



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias Marinas

Especialidad en Gestión Ambiental

“Caracterización de industrias emisoras de contaminantes atmosféricos en el
Centro de Población de Ensenada, Baja California”

TRABAJO TERMINAL

Que para obtener el diploma de

ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presenta

Michelle Gobera Valeriano

Ensenada, Baja California, agosto 2022

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ciencias Marinas
Especialidad en Gestión Ambiental

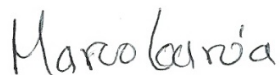
“Caracterización de industrias emisoras de contaminantes atmosféricos en el
Centro de Población de Ensenada, Baja California”

TRABAJO TERMINAL
Que para obtener el diploma de
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL

APROBADO POR



Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera
Directora



Dr. Marco Antonio García Zarate

Sinodal



Dr. Hiram Rivera Huerta

Sinodal

AGREDECIMIENTOS

Tengo tanto y a tantos que agradecer que las palabras no son suficientes. Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo para la realización de este programa de posgrado mediante el otorgamiento de la beca manutención. A la Universidad Autónoma de Baja California, al IMIP Ensenada, por facilitarme los datos para realizar mi trabajo terminal.

Se podría decir que llegue como un lienzo en blanco, gracias a mis profesores se fue dibujando, gracias a mis sinodales se fue pintando, y finalmente fue terminado por mi grupo de compañeros que no pude haber deseado uno mejor, que, si bien no éramos muchos, dicen por ahí que más vale calidad que cantidad. Fue un año de aprendizajes, de nuevas experiencias, fue totalmente diferente a lo que haya vivido antes, formar parte de la Facultad de Ciencias Marinas me hizo darme cuenta de lo que es el compañerismo.

Gracias al cuerpo académico de la Especialidad en Gestión Ambiental por haberme dado la oportunidad de mi vida. Enormes gracias a mi directora de tesis y tutora, Dra. Claudia Leyva Aguilera, por los grandes esfuerzos, por las reuniones semanales que me orientaron en este camino, gracias a mis sinodales, Dr. Marco Antonio García Zarate y Dr. Hiram Rivera Huerta, los admiro y respeto a los tres, gracias por haber aceptado ser parte de mi comité, sin ustedes este trabajo no sería lo que es.

Gracias a mis profesores, que entregaron todo en cada clase, fueron una parte fundamental de mi formación. A mis compañeros, Frida Pérez, Daniela Guerrero, Gerardo Ortiz y Héctor Cortes, por su amistad, y a Rebeca Moreno Santoyo, te volviste una gran amiga para mí, gracias por tus consejos, por motivarme e impulsarme. Gracias a mi novio porque siempre creíste en mí y me apoyaste en todo, gracias a mi madre por tus palabras y por siempre estar tan orgullosa de mí, hoy soy lo que soy gracias a ti. Les estoy sumamente agradecida a todos.

Índice de Contenido

I. Introducción	1
Instrumentos de política ambiental	4
II. Antecedentes	7
III. Área De Estudio	10
IV. Objetivos	13
4.1 General	13
4.2 Particulares	13
V. Marco conceptual	14
Efectos de la actividad industrial sobre el clima	16
VI. Metodología	17
VII. Resultados y discusiones	21
7.1 Base de datos	21
CENSO 2015	24
7.2 Sustancias encontradas	28
7.3 Relación con la población	45
VIII. Conclusión	49
IX. Referencias	50
X. Anexos	61

Índice de tablas

Tabla 1. Emisiones atmosféricas por los sectores productivos de los años 2010 al 2020.	3
Tabla 2. Listado de industrias identificadas en el RETC.	5
Tabla 3. Industrias emisoras de contaminantes del CENSO 2015.	6
Tabla 4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire	24
Tabla 5. Población afectada dentro de la zona aledaña a la fuente contaminante.	26
Tabla 6. AGEB en el área de El Sauzal que coinciden con industrias y riesgo antropogénico.	28

