, los productos se acondicionaron con los límites del área de estudio utilizando información geográfica proveniente del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Luego, se confeccionó un gráfico de emanaciones del gas, monitoreado por partido, con una escala temporal semanal. Estos resultados posibilitaron realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de la región durante el periodo establecido en correlación con las medidas tomadas por el gobierno en el contexto del ASPO y datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de la República Argentina.

Una vez obtenidos los productos esperados, se presentaron en un mapa *web*. Dicho visualizador se realizó mediante el complemento de QGIS 3.14®, “qgis2web” y permite exportar el proyecto desde el SIG, a un formato *web*, sobre la base de la librería de JavaScript Leaflet y proporciona una interfaz dinámica e interactiva donde los usuarios observan resultados obtenidos.

Resultados

Los resultados obtenidos del análisis de imágenes Sentinel 5P se observan en la figura 2, en la cual se destacan, en color rojo, los sectores con mayores emanaciones de NO₂, amarillo-verde valores medios, mientras que, en color azul, bajas concentraciones de dicho gas, pudiendo correlacionarse con el porcentaje de población asentado. También se constató que, a lo largo de las etapas de confinamiento implementadas por la Presidencia de la Nación, las emisiones de NO₂ tendieron a disminuir.

El ASPO inició el día 20 de marzo de 2020 y se estimaba su finalización el día 26 de abril de dicho año. Solo la población esencial tenía permitida la circulación, entre ellos, médicos, seguridad, periodismo y ciertos sectores del rubro alimenticio. Este periodo se denominó “Aislamiento Estricto” (figura 3), y como su nombre indica, la población debía

permanecer en sus hogares sin posibilidad de circular, salvo las excepciones mencionadas. Estas medidas evitaron la circulación vehicular y actividades comerciales, es por ello que, en esta etapa, se observan los primeros indicios de la disminución de emanaciones de NO₂ apreciable en color amarillo durante la primera etapa (figura 2) y descenso de la curva de emisiones (figura 4).

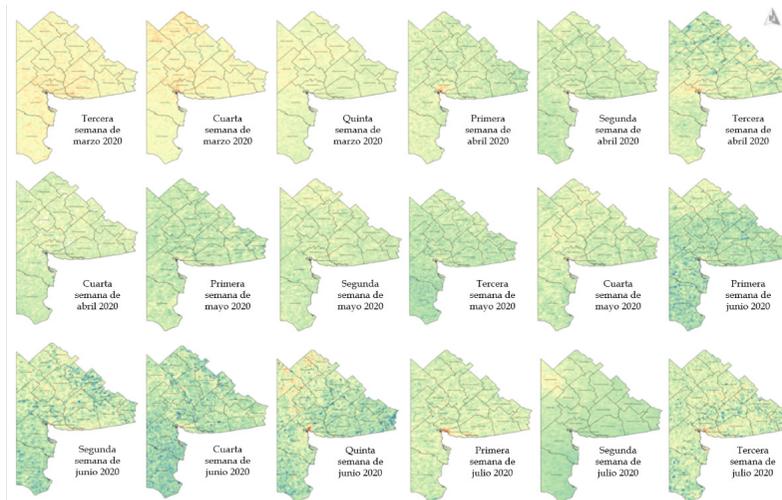


Figura 2. Niveles semanales de emanaciones de NO₂ en el periodo marzo-julio de 2020
Fuente: elaboración personal

Fases de administración del aislamiento		1	2	3	4	5
		Aislamiento estricto	Aislamiento administrativo	Segmentación geográfica	Reapertura progresiva	Nueva normalidad
✓ Autorizados		Solo servicios esenciales	Nuevas autorizaciones	Excepciones provinciales	Excepciones provinciales	Con hábitos de higiene y cuidado sostenido
✗ Prohibiciones		Todo el resto	Prohibiciones nacionales	Prohibiciones nacionales	Prohibiciones nacionales	
👤 Movilidad de la población		Hasta el 10%	Hasta el 25%	Hasta el 50%	Hasta el 75%	Hasta el 75%
🕒 Tiempo de duplicación de los casos		Menos de 5 días	5 a 15 días	15 a 25 días	Más de 25 días	
📍 Geográfico		Homogéneo	Excepciones nacionales	Segmentación por criterio epidemiológico	Restricciones locales	Homogéneo

Figura 3. Fases de administración del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO)
Fuente: Ministerio de Salud (2020)

