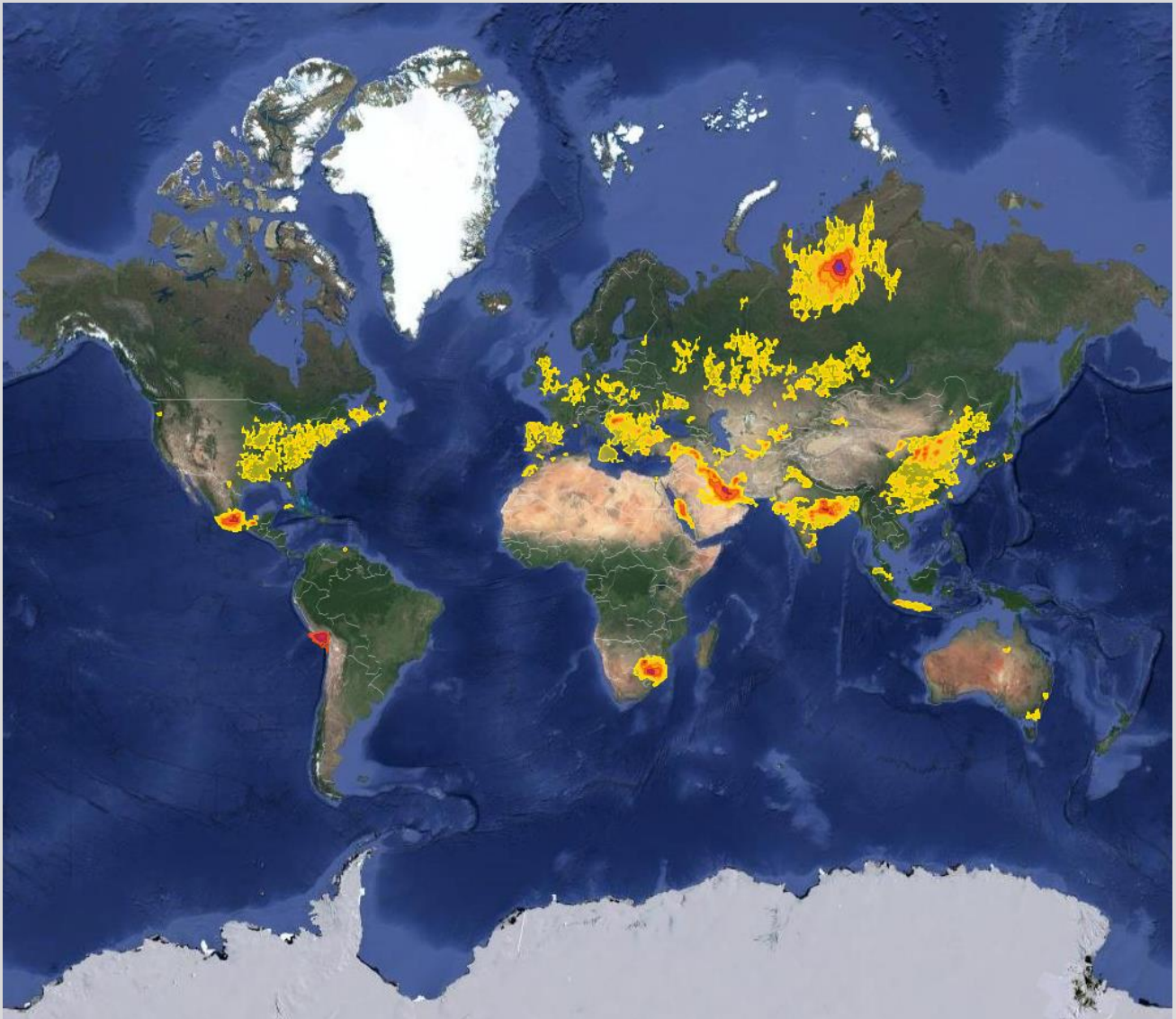


# Base de datos de puntos críticos de emisiones globales de SO<sub>2</sub>

CLASIFICACIÓN DE LAS PEORES FUENTES GLOBALES DE CONTAMINACIÓN POR SO<sub>2</sub>



**GREENPEACE**  
ग्रीनपीस

## Contenido

|                                                                                                                                                       |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Resumen Ejecutivo.....</b>                                                                                                                         | <b>1</b>     |
| <b>Introducción.....</b>                                                                                                                              | <b>2</b>     |
| <b>Metodología.....</b>                                                                                                                               | <b>3</b>     |
| <b>Datos y análisis.....</b>                                                                                                                          | <b>4</b>     |
| <b>Camino a Seguir.....</b>                                                                                                                           | <b>11</b>    |
| <b>Estándares de emisión de plantas de energía para emisiones de SO<sub>2</sub> para plantas de energía a base de carbón (mg/Nm<sup>3</sup>).....</b> | <b>11</b>    |
| <b>Notas finales .....</b>                                                                                                                            | <b>xxiii</b> |

**Base de datos de puntos críticos de emisiones globales de SO<sub>2</sub>**

**Clasificación de las peores fuentes globales de contaminación por SO<sub>2</sub>**

***Escrito por:***

Sunil Dahiya y Lauri Myllyvirta

***Con contribuciones de:***

Xinyi Shen, Andreas Anhäuser, Aidan Farrow, Minwoo Son, Falastin Dwilkat, Jonathan Moylan, Pablo Ramírez, Gokhan Erosy, Rashid Alimov, Warisa Sibirunwong, Pujarini Sen, Melita Steele, Tata Mustasya, Meglena Antonova

***Edición a cargo de:***

Kate Ford, Nandikesh Sivalingam, Sara Ayech, Amy Jacobsen

***Publicado por:***

Greenpeace Environment Trust, publicado en Agosto de 2019

***Para más información, favor de contactar a:***

[sunil.dahiya@greenpeace.org](mailto:sunil.dahiya@greenpeace.org)

[lauri.myllyvirta@greenpeace.org](mailto:lauri.myllyvirta@greenpeace.org)

***Imagen de portada:***

Captura de mapa de intensidad de emisiones SO<sub>2</sub> en puntos críticos, ploteado en Google Maps basado en datos del SMO de la NASA  
@ Lauri Myllyvirta/Greenpeace

**Las plantas de energía que queman carbón y petróleo, a la par de las refinerías, son responsables de tres cuartas partes de las emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> detectadas por la NASA. Las refinerías de petróleo y las fundidoras de metales representan otras fuentes importantes de contaminantes alrededor del mundo.**

## Resumen Ejecutivo

La contaminación del aire es una emergencia de salud pública, ya que el 90% de la población mundial vive en áreas donde la calidad del aire es insegura.

Aún así, pocos países y regiones que cuentan con la peor calidad de aire han elaborado inventarios adecuados de las fuentes principales de contaminación. Los datos de satélite nos ayudan a revelar a los peores emisores de contaminación, sin importar su localización.

Este informe analiza los datos de la NASA sobre las fuentes más grandes de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), uno de los contaminantes clave y causante de innumerables muertes en todo el mundo por contaminación del aire. Existe un [mapa interactivo](#)<sup>i</sup> de las peores fuentes de contaminación por SO<sub>2</sub> en todo el mundo, el cual permite explorar de mejor manera los puntos críticos de emisiones en diferentes regiones.

Las plantas de energía que queman carbón y petróleo, junto con las refinerías son responsables de 2 terceras partes de las emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> detectadas por la NASA. Las fundidoras de metales son la otra fuente importante de contaminación en todo el mundo.

Los puntos críticos de emisiones SO<sub>2</sub> más grandes se encuentran en Rusia, Sudáfrica, Irán, Arabia Saudita, India, México, Emiratos Árabes Unidos, Turquía y Serbia.

La clasificación mundial coloca a la India como el emisor principal de SO<sub>2</sub> a nivel mundial, contribuyendo con más del 15% de las emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> desde las fuentes detectadas por la NASA. Las emisiones de la India que van en aumento ya han sobrepasado a China en ese rubro. El éxito de China para reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> ha hecho de Rusia el segundo emisor de dichos contaminantes después de la India.

Las emisiones que contaminan el aire desde las plantas de energía y otras industrias siguen en aumento en la India, Arabia Saudita e Irán. En Rusia, Sudáfrica, México y Turquía, si bien las emisiones no se han incrementado, tampoco existe mucho avance para reducirlas. La transición para lograr un aire más limpio en estos países se ha detenido por la alta dependencia que existe al carbón y petróleo, estándares débiles en cuanto a la regulación y su falta de cumplimiento.

De los emisores más grandes de SO<sub>2</sub>, China y Estados Unidos han podido reducir las emisiones rápidamente al cambiar a fuentes de energía limpia; en especial China, lo logró al mejorar de forma dramática los estándares de control de emisiones de SO<sub>2</sub> y su cumplimiento.

## Introducción

Anualmente, 4.2 millones de personas mueren prematuramente a causa de la contaminación del aire externa, además de otros 3.2 millones que mueren a causa la contaminación a puerta cerrada en casa (2016) de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS).<sup>2</sup> El mismo reporte de la OMS indica que el 91% de la población mundial vive en áreas que exceden las normas de calidad del aire de la OMS. A diferencia de las mejoras en la calidad del aire casero desde la década de 1990<sup>3</sup>, la contaminación del aire en exteriores que provienen de la combustión creciente de combustibles fósiles sigue siendo un problema global.

El Banco Mundial hizo una estimación reciente que indica que “En 2013, la exposición a contaminación casera y exterior le cuesta a la economía mundial algo así como \$5.11 trillones en pérdidas de asistencia social. En cuanto a magnitud, dichas pérdidas en Sudáfrica, el este de Asia y el Pacífico, equivalieron a un 7.4 por ciento y un 7.5 por ciento del producto interno bruto de dichas regiones respectivamente”<sup>4</sup>. Estas pérdidas a causa de la contaminación del aire siguen aumentando, causando una grave preocupación en todas las naciones del mundo.

Las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) contribuyen de manera significativa a la contaminación del aire. SO<sub>2</sub> se libera mientras se queman materiales que contienen azufre, el cual se

encuentra en todo tipo de carbón y petróleo en todo el mundo en diferentes proporciones. El impacto a la salud del SO<sub>2</sub> proviene de la exposición directa a este contaminante y a las partículas finas de material particulado menor a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>)<sup>5</sup> producidas cuando el SO<sub>2</sub> reacciona con otros contaminantes del aire para formar partículas de sulfato. El PM<sub>2.5</sub> es el contaminante del aire con más impacto a nivel de salud pública debido a que es una mezcla de todo tipo de contaminación, que va desde metales pesados hasta contaminantes gaseosos secundarios, tales como sulfatos y nitratos. Dichos contaminantes son tan pequeños que pueden penetrar aún más los órganos y células, dañando así cada órgano de nuestro cuerpo, causando a su vez desde demencia y problemas de fertilidad hasta un nivel de inteligencia inferior, así como problemas cardíacos y de pulmones<sup>6</sup>.

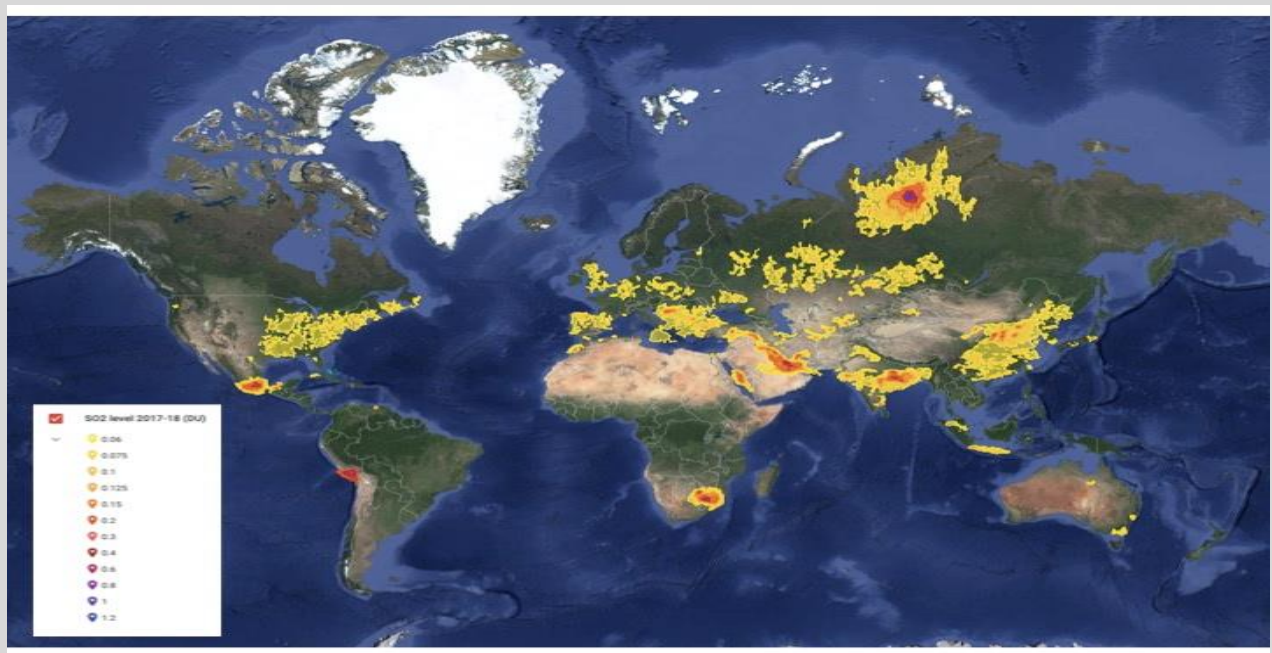
La fuente más grande de SO<sub>2</sub> en la atmósfera es la quema de combustibles fósiles en las plantas de energía y otras instalaciones industriales. Otras fuentes menores de dicho contaminante incluyen los procesos industriales, tales como la extracción de metales a partir de minerales; las fuentes naturales como los volcanes; locomotoras, embarcaciones y otros vehículos y equipo pesado que queman combustible de alto contenido de azufre. Se estima que el SO<sub>2</sub> por lo general representa >10% de las partículas finas en China<sup>7</sup> y la India<sup>8</sup>, y muchas veces aumenta durante periodos de contaminación alta.<sup>9</sup> Para atacar este problema de manera adecuada, es importante entender su alcance y sus causas. ¿Cuáles son los puntos críticos de contaminación? ¿Cuáles son las fuentes que contribuyen a ello? ¿Cuál es su historia y cómo es que se dispersan sus emisiones en todo el mundo?