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	15
Figura 2. Emisiones atmosféricas de los sectores productivos durante los años 2010 al 2020	4
Figura 3. Industrias en el censo de 2015 de IMIP.	6
Figura 4. Industrias emisoras de contaminantes atmosféricos en el CPE.	9
Figura 5. Bióxido de carbono emitido a lo largo de los años 2004 al 2017 en el CPE.	12
Figura 6. Bióxido de Carbono emitido en el CPE en el año 2007	13
Figura 7. Bióxido de carbono emitido en el CPE en el año 2010.	14
Figura 8. Bióxido de Carbono emitido por la planta de CEMEX del 2004 al 2013.	16
Figura 9. Emisiones de Bióxido de carbono de la empresa CEMEX en el año 2013 en CPE.	16
Figura 10. Cloruro de metileno emitido a lo largo de los años 2009 al 2020 en el CPE.	17
Figura 11. Bióxido de nitrógeno emitido a lo largo de los años 2005 al 2010 en el CPE.	18
Figura 12. Benceno emitido a lo largo de los años 2004 al 2020 en el CPE.	20
Figura 13. Emisión de 1,2-Dicloroetano en el CPE durante los años 2009 al 2020.	21
Figura 14. Emisiones atmosféricas del año 2015 en el CPE.	23

Abreviaturas

AGEB URBANA: Conjunto de manzanas correspondientes a una localidad urbana. Poseen clave única de 4 dígitos iniciando en 0010 por cada municipio

CPE: Centro de Población de Ensenada

CO: Monóxido de Carbono

CO₂: Bióxido de Carbono

GEI: Gases Efecto Invernadero

PM₁₀: Partículas menores o iguales a 10 micras

SO_x: Óxidos de Azufre

NO₂: Bióxido de Nitrógeno

NO_x: Óxidos de Nitrógeno

PM_{2.5}: Partículas menores o iguales a 2.5 micras

O₃: Ozono

Resumen

La contaminación del aire de origen industrial ocurre como resultado de la liberación de contaminantes (emisiones) a la atmósfera. Los contaminantes se mezclan en el aire y son diluidos, pero pueden atravesar grandes distancias por la acción de los vientos predominantes, o si la chimenea de una industria es suficientemente alta para impulsarlos en la atmósfera. La dificultad para predecir con precisión las concentraciones de los contaminantes en la atmósfera, constituye un problema fundamental para las ciencias que estudian la contaminación del aire. Los contaminantes presentes en el aire repercuten en la salud pública, ya que se ha demostrado que dichas sustancias presentan innumerables efectos adversos a la salud de la población debido a la exposición continua, que van desde síntomas menores como problemas respiratorios hasta padecimientos mayores como cáncer, defectos de nacimiento, daños al sistema inmune y nervioso, incluso la muerte. En Ensenada el uso de suelo industrial se ha concentrado en la delegación El Sauzal en un corredor previamente planificado, pero el resto se asienta de manera no planificada a lo largo de la Avenida Reforma, lo que provoca una serie de consecuencias al encontrarse industria en el área urbana. Derivado de lo anterior el objetivo de este trabajo es caracterizar las emisiones contaminantes de industrias localizadas en el Centro de Población de Ensenada Baja California, en términos de tipo de contaminantes, áreas de distribución y población afectada, para obtener información que apoye a los tomadores de decisiones en la planeación del territorio. Se encontraron 71,043 las personas que habitan en un total de 75 AGEB, las cuales corresponden a las áreas dentro del perímetro de la sustancia contaminante emitida por las industrias, de los cuales 36,379 son mujeres y 34,664 son hombres.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, industria, Centro de Población de Ensenada, Emisión

I. Introducción

Con la revolución industrial comenzó un incremento gradual de la contaminación generada hacia el ambiente. La mejora en el nivel de vida de la sociedad humana contribuyó al deterioro del medio ambiente. La combustión de fósiles como el petróleo, el carbón o el gas, que alimentan la producción de las industrias, ha liberado toneladas de gases de carbono a la atmósfera. Los océanos y los bosques reabsorben parcialmente las emisiones de gases de efecto invernadero, pero su drástico aumento en los últimos 50 años, junto con la deforestación provocada por una agricultura no sostenible, ha causado un calentamiento global. Actualmente la temperatura media de la Tierra es un 1°C más alta de lo que era antes de la revolución industrial (PNUD, 2019).