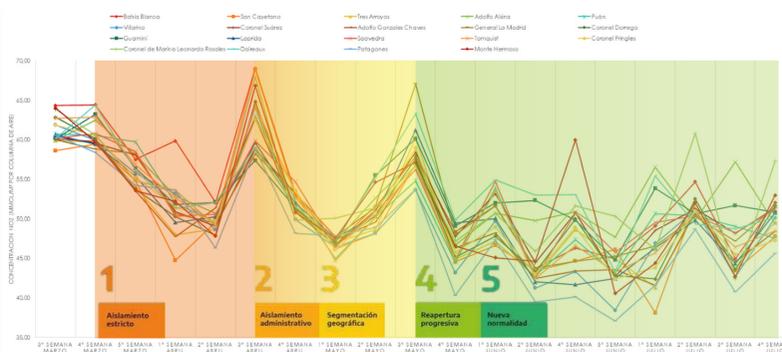


Figura 4. Variación de emanaciones de NO₂ para el periodo marzo-julio del 2020 en el área de estudio relacionados con las etapas de ASPO
Fuente: elaboración personal

De acuerdo a los resultados, en las figuras 2 y 4 se observa que, durante la tercera semana del mes de abril del 2020, se produjo un incremento de las emanaciones de NO₂, producto de la movilización de la población dada la finalización de la Fase “Aislamiento Estricto” (Fase 1) anunciada por la Presidencia de la Nación. Con el objetivo de reducir y aplanar la curva de contagios del virus COVID-19, el gobierno informa el inicio de la Fase “Aislamiento administrativo” (Fase 2), obligando a la población a resguardarse nuevamente en sus hogares, lo que pudo provocar una nueva disminución de las emanaciones de gases. Seguido de esta, la Fase denominada “Seguimiento geográfico” (Fase 3) permitía a la población circular de acuerdo a la tasa de contagio que presentaba, lo cual explica el incremento de los valores de NO₂ para mediados del mes de mayo, apreciable en colores verdes en la figura 2.

A fines de mayo y hasta la finalización del periodo analizado, se observa que los valores del gas NO₂ tienden a mantenerse en niveles bajos y estables en la mayoría de los partidos del sudoeste bonaerense. Estos resultados se deben a la instalación de nuevas fases (Fase 4, Reapertura progresiva y Fase 5, Nueva Normalidad) que permiten a los gobiernos provinciales y locales tomar decisiones acerca de las restricciones de circulación (Decreto 1033, 2020) como se muestra en la figura 3. Es así que, se observan fluctuaciones en los valores de NO₂ por partido, dado que la población y el sector industrial entra en nuevas etapas de circulación de acuerdo a la situación epidemiológica de cada administración.

Fin del alivio ¿seguirá en aumento?

En los resultados se constató, a su vez, que las concentraciones del gas atmosférico estudiado se correlacionan directamente con la proporción de habitantes de los núcleos urbanos. El caso más evidente es el de la localidad de Bahía Blanca, la cual presenta las más altas emanaciones de NO₂ en el sudoeste bonaerense y se verifica en los resultados obtenidos en la figura 2 y la figura 4, con un total de 69,02 μmol/m² por columna de aire. Este máximo se puede explicar por la actividad desarrollada en el Parque industrial, sector que alberga empresas dedicadas a la producción de derivados petroquímicos y logística, donde se registraron altos niveles de SO₂, NO_x y NH₃ (García Ferreyra, 2014; Speake et al., 2020). Además, la ciudad cuenta con un puerto de exportación de granos con un importante caudal de tránsito en transporte. Ambas áreas se concentran en el sector costero donde se constatan las altas concentraciones de gas atmosférico (figura 2). También, es importante destacar que, la ciudad posee la mayor población y un elevado parque automotor (un vehículo cada tres personas). De acuerdo al censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en el año 2010, en la región hay un total de 707.930 habitantes, de los cuales 304.206 habitan en el partido de Bahía Blanca, es decir, casi el 43% de la población (figura 5), pudiendo relacionar estas cifras con emanaciones de CO registradas en el ambiente urbano (García Ferreyra, 2014; Speake et al., 2020).

Por otro lado, para finales del periodo estudiado, se detectaron las más altas concentraciones de NO₂ (figura 6) y, casualmente, corresponden a sitios donde se localizan centros urbanos y rutas que los conectan. Esto se explica por las nuevas disposiciones que permitieron la circulación en las localidades y el tránsito en las principales vías de comunicación, siendo el caso más llamativo, el recorrido de la Ruta Nacional n° 3. Esta, es una importante vía de comunicación que, por la zona este del país, une a las provincias de Buenos Aires, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Se observa, en color rojo (máximos) en torno al eje, pudiendo asociarlo al aumento de tránsito vehicular de la región. Este patrón de emanaciones de gases cercano a una ruta, también fue observado en localidades como Tandil, Córdoba y Buenos Aires (Mazzeo et al., 2005; Ibarlucía 2017; Mateos et al., 2018).