## Metodología

El satélite de la NASA que monitorea los niveles de ozono ha seguido de cerca la calidad del aire desde el espacio desde 2004. Su cobertura de observación global nos permite identificar los puntos críticos de contaminación que no se enlistan en los inventarios de emisiones. Además, al comparar los niveles ascendentes y descendentes de  $\text{SO}_2$ , la NASA ha podido cuantificar las emisiones desde las fuentes más importantes y validado sus resultados que contrastan con las mediciones *in situ* realizadas en Estados Unidos y la Unión Europea (UE).<sup>10,11</sup>

Utilizamos su catálogo de fuentes de emisiones de  $\text{SO}_2$  llamado MEaSUREs<sup>12</sup> para identificar a los países, las áreas administrativas y las fuentes que generan las emisiones antropogénicas de  $\text{SO}_2$  más grandes. Refinamos la información al desglosar las

fuentes de las emisiones en los puntos críticos en varias categorías, por ejemplo: carbón, petróleo y gas y fundidoras (modificado de la clasificación original de la NASA). También añadimos detalles de industrias más pequeñas, así como la fuente de emisiones más grande de la región. De esta manera, pudimos representar de mejor forma las contribuciones de los emisores individuales dentro de un grupo, en vez de solo aquellas provenientes de los emisores más grandes. Los nombres de los puntos críticos de contaminación se adaptaron de la base de datos de la NASA para representar la región como puntos críticos, en vez de de solo el mayor contaminante de la región. Un [mapa interactivo](#) se encuentra disponible (Imagen 1) que muestra las emisiones de  $\text{SO}_2$  detectadas por el aparato que monitorea los niveles de ozono, despliega una columna que muestra las ubicaciones de las fuentes de emisiones.



**Imagen 1:** Presencia de puntos críticos de emisiones de  $\text{SO}_2$  detectados por el SMO de la NASA. Ver el mapa interactivo en <https://bit.ly/30inNie>



## Datos y Análisis

La información recabada por el satélite que monitorea los niveles de ozono (SMO) de la NASA captó más de 500 fuentes de emisiones de SO<sub>2</sub> alrededor del mundo, incluyendo fuentes naturales como los volcanes, que fueron excluidas de nuestro análisis para centrarnos solo en las fuentes antropogénicas de SO<sub>2</sub>, en esta investigación descubrimos una correlación cercana de altos niveles de emisiones de SO<sub>2</sub> dentro de las regiones que muestran alto consumo de combustibles fósiles, como aquellos lugares donde existe mucha quema de carbón, refinamiento de petróleo y combustión, así como presencia de fundidoras.

Sesenta por ciento del total de emisiones detectadas por satélite son antropogénicas. Las regiones con alta capacidad de combustión de carbón para la generación de energía e industrias, fundidoras, refinamiento y combustión de petróleo y gas tuvieron contribuciones contaminantes del 31%, 10% y 19% respectivamente (Imagen 2, Tabla 1).

En muchos casos, el total de emisiones de una región no puede atribuirse a una fuente exacta ya que las emisiones provenientes de fuentes grandes podrían opacar aquellas que provienen de contribuyentes menores cercanos. Por lo tanto, en aquellos casos en donde múltiples industrias

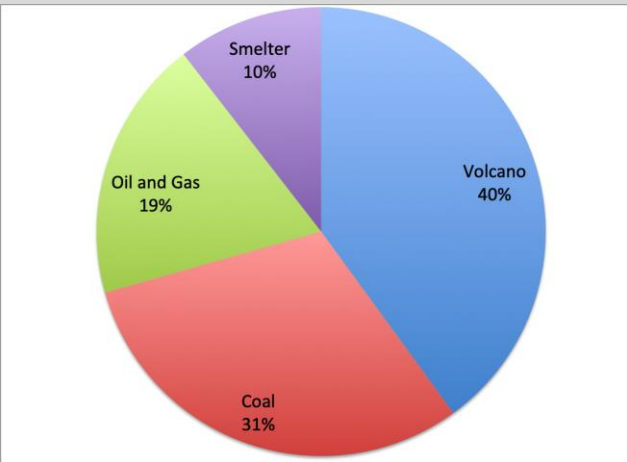
aparecen en el grupo estudiado, tomamos las fuentes más grandes para representar a las demás.

La fundidora de Norilsk (Норильск) en Rusia continúa como el mayor punto conflictivo de emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> en el mundo, seguida, por el área de Kriel en la provincia de Mpumalanga en Sudáfrica y la de Zagroz en Irán (Tabla 3). Otros lugares con alto consumo de carbón o de petróleo o gas, su refinamiento y combustión, tales como Rabigh en Arabia Saudita y Singrauli en la India han alcanzado poco a poco a los tres puntos críticos en la última década y han aumentado sus niveles contaminantes de manera dramática. Esto ha sucedido principalmente por el aumento de capacidad en combustión de carbón y el refinamiento de petróleo y su consumo así como a la lenta implementación y aceptación de estándares de emisiones más estrictos.

Algunos países como China, han puesto en marcha una regulación más estricta en cuanto a emisiones derivadas de la combustión de carbón y otros procesos industriales, lo cual ha dado pie a una reducción en las emisiones de SO<sub>2</sub> (Imagen 3).

| Fuentes        | Emisiones de SO <sub>2</sub> en 2018 (kt/año) |
|----------------|-----------------------------------------------|
| Volcanes       | 19868                                         |
| Carbón         | 15217                                         |
| Petróleo y gas | 9385                                          |
| Fundidoras     | 5216                                          |

**Tabla 1:** Sectores más grandes que contribuyen a las emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> en 2018



**Imagen 2:** Fuentes identificadas por el SMO de la NASA de emisiones de SO<sub>2</sub> (kt/año) mundialmente en 2018

**Tabla 2:** Emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> por país en 2018 calculadas por la NASA a partir de fuentes identificadas –

Top 25 de los países emisores

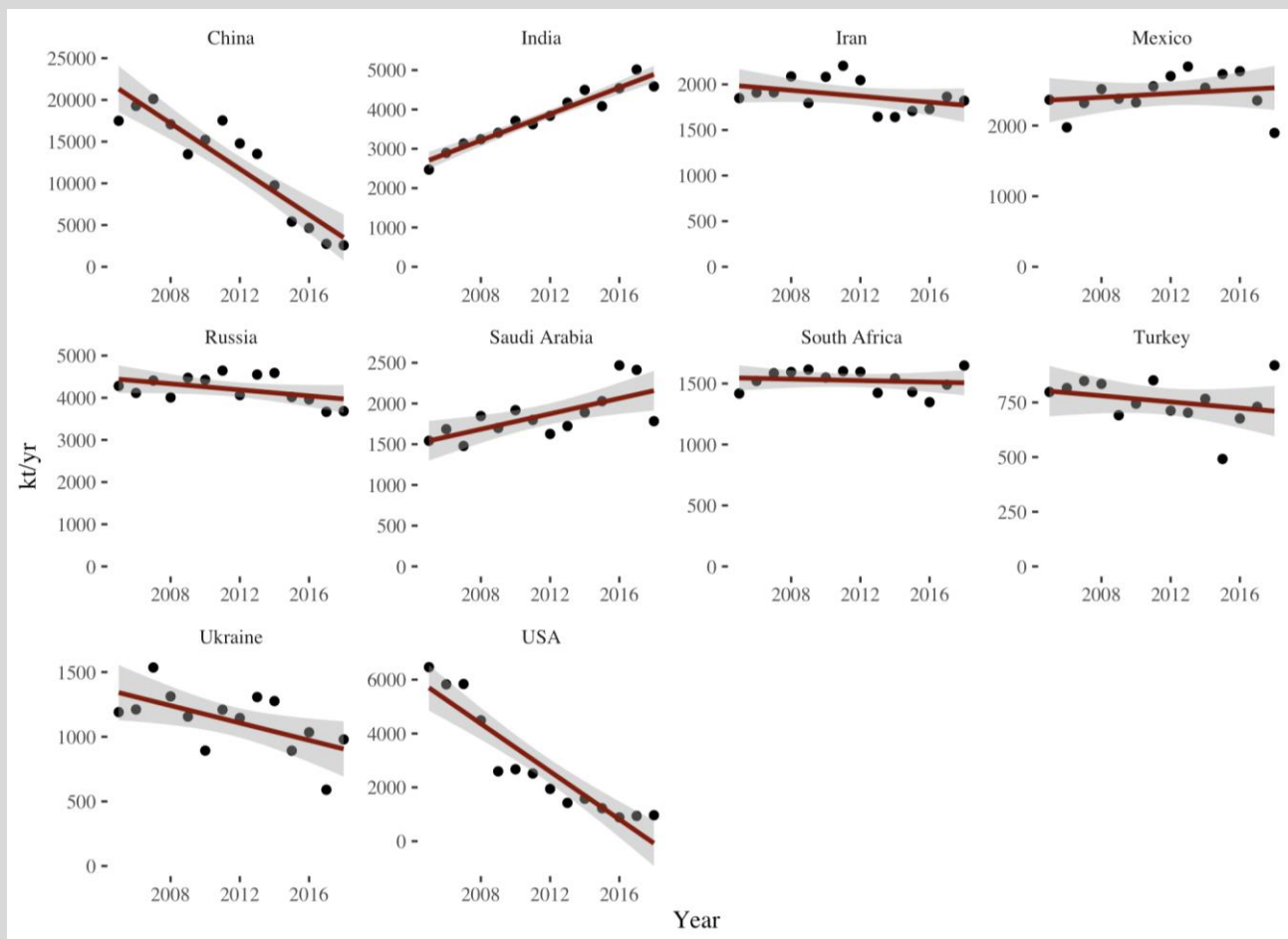
| País           | Emisiones de SO <sub>2</sub> desde puntos críticos en 2018 (kt/año) |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| India          | 4,586                                                               |
| Rusia          | 3,683                                                               |
| China          | 2,578                                                               |
| México         | 1,897                                                               |
| Irán           | 1,820                                                               |
| Arabia Saudita | 1,783                                                               |
| Sudáfrica      | 1,648                                                               |
| Ucrania        | 979                                                                 |
| E.U.           | 967                                                                 |
| Turquía        | 919                                                                 |
| Kazajistán     | 832                                                                 |
| Australia      | 696                                                                 |
| Cuba           | 637                                                                 |

| País                   | Emisiones de SO <sub>2</sub> desde puntos críticos en 2018 (kt/año) |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Emiratos Árabes Unidos | 406                                                                 |
| Qatar                  | 398                                                                 |
| Serbia                 | 394                                                                 |
| Kuwait                 | 394                                                                 |
| Uzbekistán             | 381                                                                 |
| Bulgaria               | 350                                                                 |
| Venezuela              | 340                                                                 |
| Perú                   | 305                                                                 |
| Indonesia              | 298                                                                 |
| Irak                   | 258                                                                 |
| Bosnia y Herzegovina   | 242                                                                 |
| Marruecos              | 216                                                                 |

**Tabla 3:** Top 50 de los puntos críticos de emisiones de SO<sub>2</sub> (kt/año) en todo el mundo en 2018

| Nombre del punto conflictivo | Emisiones de SO <sub>2</sub> (kt/año) |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Norilsk                      | 1898                                  |
| Kriel                        | 714                                   |
| Zagroz                       | 614                                   |
| Rabigh                       | 515                                   |
| Singrauli                    | 507                                   |
| Cantarell                    | 461                                   |
| Matimba                      | 412                                   |
| Reforma                      | 407                                   |
| Shaiba                       | 398                                   |
| Das Island                   | 397                                   |
| Neyveli                      | 393                                   |
| Sarcheshmeh                  | 384                                   |
| Talcher                      | 347                                   |
| Kemerkey                     | 340                                   |
| Ilo                          | 305                                   |
| Jharsuguda                   | 301                                   |
| Korba                        | 280                                   |
| Nikola Tesla                 | 272                                   |
| Afsin Elbistan               | 271                                   |
| Al Doha                      | 269                                   |
| Fereidoon                    | 267                                   |
| Vuglegirska                  | 265                                   |
| Mubarek                      | 243                                   |
| Lethabo                      | 243                                   |
| Tuzla (Bosnia & Herzegovina) | 242                                   |
| Majuba                       | 238                                   |

| Nombre del punto conflictivo                             | Emisiones de SO <sub>2</sub> (kt/año) |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Jose                                                     | 229                                   |
| Kutch                                                    | 228                                   |
| Chennai                                                  | 215                                   |
| Kurakhovskaya                                            | 214                                   |
| Suralaya                                                 | 213                                   |
| Mt Isa Grupo de extracción de cobre, plomo, Zinc y plata | 207                                   |
| Complejo Industrial del Este de Maritsa                  | 205                                   |
| Petalcalco                                               | 204                                   |
| Laffan                                                   | 200                                   |
| Mesaieed                                                 | 198                                   |
| Khangiran                                                | 197                                   |
| Khark Island                                             | 187                                   |
| Nicaró                                                   | 184                                   |
| Guiteras                                                 | 177                                   |
| Singapur                                                 | 175                                   |
| Visakhapatnam                                            | 171                                   |
| Tangshan                                                 | 169                                   |
| Jubail                                                   | 163                                   |
| Pavlodar                                                 | 162                                   |
| Bagdad                                                   | 158                                   |
| Ramagundam                                               | 157                                   |
| Raigarh                                                  | 154                                   |
| La Trobe Valley                                          | 151                                   |
| Yanbu                                                    | 150                                   |



**Imagen 3:** Tendencias en las emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> por país desde 2005

Los países tienen diferentes niveles de emisiones de SO<sub>2</sub> que dependen de la presencia de industrias emisoras y el nivel de exigencia y cumplimiento de las normas establecidas para las emisiones.

Las peores fuentes de contaminación por SO<sub>2</sub> se discuten más abajo; la información completa puede consultarse en el [mapa interactivo](#)<sup>13</sup>.



## **Regiones Geográficas**

**India:** India es el más grande emisor de SO<sub>2</sub> en el mundo, contribuyendo con más del 15% de las emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> provenientes de los puntos críticos detectados por la NASA. La razón principal de tal producción de emisiones es la expansión de la generación de energía eléctrica a base de carbón en la última década. La gran mayoría de las plantas en la India carecen de tecnología desulfurante de gases de escape para reducir la contaminación del aire. Las plantas termoeléctricas de Singrauli, Neyveli, Talcher, Jharsuguda, Korba, Kutch, Chennai, Ramagundam, Chandrapur y Koradi son los puntos críticos de emisiones del país.

En la India, ha habido un aumento en las emisiones de SO<sub>2</sub> en los ya existentes puntos críticos, así como también la aparición de nuevos lugares que generan emisiones alrededor del país. En un primer paso para combatir los niveles de contaminación, el Ministerio del Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático impuso límites por primera vez a las emisiones de SO<sub>2</sub> para aquellas plantas de generación de energía a base de carbón en diciembre de 2015, sin embargo, el límite para la instalación del sistema de desulfuración de gases de escape (FGD, por sus siglas en inglés) en las plantas de energía se cambió de 2017 para 2022.

**Rusia:** Las fundidoras de Norilsk en Rusia son responsables de más del 50% del total de emisiones detectadas por la NASA en todo ese país. En la mayoría de las demás ubicaciones, ha habido una pequeña reducción de emisiones en los últimos 15 años. Karabash (Карабаш), Orenburg (Оренбург), Kirovgrad (Кировград), Ufa (Уфа) y Krasnouralsk (Красноуральск) son los otros grandes puntos críticos de SO<sub>2</sub> en Rusia, que cuentan con fundidoras, refinación de gas e instalaciones de combustión de carbón para generar energía e industrias.