La contaminación atmosférica o contaminación del aire es, por consiguiente, una de las formas principales en que puede ser degradado o afectado parte del ambiente, “la emisión al aire de sustancias peligrosas a una tasa que excede la capacidad de los procesos naturales de la atmósfera para transformarlos, precipitarlos y depositarlos o diluirlos por medio del viento y el movimiento del aire” (Placeres, 1991).

Está demostrado que el desarrollo socioeconómico, en su más amplio sentido, la evolución demográfica, las pautas de producción y consumo, los adelantos tecnológicos y otros factores, son los principales responsables de las emisiones de GEI y aerosoles a la atmósfera y sus concentraciones en la misma y consecuentemente originantes del cambio climático. Este se manifiesta en forma de aumento de la temperatura global, de cambios en las precipitaciones, de elevación del nivel del mar y de la mayor incidencia de acontecimientos climáticos extremos y todo ello condiciona los correspondientes impactos en recursos hídricos, ecosistemas, asentamientos urbanos, seguridad alimentaria y en la salud humana (Fernández, 2013).

Según su origen, la contaminación puede ser clasificada por causas naturales o antropogénicas. Las naturales siempre han existido, mientras que las antropogénicas, como su nombre lo indica, son causadas por las actividades humanas.

Entre las principales fuentes de contaminación atmosférica están:

1. Fuentes naturales: Polvo que contiene materias biológicas, esporas, polen y bacterias.
2. Fuentes agrícolas: Insecticidas y herbicidas empleados en la agricultura.
3. Fuentes tecnológicas: Procesos industriales de todo tipo, consumo industrial y doméstico de combustibles fósiles y vehículos de motor.

Existen factores topográficos y meteorológicos que influyen en la contaminación atmosférica, entre los que se pueden citar: topografía del terreno, edificaciones existentes, vientos: dirección y velocidad, lluvia, presión barométrica, espacio de difusión (área sobre la que se mueven los contaminantes y altura máxima a que pueden llegar las corrientes de aire) (Placeres, 1991).

Los compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles son una clase importante de contaminantes atmosféricos que incluyen una amplia variedad de compuestos químicos. Estas sustancias son emitidas al medio ambiente, tanto por fuentes antropogénicas como biogénicas. Frecuentemente, las fuentes antropogénicas tales como las flotas vehiculares e industrias proporcionan las mayores emisiones contaminantes en la zona urbana (Nicoara, et al., 2009; Barletta, et al., 2005).

Dichos compuestos se distribuyen comúnmente en la atmósfera, particularmente a nivel troposférico participando en reacciones fotoquímicas atmosféricas, actuando como precursores de otros contaminantes secundarios, con lo que contribuyen a la formación del smog fotoquímico y del ozono troposférico; lo que favorece el efecto invernadero y el

deterioro de la calidad del aire (Atkinson, et al., 1988; Monteiro-Martins et al., 2010).

A pesar de la disminución temporal de las emisiones debido a la pandemia, el planeta se dirige a un aumento de la temperatura global de al menos 3°C en este siglo, más de 1 millón de los aproximadamente 8 millones de especies de plantas y animales corren un riesgo de extinción sustancialmente elevado y las enfermedades causadas por la contaminación afectan cada año a unos 9 millones de personas. La degradación ambiental está impidiendo el progreso hacia la erradicación de la pobreza y el hambre, la reducción de las desigualdades y la promoción del crecimiento económico sostenible (ONU México, 2021).

Para entender al sector industrial, lo definiremos según INEGI (2007) como el que comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias con el fin de obtener productos nuevos; al ensamble en serie de partes y componentes fabricados; a la reconstrucción en serie de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros, y al acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares. Asimismo, se incluye aquí la mezcla de productos para obtener otros diferentes, como aceites, lubricantes, resinas plásticas y fertilizantes. El trabajo de transformación se puede realizar en sitios como plantas, fábricas, talleres, maquiladoras u hogares. Estas unidades económicas usan, generalmente, máquinas accionadas por energía y equipo manual.

Así mismo, la contaminación del aire de origen industrial ocurre como resultado de la liberación de contaminantes (emisiones) a la atmósfera. Los contaminantes se mezclan en el aire y son diluidos, pero pueden atravesar grandes distancias por la acción de los vientos predominantes, o si la chimenea de una industria es suficientemente alta para impulsarlos en la atmósfera. La dificultad para predecir con precisión las concentraciones de los contaminantes en la atmósfera, constituye un problema fundamental para las

ciencias que estudian la contaminación del aire (Yassi, 2002).