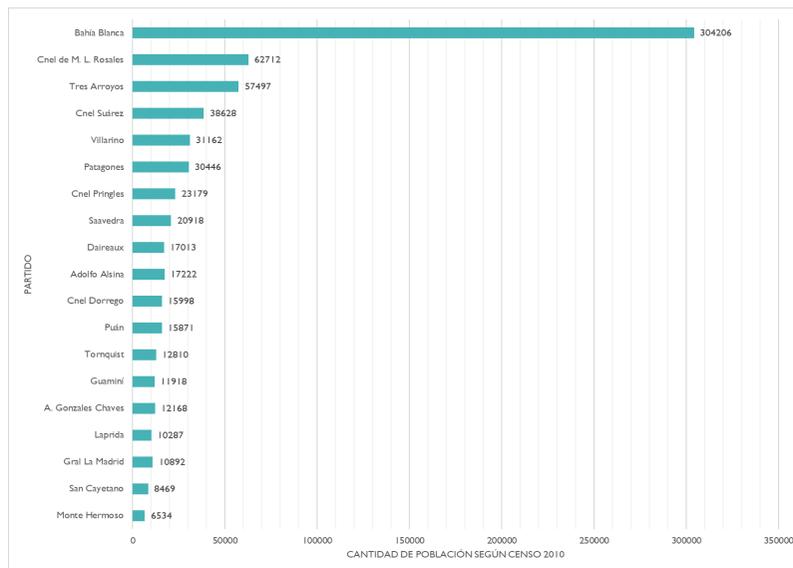


Figura 5. Población total de partidos del sudoeste bonaerense según censo 2010
Fuente: elaboración personal según datos del INDEC (2020)

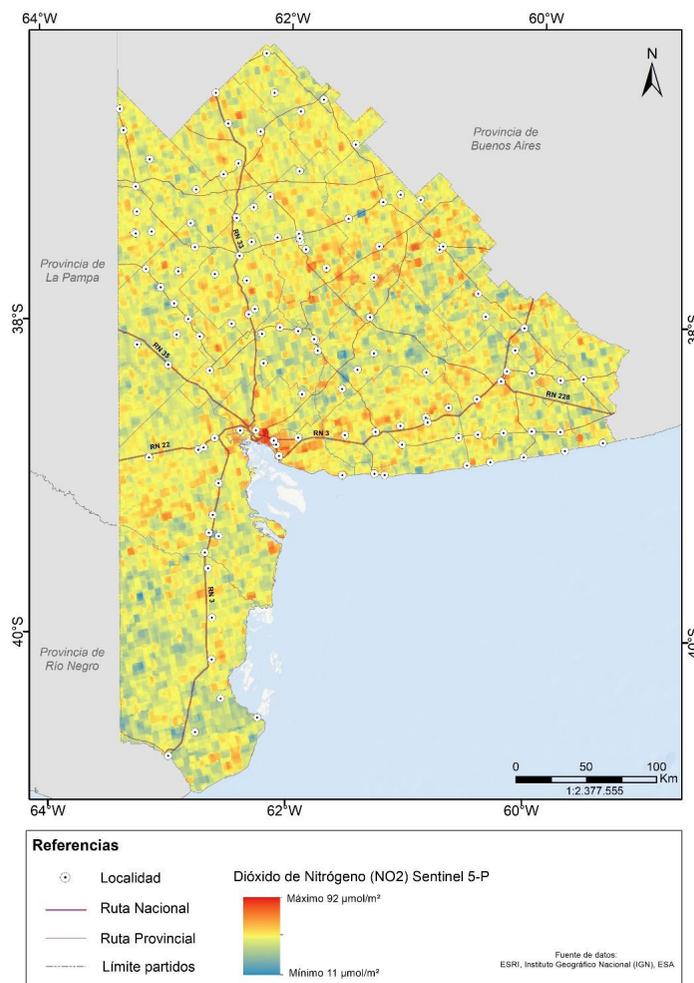


Figura 6. Emanaciones de NO₂ en el sudoeste bonaerense para finales de julio 2020
Fuente: elaboración personal

A su vez, en el sector norte, las principales actividades económicas se relacionan con el trabajo agrícola y si bien se trata de una región donde prevalece la vegetación, se infiere que los máximos valores apreciables se deben a la finalización de la cosecha de granos gruesos como cereales y oleaginosas. Se entiende que, la flora, en general, tiene la capacidad de captar y absorber gases y partículas dispersas en la atmósfera (polvo, ozono, dióxido de nitrógeno, polen, monóxido de carbono, entre otros) cumpliendo, de este modo, su función de “pulmón” en el medio ambiente (López Castro, 2013). La ausencia de la vegetación debido a la cosecha de las mismas, sumado a las nuevas disposiciones de libre circulación y la concentración de población, produjeron un incremento de las emanaciones en este sector del área de estudio.