**China:** Al contar con la capacidad más grande en el mundo para generar energía a base de carbón, China era el más grande emisor de SO<sub>2</sub> hasta hace aproximadamente una década. Desde que empezó a instalar sistemas FGD en todo el modelo de generación de energía eléctrica, la calidad del aire ha

mejorado notablemente; aún así, China sigue siendo el tercer emisor más grande del mundo.

**México:** Los yacimientos petrolíferos del Golfo de México se encuentran entre los puntos críticos más grandes del mundo. Sus emisiones aumentaron hasta 2016, antes de caer por dos años consecutivos en 2017 y 2018. Los otros puntos críticos de emisiones de SO<sub>2</sub> en el país se encuentran en la región de refinamiento Reforma, la zona de plantas de energía de Petlacalco y la región de refinamiento y de generación de energía cerca de Tula, los cuales contribuyen en la contaminación del aire en áreas cercanas, incluyendo a la Ciudad de México.

**Sudáfrica:** La provincia de Mpumalanga en Sudáfrica no es solo el punto conflictivo más grande de contaminación por SO<sub>2</sub> en África, si no que en 2017 y 2018, el conjunto de mega plantas de energía en Nkangala, incluyendo las estaciones de energía a base de carbón en Duvha (3600 MW), Kendal (4000 MW) y Kriel (3000MW) en la región de Mpumalanga ocuparon el segundo lugar en el mundo de emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub>. Existen 12 estaciones de energía a base de carbón en la provincia, ubicadas a tan solo 100-200 km del área mayormente poblada de Sudáfrica, la región de la ciudad de Gauteng, la cual representa una preocupación enorme de salud. La generación de energía de estas plantas hace de la región de Mpumalanga el mayor punto crítico de emisiones de SO<sub>2</sub>, provenientes de la generación de energía, en todo el mundo.

**Arabia Saudita:** Esta nación es el mayor emisor de SO<sub>2</sub> en el Medio Oriente y el Norte de África (MENA, por sus siglas en inglés). Alrededor de 120 km de la provincia de Makkah, una de las más pobladas en el país, existen grandes grupos de fuentes emisoras de SO<sub>2</sub>, que incluyen a Rabigh, Shaiba y Jeddah. Las plantas de energía a base de petróleo y las refinerías de petróleo en estas ubicaciones emitieron 59% del total de emisiones de SO<sub>2</sub> de Arabia Saudita en 2018. Otras grandes fuentes son las plantas de energía y las refinerías de Jubail, Yanbu, Al Hofuf, Riyadh, Uthmaniyah, Buraydah.

**Europa:** En esta región, tres países destacan por sus emisiones de SO<sub>2</sub> - Ucrania, Serbia y Bulgaria.

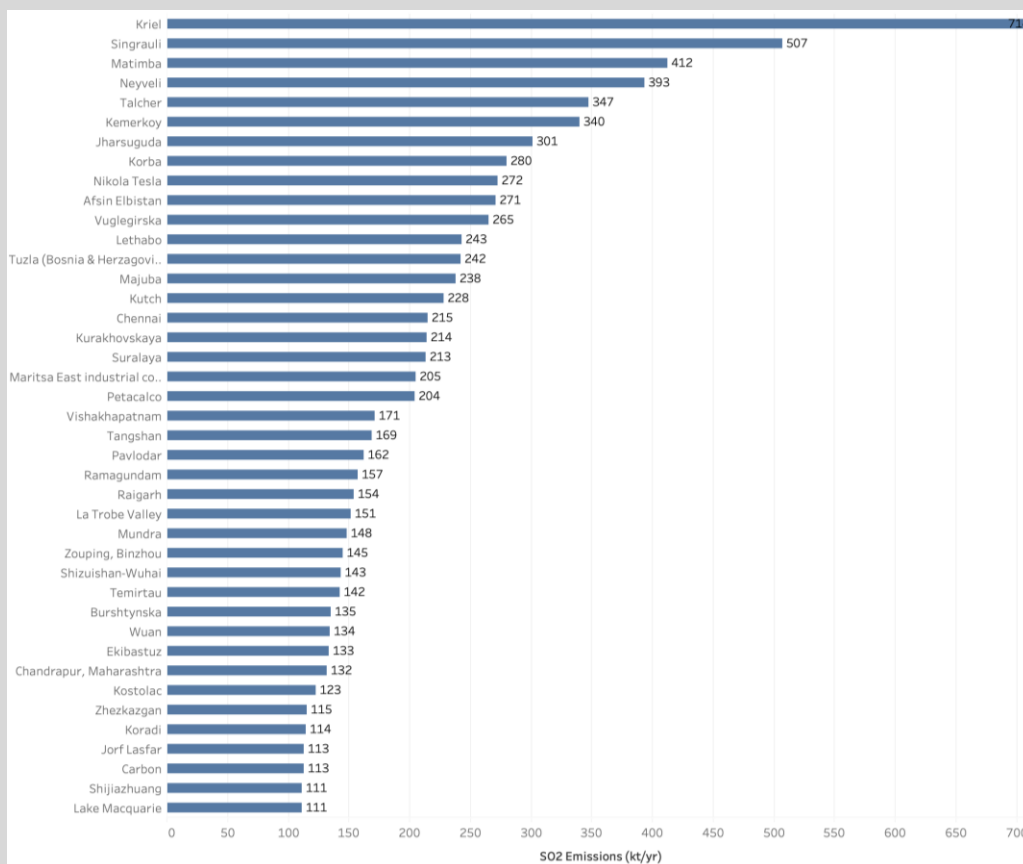
Los tres están en la lista de los 20 más grandes emisores de SO<sub>2</sub> en el mundo. Sin excepción, las plantas de energía a base de carbón son la fuente más grande de altas emisiones de SO<sub>2</sub> en los tres países. Bulgaria es el único país de la UE que ha adoptado límites más estrictos a las emisiones de SO<sub>2</sub> para las plantas de energía a base de carbón, sin embargo, continúa permitiendo a las plantas en operación que emitan mucho más de lo que permite la ley, además busca obtener excepciones a las reglas, en vez de llevar a cabo acciones para eliminar el carbón gradualmente.

**Australia:** Los puntos críticos más grandes de emisiones de SO<sub>2</sub> en Australia se encuentran en Mount Isa, Queensland, un complejo de operaciones mineras con fundidoras de plomo y cobre y en La Trobe Valley, Victoria, un grupo de plantas de energía a base carbón que se localiza a unos 100-150 kilómetros de la segunda ciudad más poblada de Australia, Melbourne. A pesar de que genera emisiones importantes de SO<sub>2</sub>, no existen hasta el momento límites estatales o nacionales para las emisiones de SO<sub>2</sub> provenientes de estaciones de energía, dejando a Australia y su sistema de

reglamentación de contaminantes por detrás de países como China, E.U. y la UE.

## Los Sectores Más Contaminantes

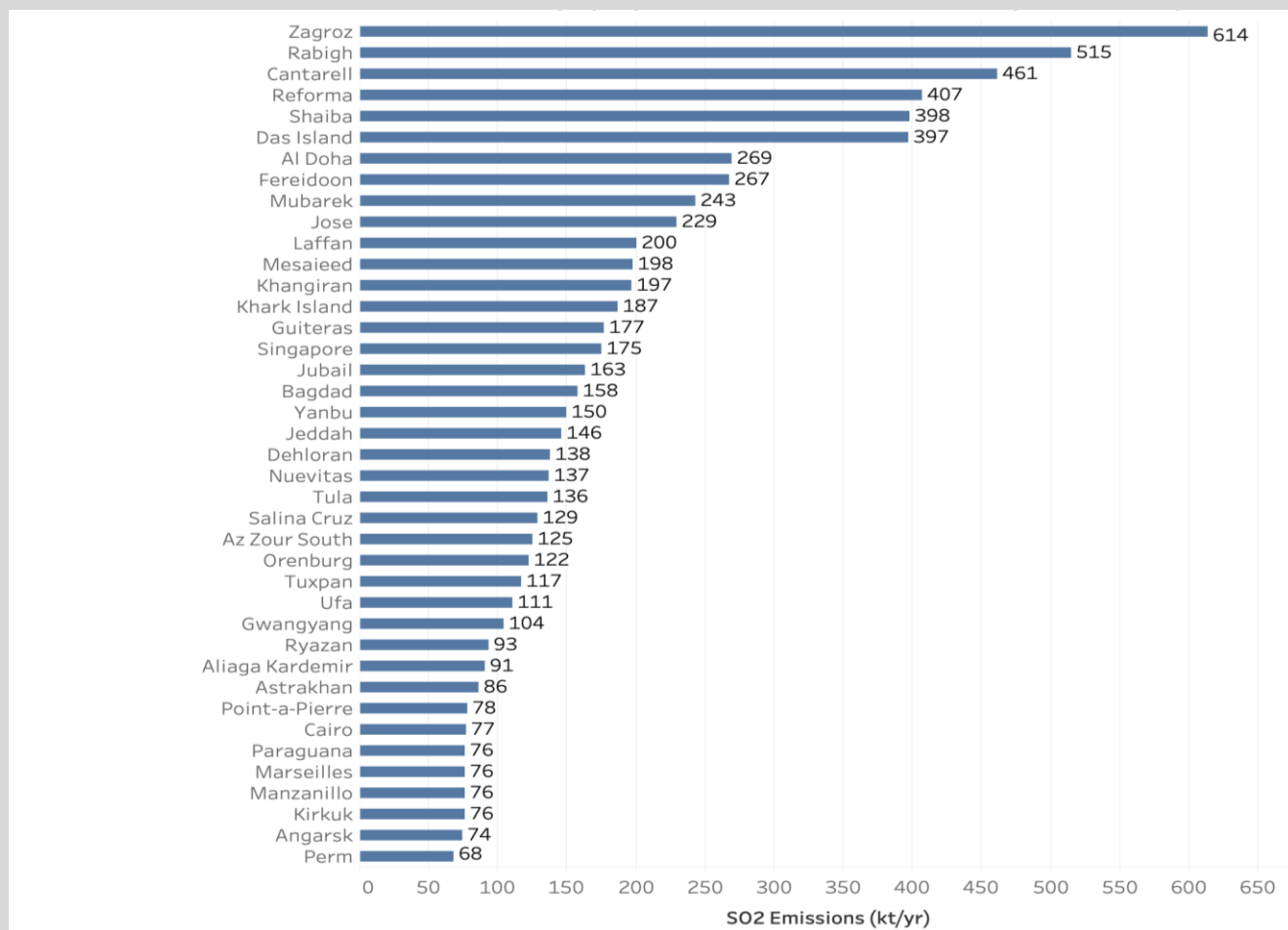
**La combustión de carbón:** Más del 51% del total de emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> se emiten en regiones donde existe alto consumo de carbón para la generación de energía e industrias. La combustión de carbón para generar energía es la fuente de emisiones más grande en estas partes del mundo, con pequeñas contribuciones por parte del consumo y el refinamiento de petróleo, fundidoras y otros. Los datos por parte del sistema MEaSUREs de la NASA, destaca que las plantas de generación de energía a base de carbón son el sector más grande en cuanto a emisiones en países como la India, China, Indonesia, Tailandia, México, Sudáfrica, Bulgaria y Australia.



**Imagen 4:** Top 40 de los puntos críticos de emisiones de SO<sub>2</sub> (kt/año) mundiales en 2018 (Carbón: Generación de energía/Industria)

En años recientes, muchas naciones y regiones, incluyendo a China, India, Sudáfrica e Indonesia, han impuesto o mejorado sus estándares de emisiones de SO<sub>2</sub> y han comenzado a utilizar tecnología desulfurante. No obstante, las reglamentaciones y su cumplimiento difieren mucho de país a país y en la mayoría de los lugares, los estándares de emisiones son todavía muy endeble para mejorar la calidad del aire sustancialmente. Esta diferencia en la reglamentación de emisiones y la eficiencia variable en los controles de contaminación por SO<sub>2</sub> tiene como resultado que las plantas de energía con la misma capacidad en diferentes regiones tengan emisiones variables.

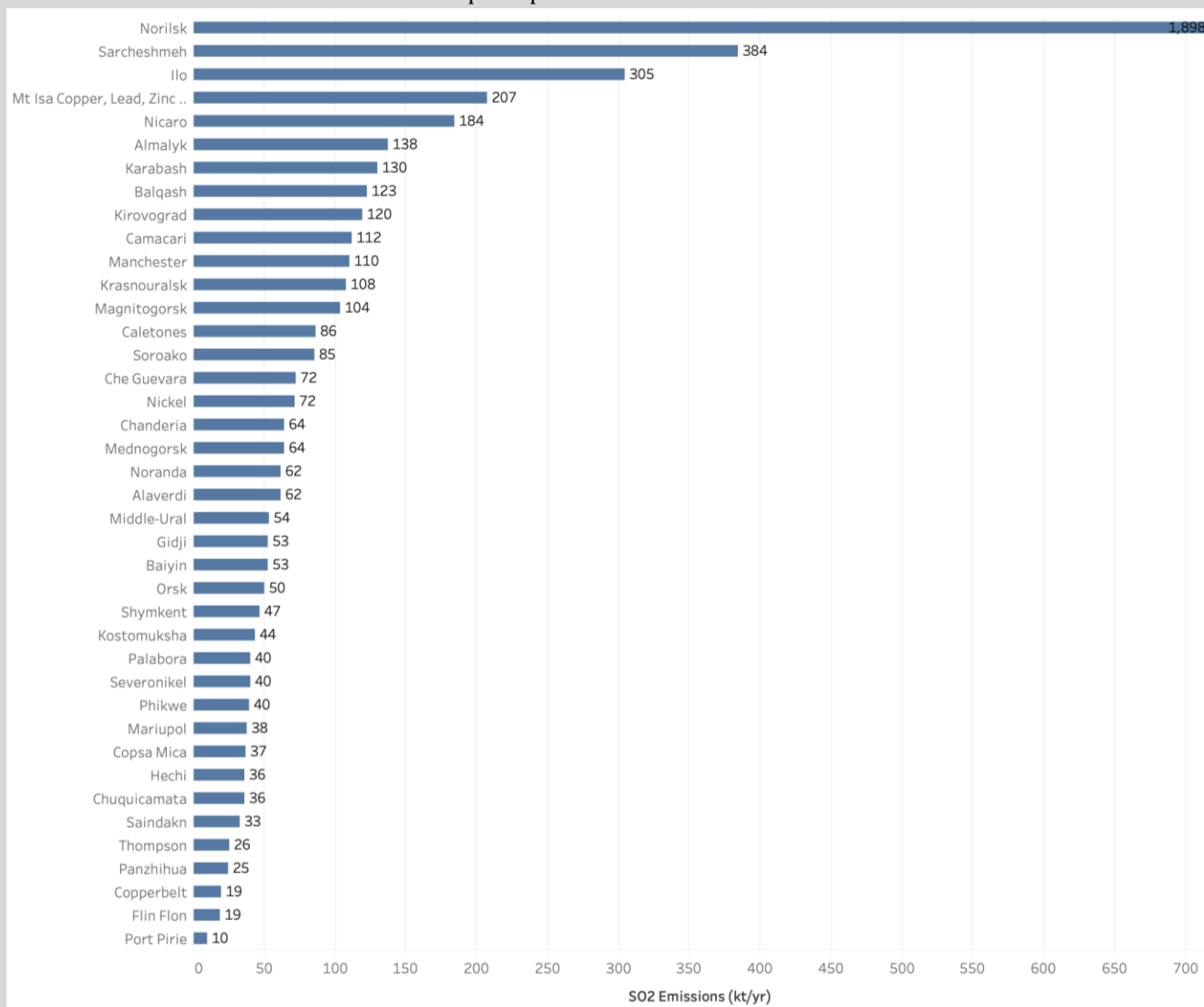
**Refinamiento de petróleo y gas/Generación de Energía:** La industria del refinamiento de petróleo y gas/generación de energía en México, Arabia Saudita, Irán, Los Emiratos Árabes Unidos (UAE por sus siglas en inglés), Rusia, Uzbekistán y Venezuela lanzan grandes cantidades de emisiones de SO<sub>2</sub> a la atmósfera. Los puntos críticos detectados por el Instrumento de Medición de Ozono (IMO) de la NASA muestra las regiones en donde se encuentran las instalaciones de refinamiento de petróleo y gas. El instrumento de medición captó más de 40 regiones en donde existen grupos de refinamiento de petróleo y procesamiento de gas. México posee algunos de los puntos críticos más altos de emisiones de SO<sub>2</sub>, provenientes de estas dos actividades, incluyendo a Cantrell, Reforma y Salina Cruz. Otros puntos críticos importantes provenientes de estas actividades se hallaron en la región de MENA.