En México cada día es más común observar zonas donde el crecimiento de la industria relacionada a hidrocarburos y sustancias químicas se da sin la planeación adecuada, y lo más alarmante, relacionado al crecimiento poblacional alrededor de estas. Cabe mencionar que en la actualidad los procesos de industrialización y urbanización no se consideran en un sistema de interés compartido con el entorno natural, y que no funcionan en dirección a un objetivo en común, por lo que existe desorden y falta de comprensión sobre el lugar que ocupan cada uno de estos factores en el medio ambiente (Gonzalez-Zepeda, 2014).

Instrumentos de política ambiental

La problemática de la contaminación atmosférica en los ámbitos internacional, nacional y principalmente local ocupa la atención de un gran número de científicos; actualmente, se reportan diversas vías, métodos y herramientas analíticas para conocer y resolver el problema; aunque, su aplicación depende de un balance costo-beneficio. Con el propósito de identificar y predecir episodios de avance de baja calidad del aire en las escalas regional y local, se han desarrollado modelos de pronóstico de calidad del aire, que consideran las características de los contaminantes atmosféricos y las consecuencias de los impactos en la salud de las personas y la calidad de vida (Cruz, 2016).

Para el control de la contaminación atmosférica, se han desarrollado diversas herramientas: inventarios de emisiones, modelos de dispersión de la calidad del aire asociados con escenarios de emisiones. Sin embargo, no hay una estrategia universal para la gestión de la calidad del aire que pueda ser aplicada a todas las ciudades del mundo, tanto de países desarrollados como en desarrollo. Existen diversos enfoques y metodologías con mayor o menor grado de complejidad, en general sobre la base de principios comunes (Cruz, 2016).

Para proteger la salud humana, los gobiernos en muchos países del mundo controlan los niveles de contaminantes atmosféricos utilizando diversas herramientas normativas. Entre éstas se encuentran las normas de calidad del aire, que establecen concentraciones aceptables para la población en términos de los riesgos que los contaminantes representan para la salud humana. Dichas normas definen las concentraciones aceptables durante diferentes periodos de exposición, ya que en algunos casos se considera una concentración menor, pero durante un tiempo de exposición mayor, situación que también representa un riesgo para la población (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. [COFEPRIS], 2017).

En México se ha estado trabajando para lograr resolver una necesidad que afecta a toda la población. Como parte de la reglamentación de protección medioambiental, los gases de combustión de las instalaciones industriales están sujetos a normas que establecen los límites máximos permitidos de emisiones y concentración en el aire (Fernández-Cadete et al, 2020).

En el 2016, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en conjunto con un grupo de trabajo de expertos técnicos elabora la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del *Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud*. La norma tiene como objetivo establecer los lineamientos para la obtención del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud, con el fin de comunicar de manera clara, oportuna y continua, los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que se pueden tomar. "El campo de aplicación de la NOM es en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los gobiernos estatales o municipales que operen, por sí mismos o a través de instituciones públicas o privadas, sistemas de monitoreo de la calidad del aire." (COFEPRIS, 2017).

Adicionalmente se crearon *Los ProAire* son instrumentos de gestión que establecen

acciones para prevenir y revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire. Este programa responde a la necesidad de los estados de contar con un instrumento de carácter preventivo y/o correctivo en materia de calidad del aire y protección a la salud, así como para dar cumplimiento al marco jurídico aplicable en esta materia (SEMARNAT, 2022). A través de estos programas se logran aspectos como los siguientes:

- Fomentar la participación de los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal), así como de la industria, la academia y la sociedad civil organizada, en la atención de la problemática de contaminación del aire.
- Generar un diagnóstico de las causas que influyen en la calidad del aire en la zona de estudio.
- Identificar las principales fuentes de emisión de contaminantes del aire.
- Definir medidas y acciones enfocadas en la reducción de emisiones, fortalecimiento institucional, protección a la salud, estrategias de comunicación y educación ambiental.