A partir del mes de julio, los aumentos de las emanaciones en el noroeste de la región, coinciden con el inicio de los incendios en la provincia de Córdoba. Además, dicho sector, corresponde a una región caracterizada por las prácticas de quema, destinadas a la deforestación de terrenos para la implementación de actividades agrícola-ganaderas, donde la quema de biomasa incrementa los niveles de NO_2 , como es observable en otro estudio de caso en el norte del país (Crinó et al., 2014). Sin embargo, aún no se presenta suficiente evidencia para constatar los incrementos de las variaciones del gas en la columna de aire.

La figura 7 refleja los valores promedio mensuales de NO_2 por columna de aire registrados por la plataforma Sentinel 5P en el área de estudio, a partir de la finalización del período estudiado, hasta el mes de septiembre de 2021. Dichos datos surgen de la aplicación de la metodología desarrollada a imágenes disponibles en el Catálogo de Metadatos de CONAE, en el caso puntual del partido de Bahía Blanca. Se registra que, sus valores máximos registrados en el partido (curva negra) y mínimos (curva celeste), tienden a incrementar conforme pasan los meses, al igual que la media en el partido. Cabe destacar que, los valores máximos, se corresponden con el centro y área industrial de la localidad de Bahía Blanca y, como se ha ido mencionando, las causas se correlacionan con un aumento de la circulación de la población, incremento de la actividad industrial y finalización de las restricciones, sumado a la implementación de vacunas para frenar al virus COVID-19 que estimula a la población a salir de sus hogares.

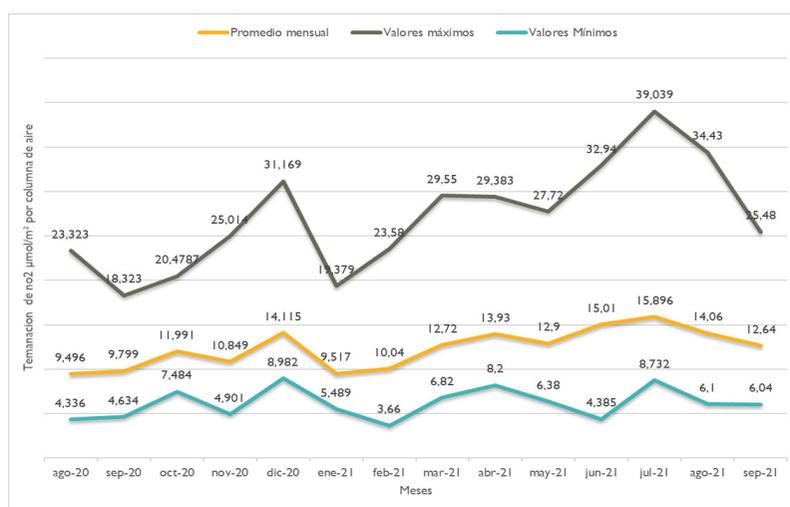


Figura 7. Variación de NO_2 en el partido de Bahía Blanca en el periodo 08/2020-09/2021

Fuente: elaboración personal sobre la base de datos de CONAE (2020)

Monitoreo de gases

Si bien existen, a nivel local, inventarios de emisión, modelados de dispersión de contaminantes, monitoreo continuo y campañas de medición de campo, disponibles en el sitio *web* oficial del Municipio de Bahía Blanca, a nivel regional, el monitoreo de gases y estudios sobre la temática es escasa, al igual que los perjuicios que estos provocan. Como se ha mencionado, las altas concentraciones de gases atmosféricos, tal el caso de NO_2 , provoca enfermedades crónicas en el sistema cardiorrespiratorio, sumado al efecto a largo plazo en el cambio climático.

Los monitoreos de gases atmosféricos cobran importancia en la toma de decisiones para la mejora de la calidad de la población en general. De este modo, utilizando las Geotecnologías, particularmente, procesamiento y análisis de imágenes satelitales, se pueden visualizar, regularmente, las zonas afectadas o aquellas que resulten de interés a gran escala. A su vez, el acceso a la información es, desde el año 2016, un derecho reglamentado por el Honorable Congreso de la Nación Ley 27.275 (2020) de Acceso a la Información Pública. Dicha normativa, entre sus utilidades, establece que, la información, permite generar transparencia, incidir en la toma de decisiones públicas, lograr que la información circule y mejorar la calidad de las instituciones (Ley 27.275, 2020).

Desde este punto de vista, se realizó un visualizador que compila la información generada en la presente investigación. Este mapa *web* se aloja en el sitio *web* del Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur (<https://www.labgeot.uns.edu.ar/>). Como se observa en la figura 8, en la interfaz, el usuario puede activar y desactivar las 18 imágenes resultantes de la presente investigación, las cuales representan las emisiones de NO_2 para la región. A su vez, la división administrativa, permite seleccionar los partidos, desplegándose información cuantitativa de esta misma variable. De dichos resultados y, en búsqueda de un futuro monitoreo de estos gases nocivos al cual puede verse expuesta la población, se pretende fomentar el uso de información satelital y generar una toma de conciencia por parte de distintos actores a escala regional, al momento de planificar y evaluar soluciones a una problemática poco estudiada y de larga data.