**Imagen 5:** Top 40 de los puntos críticos de emisiones SO<sub>2</sub> (kt/año) en todo el mundo en 2018 (Petróleo y Gas)

**Fundidoras:** Las fundidoras de metales en el mundo se encuentran por lo general en grupos alrededor de minas de metales en donde el metal en bruto se puede extraer. La operación de estas fundidoras, en especial aquellas que no cuentan con sistemas de control de contaminación adecuados, emite SO<sub>2</sub> a la atmósfera y pueden detectarse por el IMO de la NASA. Las fundidoras son el principal

contribuyente de SO<sub>2</sub> en muchos de los puntos críticos más grandes que se han detectado. Los niveles de emisiones se muestran en la Imagen 6. Norilsk en Rusia sigue siendo la región con mayor cantidad de emisiones del mundo, seguida por Sarcheshmeh en Irán, Ilo en Perú, Nicaro en Cuba, Almalyk en Uzbekistán y Karabash en Rusia.



**Imagen 6:** Top 40 de los puntos críticos de emisiones de SO<sub>2</sub> (kt/año) en todo el mundo en 2018 (Fundidoras)

## Camino a seguir

La quema de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas es la fuente más grande de emisiones antropogénicas de SO<sub>2</sub> que tiene como consecuencias una mala calidad de aire y muertes prematuras en todo el mundo.

Con la identificación de los puntos críticos de emisiones de SO<sub>2</sub> en este informe, podemos mostrar la escala de la contaminación de aire en las regiones mencionadas antes y en donde se requiere implementar cambios radicales en pro del bienestar humano.

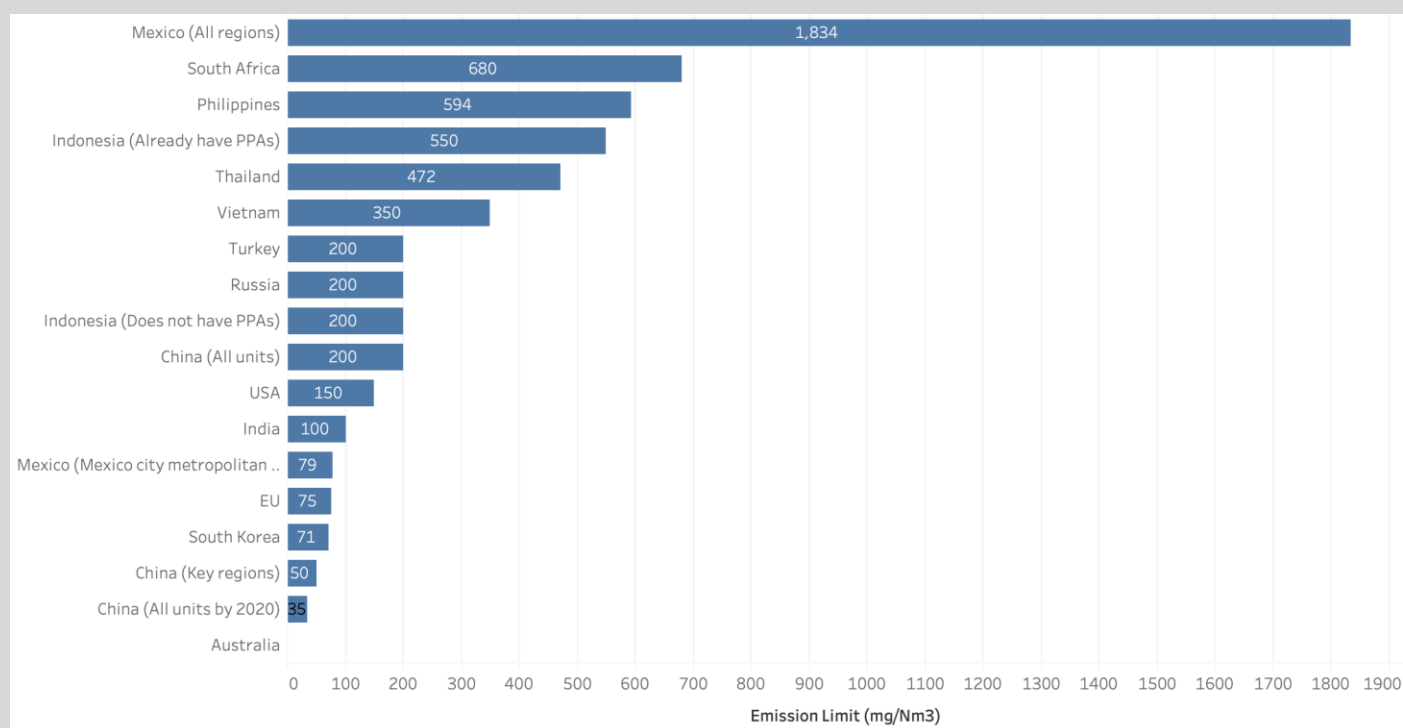
La contaminación del aire y la emergencia climática tienen en común las mismas soluciones. Las regiones donde existen puntos críticos de emisiones en todo el mundo tienen una deuda con la gente, deben parar la inversión en combustibles fósiles y cambiar a fuentes de energía seguras y más sustentables, a la vez que se reduzca el impacto de las instalaciones que siguen contaminando, con la adopción de estándares de emisiones más estrictos.

### Estándares de emisiones de plantas de energía para emisiones SO<sub>2</sub> en aquellas plantas a base de carbón (mg/Nm<sup>314</sup>)

| País                                 | Plantas Viejas/Unidades                                                       |                                                                                                        | Plantas Nuevas/Unidades                                                                                          |                                                         |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <a href="#">China</a>                | Resto de país                                                                 | 200                                                                                                    | Estándares ultra bajos de emisiones adoptados para el 2020 en todo el país. (aplica ya para las unidades nuevas) | <a href="#">35</a>                                      |
|                                      | Regiones clave                                                                | 50                                                                                                     |                                                                                                                  |                                                         |
| <a href="#">India</a>                | Unidades puestas en marcha antes de 31.12.2003                                | 600                                                                                                    | Unidades después de 1.1.2017                                                                                     | 100                                                     |
|                                      | Puestas en marcha después de 1.1.2004 hasta 31.12.2016                        | 200                                                                                                    |                                                                                                                  |                                                         |
| <a href="#">E.U.</a>                 | Plantas puestas en marcha después de 2005                                     | 160                                                                                                    | Nuevas plantas de energía                                                                                        | 60                                                      |
|                                      | Plantas puestas en marcha entre 2005-2011                                     | 190 o control de eficiencia de SO <sub>2</sub> 95%                                                     | Plantas después de 2011                                                                                          | 150 o control de eficiencia SO <sub>2</sub> control 97% |
|                                      | Plantas puestas en marcha entre 1978-2005                                     | 190 control de eficiencia de SO <sub>2</sub> 70% (carbón bajo en azufre) o 90% (carbón alto en azufre) |                                                                                                                  |                                                         |
|                                      | Plantas puestas en marcha entre 1971-1978                                     | 1500                                                                                                   |                                                                                                                  |                                                         |
| <a href="#">UE</a>                   | Plantas existentes/Unidades puestas en marcha antes de Julio 31 2017 ≥ 300 MW | 130                                                                                                    | Plantas nuevas/Unidades después de Julio 31, 2017 (aplicable a partir de 2021) ≥ 300 MW                          | 75                                                      |
|                                      | Caldera de lecho fluidizado, ≥ 300 MW                                         | 180                                                                                                    | Caldera de lecho fluidizado, ≥ 300 MW                                                                            | 75                                                      |
| <a href="#">México</a> <sup>15</sup> | Área metropolitana de la Ciudad de México, Unidades viejas                    | 1441                                                                                                   | Área metropolitana de la Ciudad de México, unidades nuevas                                                       | 79                                                      |
|                                      | Zonas críticas, Unidades viejas                                               | 2882                                                                                                   | Zonas críticas, unidades nuevas                                                                                  | 183-262                                                 |
|                                      | Resto del país, unidades viejas                                               | 5765                                                                                                   | Resto del país, unidades nuevas                                                                                  | 576- 1834                                               |
| <a href="#">Corea del Sur</a>        | Plantas puestas en marcha antes de 31.12.14                                   | 142                                                                                                    | Plantas puestas en marcha después del 01.01.15                                                                   | 71                                                      |



|                           |                                                                                                                           |                             |                                                                                                                           |     |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <a href="#">Sudáfrica</a> | Viejas plantas de energía                                                                                                 | 4760                        | Todas las plantas de energía a partir del 2025                                                                            | 680 |
| <a href="#">Tailandia</a> | Tamaño de las plantas de energía viejas > 500 MW puestas en marcha antes de 1996-2010                                     | 838                         |                                                                                                                           |     |
|                           | Tamaño de las plantas de energía viejas 300- 500 MW Antes de 1996-2010                                                    | 1179                        | Nuevo tamaño de planta > 50 MW 2010-Hoy en día                                                                            | 472 |
| <a href="#">Indonesia</a> | Ya en operación o que cuenta con permisos o PPAs antes del 23 de abril de 2019                                            | 550                         | Plantas nuevas (que no tienen PPAs hasta abril 23, 2019)                                                                  | 200 |
| <b>Filipinas</b>          | Plantas existentes                                                                                                        | 849                         | Plantas nuevas                                                                                                            | 594 |
| <a href="#">Vietnam</a>   | Plantas existentes                                                                                                        | 500                         | Plantas nuevas                                                                                                            | 350 |
| <a href="#">Rusia</a>     | Plantas existentes/Unidades instaladas antes de 2001 con capacidad de 300 GW y más (Vinculante)                           | 2000-3000                   | Para plantas de energía/Unidades instaladas después de 2001 con capacidad de 250 MW o más (Delimitante)                   | 700 |
|                           | Instalaciones autorizadas antes de 2002 y puestas en marcha antes de 2003 para una capacidad mayor a 300 MW (Recomendado) | 400                         | Instalaciones autorizadas antes de 2013 y puestas en marcha antes de 2014 para una capacidad mayor a 300 MW (Recomendado) | 200 |
| <b>Australia</b>          |                                                                                                                           | N/A                         |                                                                                                                           | N/A |
| <a href="#">Turquía</a>   | Plantas en operación antes de 2019, 100 MW ≤ Fuente calorífica por combustible ≤ 500 MW                                   | 2000 in 2004<br>400 in 2019 | Plantas nuevas que entrarán en operación en 2019, Para Unidades ≥ 300 MW                                                  | 200 |
|                           | Plantas en operación antes de 2019, Fuente calorífica por combustible ≥ 500                                               | 1000 in 2004<br>400 in 2019 |                                                                                                                           |     |



**Imagen 7:** Estándares de emisiones de plantas de energía para emisiones SO<sub>2</sub> en plantas a base de carbón (mg/Nm<sup>3</sup>)

## Anexo: Puntos críticos de emisiones & fuentes (2018) para SO<sub>2</sub> identificados por el SMO (Satélite Aura de la NASA)

| S.No. | Nombre      | País                   | Emisiones de SO <sub>2</sub> (kt/año)_2018 | Fuente principal | Comentario                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|-------------|------------------------|--------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Norilsk     | Rusia                  | 1898                                       | Fundidora        | Fundidoras Norilsk                                                                                                                                                                                                            |
| 2     | Kriel       | Sudáfrica              | 714                                        | Carbón           | Múltiples fuentes incluyendo la estación de energía Duvha (3600 MW), la estación de energía Kendal (4000 MW), la estación de energía Kriel (3000MW), etc. Total 10 plantas de energía con una producción de >1000 MW cada una |
| 3     | Zagroz      | Irán                   | 614                                        | Petróleo y Gas   | Complejo petroquímico                                                                                                                                                                                                         |
| 4     | Rabigh      | Arabia Saudita         | 515                                        | Petróleo y gas   | Planta de Energía y Grupo Industrial                                                                                                                                                                                          |
| 5     | Singrauli   | India                  | 507                                        | Carbón           | Grupo de generación de energía y extracción de carbón (las estaciones termoeléctricas de Vindhyachal , Singrauli, y Rihand)                                                                                                   |
| 6     | Cantarell   | México                 | 461                                        | Petróleo y Gas   | Yacimientos petrolíferos en el Golfo de México                                                                                                                                                                                |
| 7     | Matimba     | Sudáfrica              | 412                                        | Carbón           | Planta de energía a base de carbón, ~4000 MW                                                                                                                                                                                  |
| 8     | Reforma     | México                 | 407                                        | Petróleo y Gas   | Fábricas de petróleo y gas cerca de Reforma                                                                                                                                                                                   |
| 9     | Shaiba      | Arabia Saudita         | 398                                        | Petróleo y Gas   | Planta desalinadora y de energía y refinería de petróleo Shaiba                                                                                                                                                               |
| 10    | Das Island  | Emiratos Árabes Unidos | 397                                        | Petróleo y Gas   |                                                                                                                                                                                                                               |
| 11    | Neyveli     | India                  | 393                                        | Carbón           | Plantas de energía deNeyveli Lignite , 2740 MW (suma de las tres)                                                                                                                                                             |
| 12    | Sarcheshmeh | Irán                   | 384                                        | Fundidora        | Complejo de extracción de cobre                                                                                                                                                                                               |
| 13    | Talcher     | India                  | 347                                        | Carbón           | Grupo de plantas de energía, 3000 MW                                                                                                                                                                                          |