Se observó en Baja California que el marco jurídico en materia de calidad del aire requiere ser actualizado, tal como ha ocurrido con la legislación en otras materias que se han desprendido de la LGEEPA para ampliar su alcance y ser más representativa de la problemática en 132 cuestión. En este caso, es indispensable que se realice la gestión necesaria para publicar la Ley General de Calidad del Aire y Protección al Ambiente, lo que obligaría también a actualizar la legislación local. Si bien el marco jurídico por sí solo no garantiza la solución de los problemas, son el sustento de la actuación gubernamental (López, 2014).

No cabe duda de los innumerables esfuerzos por reducir las emisiones hacia el medio ambiente, a través de acuerdos internacionales, que buscan alternativas en las energías que se emplean, para tratar de solucionar alguno de los problemas que

enfrentamos, el deterioro de la atmósfera, el calentamiento global y el sin número de efectos que esto ocasiona, pero el camino es largo y si no se quiere limitar las oportunidades de una aceptable calidad de vida para las generaciones del futuro, es necesario tomar medidas más drásticas.

Para el desarrollo del presente trabajo se hará una caracterización de los contaminantes atmosféricos derivados las diversas industrias de la ciudad de Ensenada Baja California, donde se consideren los registros de emisiones que cada una genera, con el fin de obtener información de importancia para los tomadores de decisiones respecto a la planeación urbana y uso de suelo.

II. Antecedentes

El incipiente crecimiento de la costa occidental se convirtió en el principal atractivo para la colonización de California y en consecuencia del norte de la península. Ensenada surge como la primera localidad de importancia económica a finales del siglo XIX en el entonces Distrito Norte de la Baja California (Pérez, 1988).

Sin embargo, es hasta finales del siglo XX y principios del siglo XXI cuando en Ensenada se da un acelerado crecimiento urbano que ha traído distintos problemas, desde cambios de uso de suelo hasta una falta de organización en las zonas industriales, lo que genera cierto descontento en la sociedad. En Ensenada se destaca el sector primario, por su actividad agrícola, pesquera y acuícola; el sector comercio y el sector industrial con industrias manufactureras, que en 2009 registraron un descenso en su índice de especialización, por lo que ha disminuido su presencia e importancia a nivel estatal (Padilla, 2016).

Los sectores que no cumplen con el criterio de especialización, pero que han mostrado un incremento importante en los últimos 10 años, son principalmente el sector

inmobiliario, el de la construcción y la minería. Otro sector especializado es el de servicios profesionales científicos y técnicos. En cambio, muestran decremento servicios de salud, industria manufacturera, transporte y correos. La debilidad más importante en Ensenada es aparentemente la competitividad de las empresas, se observa como el más bajo de todo el estado de Baja California, ya que existe un fenómeno de pulverización de las empresas, especialmente las nacionales, que se incrementan en cantidad, pero disminuyen en tamaño (Padilla & Sotelo, 2018).

El uso de suelo predominante es habitacional, distribuido mayormente al este de la Av. Reforma. El uso comercial se encuentra concentrado en el primer cuadro de la ciudad y en sus inmediaciones, y en el resto del Centro de Población se presenta mayormente en forma de corredores comerciales o mixtos (PDUCE, 2008-2030).

El uso de suelo industrial se ha concentrado en la delegación El Sauzal en un corredor previamente planificado, pero el resto se asienta de manera no planificada a lo largo de la Avenida Reforma, originalmente contemplada para albergar uso comercial y de servicios (PDUCE, 2008-2030).

La emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) por fuentes fijas, es el mayor problema de contaminación del aire generado por la planta productiva. El municipio de Ensenada aporta el 50% estatal de los COV provenientes de fuentes fijas. El segundo lugar lo ocupan las partículas suspendidas menores a diez micras (PM10). Aproximadamente el 17% del total estatal, se emite en Ensenada, lo cual coloca a este municipio en el segundo lugar en emisiones de PM10 (PDUCE, 2008-2030).

Para analizar la problemática de la contaminación atmosférica en Ensenada se destaca la instalación de una estación de monitoreo de la calidad del aire, que no ha operado adecuadamente durante los últimos tres años por falta de recursos para mantenimiento, por lo que no se tienen datos recientes del comportamiento de la calidad del aire en la ciudad (ProAire Baja California, 2018-2027). La Salud Ambiental de la

Ciudad de Ensenada se desconoce, no existe una buena base de datos referente a las enfermedades y las condiciones meteorológicas que sirvan para identificar las condiciones y la evolución de ésta a través de un periodo de tiempo (León, 2010).