Figura 8. Interfaz de mapa *web* “Monitoreo de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en el Sudoeste Bonaerense” alojado en la página *web* del Laboratorio de Geotecnologías
Fuente: elaboración personal

Propuestas y políticas para la reducción de gases

Existen en la actualidad, políticas que permiten disminuir emanaciones de gases. Desde el sector industrial, un mayor control de las empresas e implementación de técnicas que reduzcan la liberación de NO_2 a la atmósfera. Entre las más comunes se encuentra

la reducción de la temperatura de llamas, agregando gas de escape recirculado, aire fresco o agua. Respecto a la población en general, se debe acudir a la conciencia social y reducir el transporte vehicular, reemplazándolo, de ser posible, por vehículos amigables para el medioambiente. Como política impulsadora de buenas prácticas existen proyectos para mejorar la circulación de bicicletas por el ejido urbano, las ciclovías, implementadas actualmente en la localidad de Bahía Blanca. Para incrementar su utilización y reemplazo del vehículo motorizado, proyectos como Ecobici implementado en CABA (Buenos Aires) incentivan a la población a mejorar sus costumbres cotidianas, beneficiándose desde el punto de vista de salud y medioambiental. También, cabe considerar la posibilidad de reforestar sectores que, históricamente, registran altos valores de emanación de gases nocivos, dado que, como se mencionó anteriormente, la vegetación funciona como filtro de partículas dispersas en la atmósfera.

Conclusiones

El dióxido de nitrógeno (NO₂) resulta ser un gas nocivo para la población y para el medioambiente. Sus efectos a largo plazo y ante altas concentraciones, van desde problemas respiratorios y cardíacos, hasta lluvia ácida y debilitamiento de vegetación y suelo. Como se ha mencionado, su origen antropogénico está asociado al incremento de la actividad industrial, como la circulación de vehículos motorizados, motivo por el cual dichas emanaciones responden directamente del actuar de la población y de la conciencia social.

En el sudoeste bonaerense, como en ciertos puntos de la República Argentina, se ha detectado una tendencia a la disminución de NO₂ durante el periodo marzo-julio del año 2020. Esto se debe a la implementación del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio ante la situación de pandemia por COVID-19. El cumplimiento del ASPO por parte de la población, ha permitido mermar la producción de gases nocivos. Sin embargo, en casos puntuales, el incremento de los valores de NO₂ se asociaron a la liberación de la población, registrándose anomalías en los mismos. En relación a la ubicación de centros con mayor emisión, se observaron variaciones. La ciudad de Bahía Blanca, como núcleo de actividades industriales, político, educacional y servicios en la región, se mantuvo en valores altos de emanación de NO₂, relacionado a su vez con su alto porcentaje de población.

Por último, es necesario conocer la naturaleza y cantidades de gases que resultan nocivos en el aire y por consiguiente en el agua, el suelo y los sistemas biológicos. Actualmente, la comunidad científica atraviesa tiempos de sobreinformación y datos, caracterizado por el desarrollo de nuevas y mejores técnicas de análisis, entre estos, la información satelital disponible. Esto permite detectar anomalías y establecer políticas que resguarden el bienestar de la población ante la implementación de sanciones a quienes no cumplan su deber para con el medioambiente. Estos análisis, relacionados con información de flujos de movilidad, vías de comunicación, datos de población, entre otros, elevan los resultados posibles mediante correlación de variables geográficas.

Agradecimientos

El presente artículo se enmarca dentro del Proyecto General de Investigación (PGI) “*Aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales. Segunda Parte*” aprobado y financiado por la Secretaria General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur. A su vez, se agradece al Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur de Bahía Blanca dado su apoyo constante en las investigaciones llevadas a cabo.