|    |                              |                      |     |                |                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------|----------------------|-----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | Kemerkey                     | Turquía              | 340 | Carbón         | Plantas de energía a base de carbón de Kemerkey, Yenikoy, y Yatagan en un radio de 40 km                                                                 |
| 15 | Ilo                          | Perú                 | 305 | Fundidora      | Fundidora de Ilo                                                                                                                                         |
| 16 | Jharsuguda                   | India                | 301 | Carbón         | Planta de energía y otras fábricas en el área.                                                                                                           |
| 17 | Korba                        | India                | 280 | Carbón         | Grupo de plantas de energía (planta termoeléctrica de Korba , otras fuentes)                                                                             |
| 18 | Nikola Tesla                 | Serbia               | 272 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón.                                                                                                                      |
| 19 | Afsin Elbistan               | Turquía              | 271 | Carbón         | Dos plantas de energía a base de carbón de Afsin Elbistan a 4 km una de otra y la planta de energía de Kangal a 80 km al norte.                          |
| 20 | Al Doha                      | Kuwait               | 269 | Petróleo y Gas | Plantas de energía este y oeste de Doha. También la planta de Sabya a 40 km al Este.                                                                     |
| 21 | Fereidoon                    | Arabia Saudita       | 267 | Petróleo y Gas | Yacimientos petrolíferos en el Golfo Pérsico. Señal potente de SO <sub>2</sub> .                                                                         |
| 22 | Vuglegirska                  | Ucrania              | 265 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Vuglegirska. Junto con la planta de energía de Zuevskay a 50 km al sur y la planta de Slavyanskay a 50 km al norte |
| 23 | Mubarek                      | Uzbekistán           | 243 | Petróleo y gas | Planta de procesamiento de fallas de Mubarec, otras fuentes industriales de petróleo y gas.                                                              |
| 24 | Lethabo                      | Sudáfrica            | 243 | Carbón         | La capacidad total de 3,708MW. Construcción de Lethabo inició en 1980 y en diciembre de 1990, la estación ya era operacional.                            |
| 25 | Tuzla (Bosnia & Herzegovina) | Bosnia y Herzegovina | 242 | Carbón         | Tuzla, Ugljevik y otras plantas de energía a base de carbón.                                                                                             |
| 26 | Majuba                       | Sudáfrica            | 238 | Carbón         | La planta de Majuba. Las estimaciones pueden llegar a verse afectadas por el sitio Kriel.                                                                |
| 27 | José                         | Venezuela            | 229 | Petróleo y Gas | Refinerías de petróleo pesado en José and Punta Araya                                                                                                    |
| 28 | Kutch                        | India                | 228 | Carbón         | Estación termoeléctrica de Kutch Lignite                                                                                                                 |
| 29 | Chennai                      | India                | 215 | Carbón         | Estación termoeléctrica del norte de Chennai                                                                                                             |

|    |                                                      |                |     |                |                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------|----------------|-----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30 | Kurakhovskaya                                        | Ucrania        | 214 | Carbón         | Planta de energía de Kurakhovskaya                                                                                    |
| 31 | Suralaya                                             | Indonesia      | 213 | Carbón         | Planta de Suralaya, 3400 MW, otra planta de energía y fábricas petroquímicas en el área..                             |
| 32 | Complejo minero Mt Isa de cobre, plomo, zinc y plata | Australia      | 207 | Fundidora      | Complejo minero industrial de extracción de cobre,plomo, oro y zinc.                                                  |
| 33 | Complejo industrial Maritsa East                     | Bulgaria       | 205 | Carbón         | Existen muchas plantas en el área: Maritsa East 1, Maritsa East 2, Maritsa East 3, Brikel                             |
| 34 | Petacalco                                            | México         | 204 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón                                                                                    |
| 35 | Laffan                                               | Qatar          | 200 | Petróleo y Gas | Refinería de gas laffan y otras fuentes.                                                                              |
| 36 | Mesaieed                                             | Qatar          | 198 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo y otras fuentes cerca de Mesaieed                                                               |
| 37 | Khangiran                                            | Irán           | 197 | Petróleo y Gas | Refinería de gas de Shahid Hashemmiejad (Khangiran)                                                                   |
| 38 | Khark Island                                         | Irán           | 187 | Petróleo y Gas | Plataformas petroleras. Kharg Island es la terminal principal de exportación de petróleo de Irán en el Golfo Pérsico. |
| 39 | Nicaró                                               | Cuba           | 184 | Fundidora      | Fundidora de Niquel de Nicaro, Cuba . La fuente secundaria proviene de la fundidora de Punta Gorda / Moa Bay          |
| 40 | Guiteras                                             | Cuba           | 177 | Petróleo y Gas | Plantas de Guiteras y Esta de la Habana (Petróleo)                                                                    |
| 41 | Singapur                                             | Singapur       | 175 | Petróleo y Gas | Refinería de la Corporación de Refinamiento de Singapur, 285000 bbl/al día; ¿existen otras fuentes?                   |
| 42 | Visakhapatnam                                        | India          | 171 | Carbón         | Planta de energía                                                                                                     |
| 43 | Tangshan                                             | China          | 169 | Carbón         | Planta de Douhe y grupos de producción de acero cercanas.                                                             |
| 44 | Jubail                                               | Arabia Saudita | 163 | Petróleo y Gas | Planta gasera de Wasit & la planta de energía hidráulica de Jubail                                                    |
| 45 | Pavlodar                                             | Kazajistán     | 162 | Carbón         | Tres plantas de energía en un radio de 20 km                                                                          |
| 46 | Bagdad                                               | Irak           | 158 | Petróleo y Gas | Múltiples plantas de energía y yacimientos petrolíferos en el área.                                                   |
| 47 | Ramagundam                                           | India          | 157 | Carbón         | Planta de energía                                                                                                     |

|    |                         |                |     |                |                                                                                                           |
|----|-------------------------|----------------|-----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 48 | Raigarh                 | India          | 154 | Carbón         | Planta de energía y planta de acero                                                                       |
| 49 | La Trobe Valley         | Australia      | 151 | Carbón         | Estaciones de energía de Yallourn, Loy Yang A y Loy Yang B                                                |
| 50 | Yanbu                   | Arabia Saudita | 150 | Petróleo y Gas | Compañía de Conversión de agua salada y compañía de energía y agua públicas para Jubail y Yanbu (MARAFIQ) |
| 51 | Mundra                  | India          | 148 | Carbón         | Essar y Adani UMPP además de una refinería de petróleo                                                    |
| 52 | Jeddah                  | Arabia Saudita | 146 | Petróleo y gas | Compañía de conversión de agua salada y la planta de energía de la compañía de luz Saudita.               |
| 53 | Zouping, Binzhou        | China          | 145 | Carbón         | Múltiples plantas de energía y aluminio en Zouping                                                        |
| 54 | Shizuishan-Wuhai        | China          | 143 | Carbón         | Plantas de energíaCoque/ y químicos a base de carbón.                                                     |
| 55 | Temirtau                | Kazajistán     | 142 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón y planta de acero. La señal es más fuerte en el invierno.              |
| 56 | Dehloran                | Irán           | 138 | Petróleo y gas | Yacimientos petrolíferos. Otra fuente en el área está en Khuzestan, Irán; otras fuentes.                  |
| 57 | Almalyk                 | Uzbekistán     | 138 | Fundidora      | Fundidora de cobre Almalyk                                                                                |
| 58 | Nuevitas                | Cuba           | 137 | Petróleo y Gas |                                                                                                           |
| 59 | Tula                    | México         | 136 | Petróleo y Gas | Refinería, otras fuentes.                                                                                 |
| 60 | Burshtynska             | Ucrania        | 135 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón.                                                                       |
| 61 | Wuan                    | China          | 134 | Carbón         | Industria- plantas de coque, de químicos a base de carbón y de acero.                                     |
| 62 | Ekibastuz               | Kazajistán     | 133 | Carbón         | Plantas de energía a base de carbón. La señal es más fuerte en el invierno.                               |
| 63 | Chandrapur, Maharashtra | India          | 132 | Carbón         | Plantas de energía.                                                                                       |
| 64 | Karabash                | Rusia          | 130 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Karabash                                                                            |
| 65 | Salina Cruz             | México         | 129 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo de Salina Cruz                                                                      |
| 66 | Az Zour South           | Kuwait         | 125 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica y de petróleo del sur de Az Zour South (ZSPS)                                       |

|    |                 |               |     |                |                                                                                                               |
|----|-----------------|---------------|-----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 67 | Balqash         | Kazajistán    | 123 | Fundidora      | Una fundidora de cobre grande.                                                                                |
| 68 | Kostolac        | Serbia        | 123 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón.                                                                           |
| 69 | Orenburg        | Rusia         | 122 | Petróleo y Gas | Refinería de gas y planta de energía en un radio de 20 km                                                     |
| 70 | Kirovograd      | Rusia         | 120 | Fundidora      | Fundidora de Kirovogrado                                                                                      |
| 71 | Tuxpan          | México        | 117 | Petróleo y Gas | Planta de energía y refinería de petróleo cerca de Tuxpan.                                                    |
| 72 | Zhezkazgan      | Kazajistán    | 115 | Carbón         | Fundidora de cobre. Además, otras plantas en el área.                                                         |
| 73 | Koradi          | India         | 114 | Carbón         | Estacion termoeléctrica de Koradi, 1080 MW                                                                    |
| 74 | Jorf Lasfar     | Marruecos     | 113 | Carbón         | Planta termoeléctrica de Jorf Lasfar (JLEC)                                                                   |
| 75 | Carbón          | México        | 113 | Carbón         | Plantas de energía Carbón I y II                                                                              |
| 76 | Camacari        | Brasil        | 112 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Camacari                                                                                |
| 77 | Shijiazhuang    | China         | 111 | Carbón         | Industria - coque, carbón y derivados químico/cemento/acero/plantas de energía                                |
| 78 | Ufa             | Rusia         | 111 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo. Otras plantas de petróleo en el área.                                                  |
| 79 | Lake Macquarie  | Australia     | 111 | Carbón         | Estaciones de energía de Vales Point and Eraring                                                              |
| 80 | Manchester      | Jamaica       | 110 | Fundidora      | Plantas de Bauxita. Podría no ser la posición correcta de la fuente.                                          |
| 81 | Krasnouralsk    | Rusia         | 108 | Fundidora      | Fundidora de cobre. Otras fuentes en un radio de 50 km                                                        |
| 82 | Seyitomer       | Turquía       | 107 | Carbón         | Plantas de energía a base de carbón de Seyitomer and Tuncbilek localizadas a una distancia de 36 km entre sí. |
| 83 | Hejin-Hancheng  | China         | 105 | Carbón         | Industria - coque/acero/plantas de energía.                                                                   |
| 84 | Gwangyang       | Corea del Sur | 104 | Petróleo y Gas | Planta de acero y planta de gas subterránea                                                                   |
| 85 | Liaoyang-Anshan | China         | 104 | Carbón         | Industria - acero, petróleo, químicos y fundidora.                                                            |
| 86 | Magnitogorsk    | Rusia         | 104 | Fundidora      | Magnitogorsk                                                                                                  |

|     |                        |           |    |                |                                                                                                   |
|-----|------------------------|-----------|----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 87  | Kothagudem             | India     | 95 | Carbón         |                                                                                                   |
| 88  | Zaporizhya             | Ucrania   | 95 | Carbón         | Plantas de acero y energía                                                                        |
| 89  | Ryazan                 | Rusia     | 93 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo de Ryazan. Otras fuentes en el área.                                        |
| 90  | Aliaga Kardemir        | Turquía   | 91 | Petróleo y Gas | Refinería y planta de energía de Aliaga Kardemir                                                  |
| 91  | Hunter Valley          | Australia | 91 | Carbón         | Estaciones de energía Liddell y Bayswater cerca de Muswellbrook                                   |
| 92  | Taiyuan                | China     | 91 | Carbón         | Industria - carbón, químicos y fundidora                                                          |
| 93  | Chandrapura, Jharkhand | India     | 89 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón Chandrapura, Bokaro a 25 km al oeste, otras plantas en el área |
| 94  | Caletones              | Chile     | 86 | Fundidora      | Fundidora de cobre                                                                                |
| 95  | Astrakhan              | Rusia     | 86 | Petróleo y Gas | Refinería de gas. Planta de energía en un radio de 20 km                                          |
| 96  | Wuhan                  | China     | 85 | Carbón         | Industria - acero, petróleo, químicos                                                             |
| 97  | Soroako                | Indonesia | 85 | Fundidora      | Fundidora de Niquel Soroako                                                                       |
| 98  | Bobov Dol              | Bulgaria  | 85 | Carbón         | Central eléctrica Bobov Dol                                                                       |
| 99  | Homer City             | E.U.      | 83 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Keystone y Homer City.                                      |
| 100 | Kangal                 | Turquía   | 81 | Carbón         | Planta de energía de Kangal                                                                       |
| 101 | Tuticorin              | India     | 81 | Carbón         | Planta de energía de Tuticori                                                                     |
| 102 | Durgapur               | India     | 80 | Carbón         | Planta de energía y de acero                                                                      |
| 103 | Martin Lake            | E.U.      | 79 | Carbón         | Fuente de E.U. #33, 77 kT en 2005.                                                                |
| 104 | Novocherkassk          | Rusia     | 79 | Carbón         |                                                                                                   |
| 105 | Reftinskaya            | Rusia     | 78 | Carbón         | Planta de energía de Reftinskaya                                                                  |
| 106 | Point-a-Pierre         | Trinidad  | 78 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo                                                                             |

|     |             |           |    |                |                                                                                                 |
|-----|-------------|-----------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 107 | Cairo       | Egipto    | 77 | Petróleo y Gas | Planta de energía de Shoubrah El-kheima, planta de Cairo West 7 km al noroeste                  |
| 108 | Laiwu       | China     | 77 | Carbón         | Industria – plantas de energía y acero                                                          |
| 109 | Marsella    | Francia   | 76 | Petróleo y Gas | 4 refinerías de petróleo en un radio de 20 km. También un puerto grande.                        |
| 110 | Kirkuk      | Irak      | 76 | Petróleo y Gas | Pozos petroleros Kirkuk                                                                         |
| 111 | Paraguana   | Venezuela | 76 | Petróleo y Gas | Complejo de refinamiento Paraguana , Venezuela, uno de los más grandes del mundo.(940,000 bpd)  |
| 112 | Manzanillo  | México    | 76 | Petróleo y Gas | Planta de energía y refinería de petróleo de Manzanillo                                         |
| 113 | Xisaishang  | China     | 75 | Carbón         | Industria-acero, cemento y plantas de energía                                                   |
| 114 | Kryvorizka  | Ucrania   | 75 | Carbón         |                                                                                                 |
| 115 | Angarsk     | Rusia     | 74 | Petróleo y Gas | Múltiples plantas de energía a base de carbón. La señal es más fuerte en el invierno.           |
| 116 | Mohammedia  | Marruecos | 73 | Carbón         | Planta a base de carbón de Mohammedia Marruecos.                                                |
| 117 | Che Guevara | Cuba      | 72 | Fundidora      | Fábrica de níquel Che Guevara nickel factory. Posible influencia de Nicaro.                     |
| 118 | Wagner      | E.U.      | 72 | Carbón         |                                                                                                 |
| 119 | Nickel      | Rusia     | 72 | Fundidora      | Población dedicada al Níquel y una fundidora                                                    |
| 120 | Bellari     | India     | 70 | Carbón         | Central eléctrica a base de carbón, planta de acero y otras industrias.                         |
| 121 | Belchatow   | Polonia   | 70 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón.                                                             |
| 122 | Perm        | Rusia     | 68 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo permanente. Señal muy débil, apenas por encima del nivel de sensibilidad. |
| 123 | Abadan      | Irán      | 68 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo de Abadan, otras fuentes 40 km al norte                                   |
| 124 | Dengfeng    | China     | 68 | Carbón         | Industria - cemento y planta de energía                                                         |
| 125 | Hazira      | India     | 68 | Carbón         | Planta de energía de Hazira Gseg, otras fuentes.                                                |