Se sabe que las distintas actividades productivas del puerto de Ensenada, como la industria cementera local, pesquera, astilleros de mantenimiento y pintado de barcos son fuentes importantes de contaminación a la atmósfera por emisiones de humos, polvos, vapores y olores fétidos (ProAire Baja California, 2018-2027).

Durante el periodo comprendido entre 2016–2019, en atención a la denuncia ciudadana, se intervinieron por la entonces Secretaría de Protección al Ambiente, un total de 40 establecimientos dedicados al desmantelamiento de vehículos usados, con venta de sus autopartes (yonkes), detectándose en la totalidad de los mismos, que operan sin las autorizaciones en materia de impacto ambiental, sin permisos de uso de suelo, sin certificación de medidas de seguridad, ni programa interno de protección civil, además tampoco cuentan con registro como generadores de residuos peligrosos. Aunado a lo anterior, realizan prácticas como quema de plásticos, para la obtención de metales, no tienen control sobre los humos que se generan al realizar cortes del metal (ProAire Baja California, 2018-2027).

Es importante mencionar que los contaminantes presentes en el aire repercuten en la salud pública, ya que se ha demostrado que dichas sustancias presentan innumerables efectos adversos a la salud de la población debido a la exposición continua, que van desde síntomas menores como problemas respiratorios hasta padecimientos mayores como cáncer, defectos de nacimiento, daños al sistema inmune y nervioso, incluso la muerte (Hernández-Guzmán, et al s.f.).

Los estudios que se han realizado en la ciudad de Ensenada sobre emisiones han sido muy pocos, centrándose en las emisiones de las estaciones de servicio (García-Zárate, 2013), las cuales son de suma importancia, ya que los efectos tóxicos de estas sustancias

químicas en el cerebro humano en desarrollo y sus mecanismos de acción no se conocen suficientemente y la infancia podría estar desprotegida ante su uso, sólo parcialmente regulado (Grandjean, 2006).

Así mismo se realizó una investigación en donde se caracterizaron las industrias por los tipos de contaminantes y los daños que estos ocasionan a la salud y medio ambiente (Alvarado, M. 2008). Por otra parte, se hizo un diagnóstico de la contaminación por metales pesados en el polvo urbano de la ciudad, en donde se infiere que debido al alto costo y falta de infraestructura no se realizan de forma periódica (Bautista et al., 2016).

Mientras que Campos (2016), revela que las partículas contaminantes que provienen de las operaciones de mantenimiento, transporte y manipulación de los materiales, en la fábrica CEMEX Ensenada tienen un impacto en la calidad del aire, cuya consecuencia es el efecto citotóxico y genotóxico en las personas que residen en un radio de aproximadamente 2 kilómetros con respecto a la fuente de emisión.

III. Área De Estudio

La ciudad de Ensenada (Centro de Población Ensenada, CPE) se encuentra localizada al noroeste del territorio mexicano, en la parte septentrional de la península de Baja California en las coordenadas 31 51'30" Latitud Norte y 116 38'00" Longitud Oeste, es la cabecera municipal del municipio homónimo. El Centro de Población de Ensenada concentra a poco más de 60% de la población del municipio (IMIP, 2009).

El área de estudio (Figura 1) es un asentamiento costero; territorio cuyas características biofísicas están determinadas por la interacción tierra-mar-atmósfera. Se localiza sobre la costa noroeste de la península de Baja California, en la Bahía de Todos Santos, cuyos límites fisiográficos son: al norte, Punta San Miguel; al sur, la península de

Punta Banda; al oriente las Islas Todos Santos Norte y Sur; al poniente está circundada por una cadena de lomeríos. (IMIP, 2009).

Comprende una superficie de 45,652.35 ha, donde se considera que el desarrollo urbano ejerce una influencia directa. Esta extensión incluye las poblaciones de El Sauzal, Ex-Ejido Chapultepec, Maneadero, los poblados de El Zorrillo y Esteban Cantú, así como las áreas urbanas del Estero de Punta Banda y la Joya. Del total de la superficie del centro de población, la mancha urbana ocupa 8,966.27 ha. Este polígono delimitado abarca desde la Mesa del Carmen en San Miguel, hasta Cabo Banda en la Península de Punta Banda, y abarca la periferia sobre terrenos con cotas mayores a los 500 msnm (PDUCE, 2008-2030).