Referencias

- Aránguez, E.; Ordóñez, J. M.; Serrano, J.; Aragonés, N.; Fernández-Patier, R.; Gandarillas, A. y Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista española de salud pública*, 73, 123-132.
- Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 159-175.
- Bauwens, M.; Compennolle, S.; Stavrou, T.; Müller, J. F.; Van Gent, J.; Eskes, H.; Levelt, P. F.; Van del A, R.; Veeffkind, J. P.; Vlietnink, J.; Yu, H. & Zehner, C. (2020). Impact of coronavirus outbreak on NO₂ pollution assessed using TROPOMI and OMI observations. *Geophysical Research Letters*, 47(11), e2020GL087978. <https://doi.org/10.1029/2020GL087978>Received
- Campo de Ferreras, A.; Capelli de Steffens, A. y Diez, P. (2004). *El clima del suroeste bonaerense*. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2020). Efectos de las cuarentenas y restricciones de actividad relacionadas con el COVID-19 sobre la calidad del aire en las ciudades de América Latina. *INFORMES COVID-19*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45839/1/S2000476_es.pdf
- Coaquira Mamani, M. y Condori Fernández, Y. A. (2021). *Contaminación atmosférica durante el confinamiento por Covid-19 en Perú: Revisión sistemática*. Tesis de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- CONAE Comisión Nacional de Actividades Espaciales (2020, 14 de abril). Baja la contaminación atmosférica en grandes ciudades de la Argentina. *Argentina unida*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/baja-la-contaminacion-atmosferica-en-grandes-ciudades-de-la-argentina>
- CREEBA Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca. (2020). *Análisis de sectores económicos de Bahía Blanca y la región*. http://www.creebba.org.ar/iae/iae166/2_sectores_IAE_166.pdf
- Crinó, E.; Coronel, G. y Piacentini, R. D. (2014). Eventos de contaminación atmosférica sobre asunción (Paraguay) y Clorinda (Argentina) producidos por el gas NO₂ y por aerosoles emitidos durante intensas quemadas de biomasa. *ANALES AFA*, 25(1). <https://afan.df.uba.ar/journal/index.php/analesafa/article/view/1943>
- Das, R.D.; Bandopadhyay, S.; Das, M. & Chowdhury, M. (2020). Global Air Quality Change Detection During Covid-19 Pandemic Using Space-Borne Remote Sensing and Global Atmospheric Reanalysis. *IEEE India Geoscience and Remote Sensing Symposium (InGARSS)*. <https://doi.org/10.1109/InGARSS48198.2020.9358918>
- de Castro, F. R. (2019). Cambio climático, polución e infección respiratoria. *Revista de la Real Academia de Medicina de Catalunya*, 34(3), 109-115.
- Decreto 1033 de 2020 (2020, 20 de diciembre). *Distanciamiento y Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio*. Boletín Oficial. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1033-2020-345430>.
- Decreto 297 de 2020 (2020, 19 de marzo). *Aislamiento Social Preventivo Obligatorio*. Boletín Nacional. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/227042/20200320#>
- Diez, J. I. y Emillozzi, A. (2015). Redes organizacionales y desarrollo económico en ciudades medias: los casos Bahía Blanca y Río Cuarto. Cuaderno Urbano. *Espacio, cultura, sociedad*, 18(18), 21-47.

- Earth Engine Catalog. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/CO-PERNICUS_S5P_OFFL_L3_NO2?hl=en
- ESA European Space Agency (2020, 13 de marzo). Coronavirus: nitrogen dioxide emissions drop over Italy. [https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/03/Coronavirus_nitrogen_dioxide_emissions_drop_over_Italy/\(lang\)/es](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/03/Coronavirus_nitrogen_dioxide_emissions_drop_over_Italy/(lang)/es)
- Fernández López, K. J. y Ñañez Laura, C. P. (2021). *Contaminación atmosférica por aerosoles antes y durante pandemia COVID-19 en Perú: Revisión sistemática*. Tesis de Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Filonchik, M.; Hurynovich, V.; Yan, H.; Gusev, A. & Shpilevskaya, N. (2020). Impact assessment of COVID-19 on variations of SO₂, NO₂, CO and AOD over East China. *Aerosol and Air Quality Research*, 20(7), 1530-1540.
- Fittipaldi, R.; Mira, S.; Espasa, L. y Facchini, M. E. (2015). Monte Hermoso: una población en crecimiento. Los efectos de la migración interna e internacional. *Contribuciones Científicas*, 27, 65-78.
- García Ferreyra, M. F. (2014). *Obtención de mapas de calidad de aire, a través de la implementación y primera aplicación del modelo de transporte químico CHIMERE sobre Argentina*. Maestría en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias Instituto de Altos estudios Espaciales Mario Gulich. Córdoba, República Argentina.
- García Ferreyra, M. F.; Bianco, A. & Tropper, I. (2021). NO₂ monthly product for air quality in South America. *2021 XIX Workshop on Information Processing and Control (RPIC)*. San Juan, República Argentina. <https://doi.org/10.1109/RPIC53795.2021.9648470>
- Hesterberg, T. H.; Bunn, W. B.; McClellan, R. O.; Hamade, A. K.; Long, C. M. & Valberg, P. A. (2009). Critical review of the human data on short-term nitrogen dioxide (NO₂) exposures: Evidence for NO₂ no-effect levels. *Critical Reviews in Toxicology*, 39(9), 743-781. <https://doi.org/10.3109/10408440903294945>
- Ibarlucía G. (2017). *Determinación del NO₂ (Dióxido de Nitrógeno) atmosférico en la ciudad de Tandil mediante muestreadores pasivos y una técnica espectrofotométrica*. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas; Argentina. <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1442>
- IGN Instituto Geográfico Nacional (2019). Departamentos de la República Argentina (Shapefile). *Colección: Límites de área*. Instituto Geográfico Nacional. <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>
- INDEC Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*. https://www.indec.gov.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P1-P_Buenos_Aires.pdf
- Kaplan, G.; Avdan, Z. Y. & Avdan, U. (2019). Spaceborne Nitrogen Dioxide Observations from the Sentinel-5P TROPOMI over Turkey. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 18(1).
- Ley 27.275 de 2020 (2020, 19 de mayo). *De agencia de acceso a la información pública*. Dirección Nacional de acceso a la información pública Honorable Congreso de la Nación Argentina. Boletín Nacional. [https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/229637/20200521#:~:text=DI%2D2020%2D1%2DAPN%2DDNAIP%23AAIP&text=Que%20la%20ley%20N%C2%BA%2027.275,p%C3%BAblica%20\(art%C3%ADculo%201%C2%B0\)](https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/229637/20200521#:~:text=DI%2D2020%2D1%2DAPN%2DDNAIP%23AAIP&text=Que%20la%20ley%20N%C2%BA%2027.275,p%C3%BAblica%20(art%C3%ADculo%201%C2%B0)).
- López Castro, A. (2013). *Propuesta para la creación de un Plan Maestro de Arbolado Urbano de Alineación para la localidad de Darregueira, partido de Puán*. Tesis Doctoral. Universidad