|     |                 |          |    |                |                                                                   |
|-----|-----------------|----------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------|
| 126 | Kota            | India    | 67 | Carbón         | Planta termoeléctrica de Kota, 1241 MW                            |
| 127 | Chanderia       | India    | 64 | Fundidora      | Fundidora de zinc y plomo de Chanderia, otras fuentes en el área. |
| 128 | Mednogorsk      | Rusia    | 64 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Mednogorsk                                  |
| 129 | Zmiivska        | Ucrania  | 63 | Carbón         | Planta de energía Zmiivska                                        |
| 130 | Topolobampo     | México   | 63 | Petróleo y Gas |                                                                   |
| 131 | Vijayawada      | India    | 63 | Carbón         | Planta de energía Vijayawada                                      |
| 132 | Surat           | India    | 62 | Carbón         | Central eléctrica Surat lignite                                   |
| 133 | Mettur          | India    | 62 | Carbón         | Termoeléctrica Mettur, 840 MW                                     |
| 134 | Noranda         | Chile    | 62 | Fundidora      |                                                                   |
| 135 | Alaverdi        | Armenia  | 62 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Alaverdi                                    |
| 136 | Bin Qasim       | Pakistán | 62 | Carbón         | Termoeléctrica de KESC Bin Qasim                                  |
| 137 | Fengcheng       | China    | 62 | Carbón         | Industria - acero, materiales de construcción y planta de energía |
| 138 | Mariel          | Cuba     | 61 | Petróleo y Gas | Planta de energía eléctrica y quema de petróleo Máximo Gómez      |
| 139 | Lambton         | Canadá   | 60 | Carbón         | Múltiples plantas de energía a base de carbón cerca de Sarnia     |
| 140 | Varna           | Bulgaria | 60 | Carbón         | Planta a base de carbón y complejo químico                        |
| 141 | Arak            | Irán     | 59 | Petróleo y Gas | Refinería y planta de Arak                                        |
| 142 | Swedieh         | Siria    | 59 | Petróleo y Gas | Planta de Swedieh , otras fuentes                                 |
| 143 | Jinzhou         | China    | 57 | Carbón         | Industria - petróleo, fundidora, cemento, planta de energía.      |
| 144 | Barrancabermeja | Colombia | 56 | Petróleo y Gas |                                                                   |
| 145 | Pingdingshan    | China    | 56 | Carbón         | Industria - acero, coque, cemento, planta de energía y químicos   |

|     |                 |                |    |                |                                                                                                                                     |
|-----|-----------------|----------------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 146 | Muskingum River | E.U.           | 56 | Carbón         | Planta a base de carbón, otras fuentes en el área.                                                                                  |
| 147 | Udupi           | India          | 54 | Carbón         | Planta de Lanco Udupi                                                                                                               |
| 148 | Mildred Lake    | Canadá         | 54 | Petróleo y Gas | Minas de arenas bituminosas con actualizadoras.                                                                                     |
| 149 | Megalópolis     | Grecia         | 54 | Carbón         | Planta cerca de Megalopolis.                                                                                                        |
| 150 | Middle-Ural     | Rusia          | 54 | Fundidora      | Fundidora de cobre de los Medios Urales, otras fábricas en un radio de 10 km.                                                       |
| 151 | Soto de Ribera  | España         | 53 | Carbón         | Planta de Soto de Ribera , España y otras 4 plantas en un radio de 60 km.                                                           |
| 152 | Gidji           | Australia      | 53 | Fundidora      | Fundidora de Níquel de Gidji Gold Roaster y West Kalgoorlie                                                                         |
| 153 | Ahvaz           | Irán           | 53 | Petróleo y Gas | Pozos petroleros en Khuzistan; Marun. El área incluye otras fuentes. Planta de Ahvaz a 30 km al nor-oeste.                          |
| 154 | Linfen          | China          | 53 | Carbón         | Plantas de Coque y energía                                                                                                          |
| 155 | Baiyin          | China          | 53 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Baiyin, otras fuentes en el área.                                                                             |
| 156 | Novokuznetsk    | Rusia          | 52 | Carbón         | Múltiples plantas, otras fábricas                                                                                                   |
| 157 | Luhansk         | Ucrania        | 51 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón en Luhansk                                                                                       |
| 158 | Shawnee         | E.U.           | 51 | Carbón         | Fuente de E.U. #82, 38 kT en 2005, otra planta (que produce aprox. 25 kT)a 10 km al oeste                                           |
| 159 | Gandhi Nagar    | India          | 51 | Carbón         | Planta a base de carbón de Gandhi Nagar                                                                                             |
| 160 | Yaroslavl       | Rusia          | 51 | Carbón         | Señal muy débil. Justo por encima del nivel de sensibilidad.                                                                        |
| 161 | Al Hofuf        | Arabia Saudita | 51 | Petróleo y Gas | Planta de separación de petróleo-gas Uthmaniah (GOSP) 6 yacimientos petrolíferos, planta de gas SHEDGUM / Compañía eléctrica Saudí. |
| 162 | Gallagher       | E.U.           | 50 | Carbón         | Planta Gallagher                                                                                                                    |
| 163 | Serov           | Rusia          | 50 | Carbón         | Planta Serov. El poblado es el centro del área minera, con lignito, hierro, bauxita y minas de oro.                                 |

|     |                 |                   |    |                |                                                                                                                                         |
|-----|-----------------|-------------------|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 164 | Orsk            | Rusia             | 50 | Fundidora      | Fundidora de Níquel de Orsk                                                                                                             |
| 165 | Farakka         | India             | 50 | Carbón         | Planta a base de carbón de Farakka                                                                                                      |
| 166 | Tianjin         | China             | 50 | Carbón         | Industria – plantas de energía, cemento, fundidora de acero.                                                                            |
| 167 | Kaiyuan, Honghe | China             | 50 | Carbón         | Industria – planta de energía, cemento y fundidora de acero.                                                                            |
| 168 | Zhanazhol       | Kazajistán        | 49 | Petróleo       | El petróleo crudo de Zhanazhol tiene un alto contenido de mercaptano y ácido sulfhídrico.                                               |
| 169 | Rockport        | E.U.              | 49 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Rockport. Otras plantas en el área.                                                               |
| 170 | Leland Olds     | E.U.              | 49 | Carbón         | Planta de Leland Olds, 4 plantas más en un radio de 35 km                                                                               |
| 171 | Moscú           | Rusia             | 48 | Carbón         | Planta a base de carbón de Moscú TEP-22, otras fuentes.                                                                                 |
| 172 | Riyad           | Arabia Saudita    | 48 | Petróleo y Gas | Planta de energía, Industria y complejo de refinerías.                                                                                  |
| 173 | Brunner Island  | E.U.              | 48 | Carbón         | Fuente de E.U. #15, 105 kT en 2005                                                                                                      |
| 174 | Choloma         | Honduras          | 47 | Petróleo y Gas |                                                                                                                                         |
| 175 | Shymkent        | Kazajistán        | 47 | Fundidora      | Existía una fundidora de plomo grande en el área hasta 2008. Una de las refinerías más grandes de Kazajistán también se encuentra aquí. |
| 176 | Changzhou-Wuxi  | China             | 47 | Carbón         | Industria – planta de energía, industria manufacturera.                                                                                 |
| 177 | Panipat         | India             | 46 | Carbón         | Estación termoeléctrica y carbón de Panipat, 1369 MW.                                                                                   |
| 178 | Shenyang        | China             | 45 | Carbón         | Industria - coque, fundidora, planta de energía.                                                                                        |
| 179 | Kostomuksha     | Rusia             | 44 | Fundidora      | Planta de separación de minerales de Kostomuksha                                                                                        |
| 180 | Novatsi         | Macedonia (FYROM) | 43 | Carbón         | Planta de energía cercana a Novatsi                                                                                                     |
| 181 | Nanticoke       | Canadá            | 43 | Carbón         |                                                                                                                                         |
| 182 | Zouk            | Líbano            | 43 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica de Zouk , Líbano                                                                                                  |

|     |                  |                 |    |                |                                                                                                                                                      |
|-----|------------------|-----------------|----|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 183 | Liaocheng        | China           | 43 | Carbón         | Industria – fundidora, planta de energía                                                                                                             |
| 184 | Raichur          | India           | 42 | Carbón         |                                                                                                                                                      |
| 185 | Bhilai           | India           | 42 | Carbón         | Planta de energía de expansión de Bhilai                                                                                                             |
| 186 | Labadie          | E.U.            | 42 | Carbón         | Fuente de E.U. #48, 56 kT en 2005                                                                                                                    |
| 187 | Mumbai           | India           | 42 | Petróleo y Gas | Planta y refinerías de petróleo de Trombay                                                                                                           |
| 188 | Cadereyta        | México          | 41 | Petróleo y Gas | Refinería Pemex Cadereyta                                                                                                                            |
| 189 | Novopolotsk      | Bielorrusia     | 41 | Petróleo y Gas | Planta a base de petróleo de Novopolotsk                                                                                                             |
| 190 | Anshun           | China           | 40 | Carbón         | cemento, fundidora, químicos y planta de energía.                                                                                                    |
| 191 | Palabora         | Sudáfrica       | 40 | Fundidora      | Palabora, mina de cobre grande, fundidora y complejo de refinerías manejado por la Compañía Minera Palabora en la provincia de Limpopo en Sudáfrica. |
| 192 | Počerady y otros | República Checa | 40 | Carbón         | Planta cerca de Most, planta de energía de Tusimice a 22 km al sur-oeste                                                                             |
| 193 | Severonikel      | Rusia           | 40 | Fundidora      | Fundidoras cerca de Monchegorsk. Señal muy débil, justo por encima del nivel de sensibilidad.                                                        |
| 194 | Xan              | Guatemala       | 40 | Petróleo y Gas |                                                                                                                                                      |
| 195 | Dongguan         | China           | 40 | Carbón         | Industria – planta de energía, industria manufacturera                                                                                               |
| 196 | Sarni            | India           | 40 | Carbón         | Estación termoeléctrica de Satpura, 1143 MW                                                                                                          |
| 197 | Linhai           | Taiwan          | 40 | Petróleo y Gas | Parque Industrial Linhai                                                                                                                             |
| 198 | Phikwe           | Botswana        | 40 | Fundidora      | Mina y fundidora de níquel y cobre.                                                                                                                  |
| 199 | Frimmersdorf     | Alemania        | 39 | Carbón         | Planta de energía Frimmersdorf, ¿existen otras fuentes?                                                                                              |
| 200 | Kheda            | India           | 39 | Carbón         | Plantas de energía y cemento                                                                                                                         |
| 201 | Parish           | E.U.            | 38 | Carbón         | Fuente de E.U. #49, 55 kT en 2005.                                                                                                                   |

|     |               |                |    |                |                                                                                                                              |
|-----|---------------|----------------|----|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 202 | Suez          | Egipto         | 38 | Petróleo y Gas |                                                                                                                              |
| 203 | Mariupol      | Ucrania        | 38 | Fundidora      | Fábricas de acero y hierro de Mariupol                                                                                       |
| 204 | Copsa Mica    | Rumania        | 37 | Fundidora      | Fundidora de zinc de Copsa Mica                                                                                              |
| 205 | Ulsan         | Corea del Sur  | 37 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo y Fábrica de químicos                                                                                  |
| 206 | Lower Silesia | Polonia        | 37 | Carbón         | PGE Elektrownia Turow                                                                                                        |
| 207 | Kyger Creek   | E.U.           | 37 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Kyger Creek y Gavin localizada a 2 km de distancia. Otra planta de energía en el área. |
| 208 | Map Ta Phut   | Tailandia      | 37 | Carbón         | Planta de Map Ta Phut , otra planta a 5 km de distancia                                                                      |
| 209 | Monroe        | E.U.           | 37 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón cerca de Detroit                                                                          |
| 210 | Isfahan       | Irán           | 37 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo de Isfahan; Planta de energía a 20 km al sur.                                                          |
| 211 | Hechi         | China          | 36 | Fundidora      | Señal fuerte entre 2005-2007. Las fundidoras de Hechi son las fuentes probables.                                             |
| 212 | Kolaghat      | India          | 36 | Carbón         | Planta termoeléctrica de Kolaghat Thermal, otras fuentes en el área.                                                         |
| 213 | Ladyzhinska   | Ucrania        | 36 | Carbón         | Planta termoeléctrica de Ladyzhinska                                                                                         |
| 214 | Chuquicamata  | Chile          | 36 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Chuquicamata                                                                                           |
| 215 | Tarong        | Australia      | 36 | Carbón         | Centrales eléctricas de Tarong y Tarong Norte                                                                                |
| 216 | Silesia       | Polonia        | 35 | Carbón         | Múltiples plantas de energía cerca de Katowice. La señal es más fuerte durante el invierno.                                  |
| 217 | Uthmaniya     | Arabia Saudita | 35 | Petróleo y Gas | Planta de procesamiento de gas de Uthmaniyah, y plantas de separación de gas-petróleo                                        |
| 218 | Hwange        | Zimbabwe       | 35 | Carbón         | Planta de Hwange                                                                                                             |
| 219 | Salamanca     | México         | 35 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo y planta de energía cerca de Salamanca                                                                 |