Se presenta un clima tipo seco templado con lluvias de invierno también conocido como mediterráneo. Baja California es el único estado de la República Mexicana con este tipo de clima, caracterizado por tener verano seco y cálido e invierno húmedo, lluvioso y frío. De acuerdo con la clasificación de Koopen modificada por García, el clima es tipo BSk. Este clima se presenta en aproximadamente 25% del municipio y domina la región noroeste desde Tijuana hasta El Rosario. La temperatura promedio de Ensenada es de 17.3 °C. Entre 1984 y 2004, la temperatura media anual registrada fue de 17.8 °C, con un intervalo promedio mensual que osciló entre los 13.8 °C y 22.6 °C, correspondientes a diciembre y agosto, respectivamente (PDUCE, 2008-2030).

La ciudad de Ensenada se construyó originalmente sobre planicies costeras y aluviales que limitan al oeste con la Bahía Todos Santos y al este con los lomeríos que son preludio a la cadena montañosa que atraviesa la Península de Baja California a manera de columna vertebral. La mayoría de las zonas de baja pendiente corresponden a las planicies costeras, donde se asienta gran parte de la mancha urbana; incluyen las regiones Norte (Sauzal), Central (primer cuadro de la ciudad) y Sursuroeste (Valle de Maneadero, Ex-Ejido Chapultepec y los humedales del Estero de Punta Banda). Otras áreas de baja pendiente son las mesetas, de las cuales la Meseta del Tigre es la más extensa y se localiza en el

norte, cerca del arroyo El Carmen (PDUCE, 2008-2030).

La compleja historia de la ciudad la ha dejado con una economía multifacética que abarca la administración, la agricultura, un puerto de carga, el comercio, la educación, la pesca, la industria, las maquiladoras y el turismo, casi todos dependen de los mercados nacionales o internacionales (Bullock et al, 2011). Los cuales han prevalecido desde los años 20. La industria pesquera se posicionó exactamente en 1923, cuando se instalaron las primeras empacadoras de pescado y marisco, lo que llevó al desarrollo del municipio. Después de esto, en los años 30 la actividad vinícola empezó con sus actividades, las que hasta la fecha han prosperado en la región.