- Nacional de La Plata, La Plata, República Argentina.
- Manahan, S. E. (2006). *Introducción a la química ambiental*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.: Reverté Ediciones.
- Martínez Tovar, A. (2021). *Efecto del confinamiento por la COVID-19 en la calidad del aire de la Región de Murcia*. Tesis de grado Ingeniería Química Ambiental. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
- Mateos A. C.; Amarillo A. C.; Tavera Busso I. y González C. M. (2018). Evaluación espacial y temporal de la contaminación por SO₂, NO₂, O₃ y CO en la ciudad de Córdoba. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 5(2).
- Mazzeo, N. A.; Venegas, L. E. & Choren, H. (2005). Analysis of NO, NO₂, O₃ and NO_x concentrations measured at a green area of Buenos Aires City during wintertime. *Atmospheric Environment*, 39(17), 3055-3068.
- Ministerio de Salud (2020, 13 de noviembre). *Fases de administración del aislamiento*. <https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/aislamiento/fases>
- OAN Observatorio Nacional Ambiental (2017). *Ministerio de Ambiente de la República Oriental del Uruguay*. <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/Di%C3%B3xido-de-nitr%C3%B3geno-AIRE2-30052017.pdf>
- Ogen, Y. (2020). Assessing nitrogen dioxide (NO₂) levels as a contributing factor to the coronavirus (COVID-19) fatality rate. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138605>
- Pacheco, H.; Díaz-López, S.; Jarre, E.; Méndez, W. & Zamora-Ledezma, E. (2020). NO₂ levels after the COVID-19 lockdown in Ecuador: A trade-off between environment and human health. *Urban Climate*, 34, 100674. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100674>
- Prieto, M. B. (2011). Cambios y continuidades del sistema de asentamiento de la población en el sudoeste bonaerense. *Huellas*, (15). https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/2756/v15a15prieto_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Raponi, M. M.; Wolfram, E.; Salvador, J.; Goutail, F.; Tocho, J. y Quel, E. (2009). Estudio de la variación estacional de la columna vertical de NO₂ y O₃ atmosférico en Río Gallegos, mediante un espectrómetro de la RED SAOZ. *ANALES AFA* 21(1).
- Rodríguez-Urrego, D. & Rodríguez-Urrego, L. (2020). Air quality during the COVID-19: PM_{2.5} analysis in the 50 most polluted capital cities in the world. *Environmental Pollution*. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115042>
- Speake, M. A.; Carbone, M. E. y Spetter, C. V. (2020). Análisis del sistema socio-ecológico del estuario Bahía Blanca (Argentina) y su impacto en los servicios ecosistémicos y el bienestar humano. *Investigaciones Geográficas*, (73), 121-145.
- Timmermans, R.; Segers, A.; Curier, L.; Abida, R.; Attié, J. L.; Amraoui, L. E. & Oude Nijhuis, A. (2019). Impact of synthetic space-borne NO₂ observations from the Sentinel-4 and Sentinel-5P missions on tropospheric NO₂ analyses. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(19), 12811-12833.
- Vadrevu, K. P.; Eaturu, A.; Biswas, S.; Lasko, K.; Sahu, S.; Garg, J. K. & Justice, C. (2020). Spatial and temporal variations of air pollution over 41 cities of India during the COVID-19 lockdown period. *Scientific reports*, 10(1), 1-15.
- Vicente, D. (2008). *Industria Manufacturera. Año 2007: Observatorio Pyme Regional Suroeste de la provincia de Buenos Aires*. https://www.observatoriopyme.org.ar/_files/ugd/bda-b5e_1573b32bb1c64ee28237459411788509.pdf