|     |                  |           |    |                |                                                                                                       |
|-----|------------------|-----------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 220 | Kot Addu         | Pakistán  | 35 | Petróleo y Gas | Planta de energía a base de petróleo. Refinería de petróleo a 3 km al este y planta a 30 km al norte. |
| 221 | Aqaba            | Jordania  | 35 | Petróleo y gas |                                                                                                       |
| 222 | Lahore           | Pakistán  | 34 | Petróleo y Gas | Cinco plantas de energía a base de petróleo cerca de Lahore                                           |
| 223 | Keratsini        | Grecia    | 34 | Petróleo y Gas | Otras fuentes tales como refinerías de petróleo se encuentran en el área.                             |
| 224 | Manasi           | China     | 34 | Carbón         | Planta de energía de Manasi, otras plantas de energía en el área.                                     |
| 225 | Karachi          | Pakistán  | 33 | Petróleo y Gas | Planta de energía a base de petróleo y refinería cerca de Karachi                                     |
| 226 | Saindakn         | Pakistán  | 33 | Fundidora      | Fundidora de Saindak, Pakistán                                                                        |
| 227 | Shuozhou         | China     | 32 | Carbón         | Planta cerca de Shuozhou                                                                              |
| 228 | Chengcheng       | China     | 31 | Carbón         | Planta cerca de Chengcheng                                                                            |
| 229 | Yiliang, Kunming | China     | 31 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Yangzonghai. Podría tener influencia de las plantas de Kunming. |
| 230 | Sannis           | E.U.      | 31 | Carbón         | Fuente de E.U. #12, 107 kT en 2005                                                                    |
| 231 | Xigu, Langzhou   | China     | 31 | Carbón         | Industria - petróleo, químicos, planta de energía.                                                    |
| 232 | Lacq             | Francia   | 31 | Petróleo y Gas | Yacimiento de gas de Lacq y fábrica de azufre                                                         |
| 233 | Tongshan, Xuzhou | China     | 31 | Carbón         | Industria - acero, planta de energía.                                                                 |
| 234 | Rayalaseema      | India     | 31 | Carbón         | Planta de Rayala Seema. Planta de energía a base de carbón.                                           |
| 235 | Herne            | Alemania  | 30 | Carbón         | Planta de Herne . Múltiples fuentes en el área                                                        |
| 236 | Safi             | Marruecos | 30 | Petróleo y Gas | Complejo industrial de Sidi Ghouza                                                                    |
| 237 | Shanghai         | China     | 30 | Carbón         | Múltiples plantas de energía cerca de Shanghai                                                        |
| 238 | Lipetsk          | Rusia     | 30 | Carbón         | Múltiples fuentes relacionadas con la producción de hierro.                                           |

|     |                |           |    |                |                                                                                                                                        |
|-----|----------------|-----------|----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 239 | Moron          | Venezuela | 30 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica de Planta Centro, Venezuela, oil refineries de petróleo en el área.                                              |
| 240 | Tehrán         | Irán      | 30 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica de Besat, Irán(petróleo). Refinería de petróleo a 14 km al sur. Otras fuentes son probables.                     |
| 241 | Al-Zara        | Siria     | 30 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica de Al-Zara. Meharedah a 35 km al norte.                                                                          |
| 242 | Cayirhan       | Turquía   | 29 | Carbón         |                                                                                                                                        |
| 243 | Jingxi, Baise  | China     | 29 | Carbón         | Planta de energía y de aluminio de Guangxi Xinfu                                                                                       |
| 244 | Kingston       | E.U.      | 29 | Carbón         | Fuente de E.U. #47, 56 kT en 2005                                                                                                      |
| 245 | Villa De Reyes | México    | 29 | Petróleo y Gas |                                                                                                                                        |
| 246 | Tampico        | México    | 28 | Petróleo y Gas | Refinería Pemex Ciudad Madero, Planta de energía a base de petróleo en Altamira, a unos 25 km al noroeste.                             |
| 247 | Baotou         | China     | 28 | Carbón         | Industria – acero, aluminio, fundidoras, planta de energía.                                                                            |
| 248 | Big Brown      | E.U.      | 27 | Carbón         | Fuente de E.U. #21, 91 kT en 2005                                                                                                      |
| 249 | Sines          | Portugal  | 27 | Carbón         | Central Termoelectrica de Sines                                                                                                        |
| 250 | Troitsk        | Rusia     | 27 | Carbón         |                                                                                                                                        |
| 251 | Moni           | Chipre    | 27 | Petróleo y Gas | Señal fuerte pero no es segura la ubicación exacta de la fuente. Fundidoras de cobre cerca de Troodos podrían ser fuentes adicionales. |
| 252 | Nashik         | India     | 26 | Carbón         | Estación termoeléctrica de Nasik, India                                                                                                |
| 253 | Narva          | Estonia   | 26 | Petróleo y Gas | Plantas de energía de Narva: Balti y Esti                                                                                              |
| 254 | Gorgas         | E.U.      | 26 | Carbón         | Fuente de SO <sub>2</sub> de E.U. #24, 84 kT. Compañía eléctrica de Alabama. Se encuentra con la fuente de E.U. #54                    |
| 255 | Thompson       | Canadá    | 26 | Fundidora      | Fundidora de níquel de Thompson                                                                                                        |
| 256 | Panzhihua      | China     | 25 | Fundidora      | Plantas de energía, fundidoras. La mina más grande de mineral de hierro de China.                                                      |

|     |                 |            |    |                |                                                                                                                                        |
|-----|-----------------|------------|----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 257 | Miami Fort      | E.U.       | 25 | Carbón         | Planta de energía de Miami Fort y Tanners Creek localizada a 6 km de distancia. Otra planta a base de carbón en el área.               |
| 258 | Turceni         | Rumania    | 24 | Carbón         | Rovinary, Turceni, Isalnita y otras plantas de energía a base de carbón. Fuente muy grande que puede analizarse como fuente individual |
| 259 | Neka            | Irán       | 24 | Petróleo y Gas | Planta de energía de Neka                                                                                                              |
| 260 | Nanjing         | China      | 24 | Carbón         | Planta de energía cerca de Nanjing                                                                                                     |
| 261 | Mae Moh         | Tailandia  | 24 | Carbón         | Planta de energía de Mae Moh                                                                                                           |
| 262 | Maoming         | China      | 24 | Carbón         |                                                                                                                                        |
| 263 | Bayji           | Irak       | 24 | Petróleo y Gas | Planta de energía de Bayji, Irak                                                                                                       |
| 264 | John Sevier     | E.U.       | 24 | Carbón         |                                                                                                                                        |
| 265 | Yueyang         | China      | 23 | Carbón         | Planta de energía de Huaneng Yueyang                                                                                                   |
| 266 | Anning, Kunming | China      | 23 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Huadian Kunming-II o una fuente diferente y cercana de energía.                                  |
| 267 | Zhenhai         | China      | 23 | Petróleo y Gas | Refinamiento y Químicos de Zhenhai                                                                                                     |
| 268 | Dadri           | India      | 22 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de NTPC-Dadri                                                                                       |
| 269 | Chagan Hada     | China      | 21 | Carbón         | Planta de energía de los Urales                                                                                                        |
| 270 | Bandar Abbas    | Irán       | 21 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica a base de petróleo de Bandar Abbas y fundidora de zinc a 3 km al noroeste                                        |
| 271 | Ust-Kamenogors  | Kazajistán | 21 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón                                                                                                     |
| 272 | Almaty          | Kazajistán | 21 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Almaty                                                                                           |
| 273 | Jamshedpur.     | India      | 20 | Carbón         | Planta de energía y de acero                                                                                                           |
| 274 | Ilva            | Italia     | 20 | Petróleo y Gas | Planta de acero y refinería de petróleo                                                                                                |
| 275 | Xining          | China      | 20 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón, otras fuentes cerca de Xining                                                                      |



|     |                   |             |    |                |                                                                                                          |
|-----|-------------------|-------------|----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 276 | Akola             | India       | 20 | Carbón         | Central eléctrica a base de carbón de Paras                                                              |
| 277 | Novokuybshevsk    | Rusia       | 20 | Petróleo y Gas | Refinería de Novokuybshevsk y otras fuentes                                                              |
| 278 | Majan             | Omán        | 20 | Petróleo y Gas | Fundidora de cobre. Otras fuentes (planta de energía a base de carbón, refinerías) en un radio de 30 km. |
| 279 | Copperbelt        | Zambia      | 19 | Fundidora      | Fundidoras en la región de Copperbelt                                                                    |
| 280 | Flin Flon         | Canadá      | 19 | Fundidora      | Fundidora de zinc y cobre                                                                                |
| 281 | Hadera            | Israel      | 19 | Carbón         | Central eléctrica de Hadera , otras fuentes.                                                             |
| 282 | Zhuzhou           | China       | 18 | Carbón         | Planta de energía de Zhuzhou, planta de energía de Xiangtan a 12 km al noroeste.                         |
| 283 | Drax              | Reino Unido | 18 | Carbón         | Planta de energía de Drax. Otras plantas y refinerías en un radio de 50 km.                              |
| 284 | Central Costa Sur | Puerto Rico | 18 | Petróleo y Gas | Planta de energía de la Costa Central Sur                                                                |
| 285 | Rupnagar          | India       | 18 | Carbón         | Super planta termoeléctrica de Guru Gobind Singh                                                         |
| 286 | Xiashan           | China       | 18 | Petróleo y Gas |                                                                                                          |
| 287 | Harrington        | E.U.        | 18 | Carbón         | Planta de energía de Harrington                                                                          |
| 288 | Montour           | E.U.        | 18 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón                                                                       |
| 289 | Mitchell          | E.U.        | 17 | Carbón         | Planta de energía y otras plantas en el área.                                                            |
| 290 | Puerto Libertad   | México      | 17 | Petróleo y Gas |                                                                                                          |
| 291 | Muja              | Australia   | 17 | Carbón         |                                                                                                          |
| 292 | Bhusawal          | India       | 17 | Carbón         | Central eléctrica de Bhusawal                                                                            |
| 293 | Guaymas           | México      | 17 | Petróleo y Gas | Carlos Rodríguez Rivero (Guaymas II) planta termoeléctrica                                               |
| 294 | Kahalgaon         | India       | 16 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón                                                                       |
| 295 | Neijiang          | China       | 16 | Carbón         |                                                                                                          |

|     |                  |                |    |                |                                                                                                                 |
|-----|------------------|----------------|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 296 | Zhangze          | China          | 15 | Carbón         | Planta de energía de Zhangze, y la planta de acero de Changzhi                                                  |
| 297 | Will County      | U.S.           | 15 | Carbón         | Planta de energía de Will County y otras fuentes                                                                |
| 298 | Jiaxing          | China          | 14 | Carbón         | Zhejiang Jiaxing coal power plant, other sources                                                                |
| 299 | Parli            | India          | 14 | Carbón         | Planta de energía de Parli                                                                                      |
| 300 | Jeffrey          | E.U.           | 14 | Carbón         | Central energética Jeffrey                                                                                      |
| 301 | Aghios Dimitrios | Grecia         | 14 | Carbón         | Planta de energía Aghios Dimitrios, Grecia y otras 4 plantas en el área.                                        |
| 302 | Ashkelon         | Israel         | 14 | Carbón         |                                                                                                                 |
| 303 | Fushina          | Italia         | 14 | Carbón         | Planta de energía de Fushina                                                                                    |
| 304 | Jiayuguan        | China          | 13 | Carbón         | Planta de energía y otras fuentes cerca de Jiayuguan                                                            |
| 305 | Mazatlán         | México         | 13 | Petróleo y Gas | Planta termoeléctrica José Aceves Pozos (Mazatlán II)                                                           |
| 306 | Lithgow          | Australia      | 13 | Carbón         | Central eléctrica de Mount Piper                                                                                |
| 307 | Karachaganak     | Kazajistán     | 13 | Petróleo y Gas | Yacimiento petrolífero y de gas de Karachaganak                                                                 |
| 308 | Guayama          | Puerto Rico    | 12 | Carbón         | Central eléctrica deGuayama - Alstom. Señal importante pero podría provenir de una ubicación un poco diferente. |
| 309 | Jinchang         | China          | 12 | Carbón         | Planta de energía de Jinchang y fundidora Jinchang (Tongling II). Planta Yongchang localizada a 20 km al sur .  |
| 310 | Guangan          | China          | 12 | Carbón         | Planta de energía de Guangan                                                                                    |
| 311 | Ciudad Juárez    | México         | 12 | Petróleo y Gas | Planta de energía cerca de Ciudad Juárez                                                                        |
| 312 | Teruel-Andorra   | España         | 11 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón                                                                              |
| 313 | Jinzhushan       | China          | 11 | Carbón         | Planta de energía de Jinzhushan                                                                                 |
| 314 | Buraydah         | Arabia Saudita | 11 | Petróleo y Gas | Central eléctrica de Qassim/Compañía Saudita de Electricidad                                                    |

|     |                    |                        |    |                |                                                                   |
|-----|--------------------|------------------------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------|
| 315 | Ryazanskaja        | Rusia                  | 11 | Carbón         | Planta de energía de Ryazanskaja                                  |
| 316 | Compostilla        | España                 | 10 | Carbón         | Planta de energía . Otras plantas de energía en un radio de 70 km |
| 317 | Valero             | Aruba                  | 10 | Petróleo y Gas | Refinería Valero Aruba (275000 bbl/día)                           |
| 318 | Tianshan, Wulumuqi | China                  | 10 | Carbón         | Planta de Hongyanchi y otras plantas en el área                   |
| 319 | Port Pirie         | Australia              | 10 | Fundidora      | Fundidora de Port Pirie                                           |
| 320 | Tsumeb             | Namibia                | 9  | Fundidora      | Fundidora de cobre de Tsumeb                                      |
| 321 | Habshan            | Emiratos Árabes Unidos | 9  | Petróleo y Gas | Yacimiento petrolífero de Habshan                                 |
| 322 | Dalian             | China                  | 8  | Carbón         | Planta de energía de Huaneng Dalian                               |
| 323 | Monticello         | E.U.                   | 8  | Carbón         | Fuente de E.U. #28, 80 kT en 2005                                 |
| 324 | Khetri             | India                  | 8  | Fundidora      | Complejo de cobre de Khetri (KCC)                                 |
| 325 | Fushuizhen         | China                  | 8  | Carbón         | Planta de energía cerca de Fushuizhen                             |
| 326 | Puertollano        | España                 | 7  | Carbón         | Planta de Puertollano, Spain, otras fuentes                       |
| 327 | Gibson             | E.U.                   | 7  | Carbón         | Planta de energía de Gibson                                       |
| 328 | Luohuang           | China                  | 7  | Carbón         | Planta de Huaneng Luohuang                                        |
| 329 | Stanwell           | Australia              | 7  | Carbón         |                                                                   |
| 330 | Rudny              | Kazajistán             | 6  | Fundidora      | Fundidora de hierro de Rudny, Kazajistán                          |
| 331 | Iranshar           | Irán                   | 6  | Petróleo y Gas | Planta de energía de Iranshar                                     |
| 332 | Chesterfield       | E.U.                   | 6  | Carbón         | Fuente de E.U. #30 Planta de Dominion-Chesterfield, 78 kT en 2005 |
| 333 | Datong             | China                  | 6  | Carbón         | Múltiples plantas de energía en el área                           |
| 334 | Qianbei            | China                  | 6  | Carbón         |                                                                   |
| 335 | Cienfuegos         | Cuba                   | 5  | Petróleo y     | Planta de energía de Cienfuegos                                   |