Zhang, X. Y.; Wang, Y. Q.; Niu, T.; Zhang, X. C.; Gong, S. L.; Zhang, Y. M. & Brandt, J. (2012). Atmospheric aerosol compositions in China: spatial/temporal variability, chemical signature, regional haze distribution and comparisons with global aerosols. *Atmospheric Chemistry & Physics*, 12(2).

Lucía Manuela Laffeuille es Licenciada en Geografía por la Universidad Nacional del Sur. Título de tesis “*Análisis espacial multivariado para la localización de sitios óptimos de balnearios. Caso de estudio: Laguna Epecuén. Partido de Adolfo Alsina*” Nota: 10 (diez). Docente de la cátedra *Teledetección y SIG* en DGyT. Integrante del Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de la UNS. Integrante de “*Grupo de Investigación en Geografía, Teledetección Ambiental y SIG*” (GIGTAS) e integrante del Proyecto General de Investigación (PGI) “*Aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales. Segunda Parte*” aprobado y financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la UNS. Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4° Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, lucialaffeuille@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2169-2339>

Nicolás Emanuel Vidal Quini es Licenciado en Geografía. Desde el año 2018 al presente, becario doctoral del CONICET con lugar de trabajo en el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) en el área de investigación de hidrología y limnología. Título de tesis: “*Riesgo Ambiental en la cuenca Alsina y la importancia del tratamiento con imágenes radar y ópticas*”, directora Dra. A. M. Geraldí. Desde 2016, integrante del Laboratorio de Geotecnologías perteneciente al Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur. Participación en el proyecto de investigación “*Aplicación de tecnologías de la información geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales*” en el Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur. Instituto Argentino de Oceanografía. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional del Sur (IADO CONICET-UNS). Florida 8000 (Camino La Carrindanga km 7,5), (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, nicolasvidalquini@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4352-6734>

Víctor Hugo Peñas es Licenciado en Geografía por la Universidad Nacional del Sur. Integrante del Laboratorio de Geotecnologías (www.labgeot.uns.edu.ar), área de Teledetección y SIG. Antecedentes profesionales en la temática: “*Estudio integrado para la planificación y gestión del espacio turístico bonaerense a través de la aplicación de geotecnologías*”. Universidad Nacional del Sur, 2017. “*Sistema abierto de un banco de datos georreferenciado con fines educativos y de vinculación al mercado laboral*”. Universidad Nacional del Sur, 2018. “*Aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales*”. Universidad Nacional del Sur, 2020. Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4° Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, victorcasbas@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3467-9790>

Alejandra Mabel Geraldí es Licenciada en Geografía. Doctora en Geografía por la Universidad Nacional del Sur. Posdoctorado en el Departamento de Geoinformática, Hidrología y Modelación de la Universidad de Friedrich-Schiller Jena, Alemania. Profesora de las cátedras *Teledetección y SIG*, *Teledetección I* y *Teledetección II*. Investigadora Adjunta del CONICET. Directora del proyecto “*Aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales*” 2020-2024- Cod: 24/ZG14. Directora del Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur. Temas de Investigación: Geografía Aplicada, Sistemas hidrográficos, lagunas y humedales continentales, Efectos del cambio climático, Infraestructuras de datos Espaciales (IDE). Universidad Nacional del Sur. 12 de octubre 1098, 4° Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, ageraldí@criba.edu.ar, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8792-1069>

Federico Gastón Barragán es Licenciado en Geografía por la UNS en 2015, director Dr. en Geografía Guillermo Angeles. Nota: 10 (Sobresaliente). Especialista en Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG obtenido en 2017. Promedio General: 9,6; UAEM, Toluca de Lerdo, Estados Unidos Mexicanos. Antecedentes profesionales 2020-2024. PGI “*Aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales*” 2020-2024. Directora: Geraldí Alejandra, 2018 – (Res. 255-18). Asistente de docencia dedicación Exclusiva. Cátedras *Teledetección y SIG* Cod:3959 y *Teledetección I* Cod: 3972. Correspondiente al área Cartografía y Técnicas en DGyT, UNS. 2015 - Act. – Integrante Laboratorio de Geotecnologías (www.labgeot.uns.edu.ar) área de Teledetección y SIG. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur . 12 de octubre 1098, 4° Piso, Gab. 4.8, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, federicobarragan@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5859-5532>