|     |              |           |   |                |                                                                                                                                      |
|-----|--------------|-----------|---|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |              |           |   | Gas            |                                                                                                                                      |
| 336 | Tablazo      | Venezuela | 5 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo de Tablazo                                                                                                     |
| 337 | As Pontes    | España    | 5 | Carbón         | Planta de energía. Una planta de energía más pequeña se halla a 50 km de distancia.                                                  |
| 338 | Kiev         | Ucrania   | 5 | Petróleo y Gas | Planta de energía de Kyiv-5 , otras fuentes                                                                                          |
| 339 | Bowen        | E.U.      | 5 | Carbón         | Fuente SO <sub>2</sub> de E.U. #1, 186 kT Compañía Eléctrica de Georgia, Bowen Steam-Elect.                                          |
| 340 | Cayuga       | E.U.      | 4 | Carbón         | Fuente de E.U.#31, 78 kT en 2005                                                                                                     |
| 341 | Suratgarh    | India     | 3 | Carbón         | Super planta termoeléctrica de Suratgarh                                                                                             |
| 342 | Qingzhen     | China     | 3 | Fundidora      | Múltiples fuentes cerca de Qingzhen. Señal fuerte e importante pero no se sabe con certeza la ubicación exacta ni el tipo de fuente. |
| 343 | Conesville   | E.U.      | 3 | Carbón         | Fuente de E.U. #13, 107 kT en 2005                                                                                                   |
| 344 | Ufaleynikel  | Rusia     | 2 | Fundidora      | Fundidora de níquel de Ufaleynikel                                                                                                   |
| 345 | Sundance     | Canadá    | 2 | Carbón         | Planta de energía de Sundance, otras plantas cerca de Edmonton                                                                       |
| 346 | Yuanbaoshan  | China     | 2 | Carbón         |                                                                                                                                      |
| 347 | Isla         | Curacao   | 2 | Petróleo y Gas | Refinería de petróleo de Isla                                                                                                        |
| 348 | Dushanzi     | China     | 1 | Carbón         | Planta de Dushanzi                                                                                                                   |
| 349 | Ballsh       | Albania   | 1 | Petróleo y Gas |                                                                                                                                      |
| 350 | Toos         | Irán      | 1 | Petróleo y Gas |                                                                                                                                      |
| 351 | Dalong       | China     | 0 | Carbón         | Planta de Guizhou Dalong                                                                                                             |
| 352 | Severodvinsk | Rusia     | 0 | Petróleo y Gas | Planta de Severodvinsk                                                                                                               |
| 353 | Patnow       | Polonia   | 0 | Carbón         | Plantas de energía de Patnow y Konin                                                                                                 |

|     |                 |                      |   |                |                                                                             |
|-----|-----------------|----------------------|---|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 354 | Mazovia         | Polonia              | 0 | Carbón         | Planta de energía deKozienice                                               |
| 355 | Le Havre        | Francia              | 0 | Carbón         | ¿Hay una planta de energía en Le Havre?                                     |
| 356 | Novaky          | Eslovaquia           | 0 | Carbón         | Planta de Novaky                                                            |
| 357 | Kalatongke      | China                | 0 | Fundidora      | Fundidora de níquel y cobre de Kalatongke                                   |
| 358 | Sudbury         | Canadá               | 0 | Fundidora      | Fundidora de níquel grande                                                  |
| 359 | Plomin          | Croacia              | 0 | Carbón         | Planta de energía de Plomin                                                 |
| 360 | Kakanj          | Bosnia y Herzegovina | 0 | Carbón         |                                                                             |
| 361 | Bor             | Serbia               | 0 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Bor                                                   |
| 362 | Jilin           | China                | 0 | Petróleo y Gas | Refinería química de CNCP (PetroChina) Jilin                                |
| 363 | Toksun Mahatma  | China                | 0 | Carbón         | Planta de Toksun Mahatma                                                    |
| 364 | Eastlake        | E.U.                 | 0 | Carbón         |                                                                             |
| 365 | Ed Edwards      | E.U.                 | 0 | Carbón         | Planta de Ed Edwards                                                        |
| 366 | Tuoketuo        | China                | 0 | Carbón         | Planta de Ed Edwards                                                        |
| 367 | Pekín           | China                | 0 | Carbón         | Planta de energía de Pekín. Podría existir una fuente diferente en el área. |
| 368 | Hatfields Ferry | E.U.                 | 0 | Carbón         | Planta de energía                                                           |
| 369 | Kirikkale       | Turquía              | 0 | Petróleo y Gas | Refinería de TuriKirikkale                                                  |
| 370 | Harding Street  | E.U.                 | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #57, 49 kT en 2005                                           |
| 371 | Suancigou       | China                | 0 | Carbón         | Planta de energía de Chimney Suancigou gangue, múltiples plantas de energía |
| 372 | Pego            | Portugal             | 0 | Carbón         | Planta de energía de Pego                                                   |
| 373 | Sioux           | E.U.                 | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #52, 51 kT en 2005                                           |

|     |              |       |   |                |                                                                                                |
|-----|--------------|-------|---|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 374 | Clifty Creek | E.U.  | 0 | Carbón         |                                                                                                |
| 375 | Stuart       | E.U.  | 0 | Carbón         | Fuente de E.U.#14, 106 kT en 2005                                                              |
| 376 | John Atmos   | E.U.  | 0 | Carbón         | Planta de energía de John Atmos                                                                |
| 377 | Morgantown   | E.U.  | 0 | Carbón         | Planta de energía de Morgantown                                                                |
| 378 | Tabriz       | Irán  | 0 | Petróleo y Gas |                                                                                                |
| 379 | Dezhou       | China | 0 | Carbón         | Planta de energía de Huaneng Dezhou                                                            |
| 380 | Paradise     | E.U.  | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #23 TVA, 84 kT en 2005                                                          |
| 381 | Clinch River | E.U.  | 0 | Carbón         | Fuente muy pequeña – justo por encima del nivel de ruido                                       |
| 382 | San Juan     | E.U.  | 0 | Carbón         |                                                                                                |
| 383 | Roxboro      | E.U.  | 0 | Carbón         | Planta de energía a base de carbón de Roxboro                                                  |
| 384 | Belews Creek | E.U.  | 0 | Carbón         | Planta de energía de Belews Creek                                                              |
| 385 | Aleppo       | Siria | 0 | Petróleo y Gas | Planta de energía de Aleppo                                                                    |
| 386 | Johnsonville | E.U.  | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #36 , 75 kT en 2005                                                             |
| 387 | Marshall     | E.U.  | 0 | Carbón         | Fuente de SO <sub>2</sub> de E.U.#19, 101 kT en 2005. Compañía de Energía Duke-Marshall Steam. |
| 388 | Zouxian      | China | 0 | Carbón         | Planta de energía de Zouxian                                                                   |
| 389 | Qinbei       | China | 0 | Carbón         |                                                                                                |
| 390 | Colbert      | E.U.  | 0 | Carbón         | Fuente de E.U.#79, 38 kT en 2005.                                                              |
| 391 | Xinan        | China | 0 | Carbón         |                                                                                                |
| 392 | Huxian       | China | 0 | Carbón         | Planta de energía cerca de Huxian                                                              |
| 393 | Chovar       | Irán  | 0 | Petróleo y Gas |                                                                                                |

|     |                |        |   |                |                                                                                                                                              |
|-----|----------------|--------|---|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 394 | Wansley        | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #18 Compañía de Electricidad de Georgia Wansley Steam-Ele, 102 kT en 2005. Planta de energía de Yates (67 kt) 20 km al Este.  |
| 395 | Georgetown     | E.U.   | 0 | Carbón         |                                                                                                                                              |
| 396 | Ernest Gaston  | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de SO <sub>2</sub> de E.U. #7, 128 kT en 2005, Compañía Eléctrica de Alabama. Planta generadora de energía Ernest C. Gaston           |
| 397 | Harllee Branch | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de SO <sub>2</sub> de E.U. #22, 91 kT en 2005. Compañía Eléctrica de Georgia Branch Steam- Elec. Se ajusta con la fuente de E.U. #26. |
| 398 | Scherer        | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #26 Compañía Eléctrica de Georgia Scherer Steam-Ele, 83 kT en 2005                                                            |
| 399 | Pingwei        | China  | 0 | Carbón         |                                                                                                                                              |
| 400 | Yangzhou       | China  | 0 | Carbón         |                                                                                                                                              |
| 401 | Barry          | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #51 Compañía Eléctrica de Alabama , 54 kT en 2005                                                                             |
| 402 | Big Cajun      | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #70, 42 kT in 2005. Planta de energía Big Cajun 2                                                                             |
| 403 | Sadow          | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #53, 51 kT en 2005                                                                                                            |
| 404 | Sonora         | México | 0 | Fundidora      | Fundidora de cobre Nacozari de Garcia, Sonora (La Caridad)                                                                                   |
| 405 | Bandar Imam    | Irán   | 0 | Carbón         | Complejos petroquímicos en Bandar Imam de y planta de energía. Otras fuentes.                                                                |
| 406 | Bidoo          | Irán   | 0 | Petróleo y Gas | Combustión de gas y petróleo cerca de Bidoo                                                                                                  |
| 407 | Qianqingzhen   | China  | 0 | Carbón         | Planta de energía cerca de Qianqingzhen                                                                                                      |
| 408 | Crystal River  | E.U.   | 0 | Carbón         | Fuente de E.U. #17, 103 kT en 2005                                                                                                           |
| 409 | Guixi, Yingtan | China  | 0 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Jiangxi                                                                                                                |
| 410 | Nayong         | China  | 0 | Carbón         | Planta de energía de Nayong                                                                                                                  |

|     |                    |           |   |                |                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|--------------------|-----------|---|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 411 | Al Shaheen         | Qatar     | 0 | Petróleo y Gas | Yacimiento petrolífero de Al Shaheen. Fuente pequeña pero detectable rodeada de otras fuentes.                                                                                                                  |
| 412 | Kaili, Qiandongnan | China     | 0 | Carbón         | ¿Se encuentra alguna fuente en Qiandongnan?                                                                                                                                                                     |
| 413 | Unchahar           | India     | 0 | Carbón         |                                                                                                                                                                                                                 |
| 414 | Qujing             | China     | 0 | Carbón         | Planta a base de carbón de Qujing, China                                                                                                                                                                        |
| 415 | Diandong           | China     | 0 | Carbón         | Planta de energía de Hueneng Diandong , otras fuentes.                                                                                                                                                          |
| 416 | Shaogua            | China     | 0 | Carbón         | Planta de Shaoguan                                                                                                                                                                                              |
| 417 | Heshan             | China     | 0 | Carbón         | Plantas de energía de Heshan y Laibin                                                                                                                                                                           |
| 418 | Barrackpore        | India     | 0 | Carbón         |                                                                                                                                                                                                                 |
| 419 | Minatitlán         | México    | 0 | Petróleo y Gas | Refinería General Lázaro Cárdenas del Río, otras refinerías de petróleo en el área.                                                                                                                             |
| 420 | Tacoa              | Venezuela | 0 | Carbón         | Tacoa                                                                                                                                                                                                           |
| 421 | Sergipe            | Brasil    | 0 | Petróleo y Gas | Yacimiento petrolífero de Sergipe. Señal muy débil. Justo por encima del nivel de sensibilidad.                                                                                                                 |
| 422 | La Oroya           | Perú      | 0 | Fundidora      | Fundidora de metales de Doe Run, en La Oroya, Perú. Operaciones suspendidas temporalmente en agosto 2009<br><a href="http://archive.livinginperu.com/news/12256">http://archive.livinginperu.com/news/12256</a> |
| 423 | Potrerrillos       | Chile     | 0 | Fundidora      | Fundidora de cobre de Potrerillos                                                                                                                                                                               |



# Notas Finales

<sup>i</sup> <https://bit.ly/30inNie>

<sup>2</sup> Schraufnagel et al., [Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution](#). Chest, 155 (2) (2019), pp. 409-416

<sup>3</sup> Dandona et al., [Nations within a nation: variations in epidemiological transition across the states of India, 1990–2016 in the global burden of disease study](#). Lancet. 390(10111) (2017), pp 2437–60

<sup>4</sup> Banco Mundial e Instituto de Métrica y Evaluación para la Salud. 2016. [The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action](#). Washington, DC: Banco Mundial. Permiso: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO, Accedido: [10, Junio, 2019]

<sup>5</sup> Partícula con un diámetro aerodinámico de alrededor de 2.5 µm (por decir algo)

<sup>6</sup> <http://www.rapidshift.net/air-pollution-is-slowly-killing-us-all-new-global-study-claims/>

<sup>7</sup> Huang, R.-J. et al. Alta contribución secundaria en contaminación de partículas durante eventos de mucha bruma en China. Nature 514, (2014), 218–222

<sup>8</sup> Chakraborty, A., Gupta, T. & Tripathi, S. N. Composición química y características de aerosoles de ambiente y residuos pluviales durante la temporada de monsoon en India: Estudio de la espectrometría de masa de los aerosoles. Atmos. Environ. 136, (2016), 144–155

<sup>9</sup> Wang, G. et al. Formación constante de sulfatos en la niebla de Londres hasta la neblina de China. Proc. Natl. Acad. Sci. 113, (2016), 13630–13635

<sup>10</sup> Fioletov, et al., Emisiones SO<sub>2</sub> provenientes de muchas fuentes, su información y constancia en las mediciones de satélite y superficie contando con emisiones reportadas, Atmos. Chem. Phys., 17, (2017), 12597-12616, DOI: 10.5194/acp-17-12597-2017

<sup>11</sup> Catálogo global de fuentes grandes de SO<sub>2</sub> y emisiones derivadas del monitoreo del SMO de la NASA, <https://docserver.gesdisc.eosdis.nasa.gov/public/project/MEaSURES/Krotkov/README.MSAQSO2L4.pdf>

<sup>12</sup> Excluyendo fuentes volcánicas, Base de datos originales de la NASA

[https://so2.gsfc.nasa.gov/kml/OMI\\_Catalogue\\_Emissions\\_AMF\\_S20km\\_2005-2018\\_T1.xlsx](https://so2.gsfc.nasa.gov/kml/OMI_Catalogue_Emissions_AMF_S20km_2005-2018_T1.xlsx) (10 May 2019)

Fioletov et al., Multi-Satellite Air Quality Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>) Database Long-Term L4 Global V1, Greenbelt, MD, USA, Goddard Earth Science Data and Information Services Center (GES DISC), (2019) <https://doi.org/10.5067/MEASURES/SO2/DATA403>

<sup>13</sup> <https://bit.ly/30inNie>

<sup>14</sup> Convertidas de otras unidades como se requirió. La mayoría de los países normalizan el contenido de oxígeno del gas de escape a un 6% o 7%, y una temperatura de 0°C o 25°C; esto marca una diferencia de menos del 10% y no ha sido unificada. Sudáfrica utiliza un contenido de oxígeno de referencia del 10% el cual se ha convertido al 6%

<sup>15</sup> NOM-085-SEMARNAT-2011