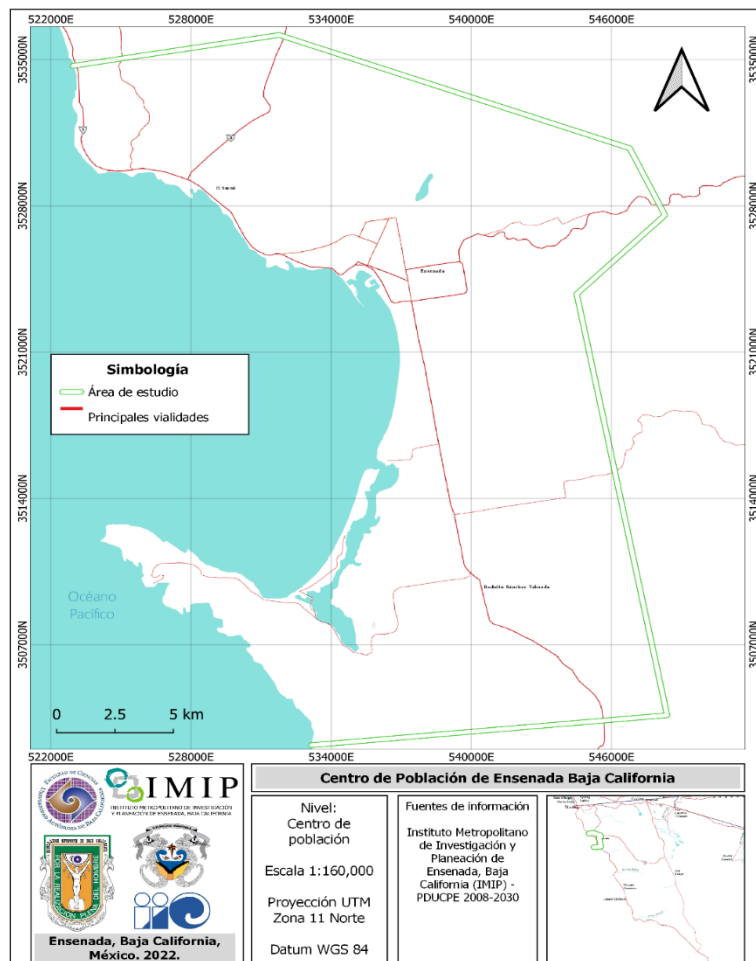


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

IV. Objetivos

4.1 General

Caracterizar las emisiones contaminantes de industrias localizadas en el Centro de Población de Ensenada Baja California, en términos de tipo de contaminantes, áreas de distribución y población afectada, para obtener información que apoye a los tomadores de decisiones.

4.2 Particulares

1. Identificar las industrias emisoras de contaminantes ubicadas en el centro de población de Ensenada.
2. Determinar las sustancias que están siendo emitidas a la atmósfera por las industrias.
3. Identificar las zonas de Ensenada en donde se ve concentrada la mayoría de las emisiones atmosféricas y relacionarlas con la densidad poblacional.

V. Marco conceptual

La contaminación atmosférica derivada de las industrias afecta la calidad del aire de la ciudad de Ensenada, lo que lleva a problemas de salud pública, problemas ambientales y económicos (García, 2013). Se han descrito diversos contaminantes, pero los estudios de diagnóstico y monitoreo de los MP (Metales Pesados) no se realizan periódicamente por el alto costo del análisis y del muestreo, de donde se desprende la urgencia de realizar diagnósticos de la contaminación ambiental e identificar las zonas con mayor grado de contaminación, para proteger a la población, para plantear soluciones a esta problemática que ha ido aumentando en los últimos años (Cortés et al., 2017). Lamentablemente no se le ha dado seguimiento a este tipo de proyectos, lo que ha generado un estancamiento en la actualización de datos para la toma de decisiones.

Según Cortez (2014), las alteraciones más comunes en los niños y jóvenes por exposición a contaminantes ambientales son los problemas de aprendizaje: atención, conducta, lenguaje, memoria, socialización, psicomotricidad, entre otros. La prueba aplicada en el estudio mostró ser consistente para diferenciar la neurotoxicidad de la población expuesta.

Los defensores del ambiente indican que el desarrollo de políticas públicas en salud no tiene en cuenta las numerosas vías de exposición a sustancias químicas a las que están expuesta la población, y que las autoridades federales no pueden distinguir los efectos nocivos a la salud por la exposición a los COV que individualmente generan efectos genotóxicos, carcinogénicos, hepatotóxicos, nefrotóxicos, neurotóxicos o actúan como disruptores endocrinos, entre la población dentro de las zonas urbanas (CICESE, 2019).

En cuanto al uso de suelo en Ensenada, se mezclan indiscriminadamente todo tipo de actividades y asentamientos irregulares; habitacional comercial y servicios.

Generalmente la industria forma parte de la mancha urbana saturando la capacidad de los servicios, vialidades e infraestructura que impactan negativamente en los habitantes y propias empresas. En muchos casos son de generación espontánea y sin ningún programa específico, y actúan como importantes emisoras de contaminación descontrolada (Alvarado, 2008).

Cabe mencionar, que este problema derivado de las emisiones atmosféricas se engloba en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente en el ODS de “Salud y Bienestar” ya que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos. Otro ODS que se ve relacionado es el de “Industria, innovación e infraestructura” donde se promueve el desarrollo de industrias sostenibles (ONU, s.f.).

Y por supuesto el ODS de “Acción por el clima”, por el aumento de los gases de efecto invernadero y partículas que generan las industrias. El cambio climático está afectando a todos los países de todos los continentes. Está alterando las economías nacionales y alterando a distintas vidas. Los sistemas meteorológicos están cambiando, los niveles del mar están subiendo y los fenómenos meteorológicos son cada vez más extremos (ONU, s.f.). 7 millones de personas mueren cada año a causa de la exposición a partículas finas en el aire contaminado (PNUD, 2021).

El fenómeno del calentamiento global, generado por el exceso de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), ha motivado en las últimas décadas un mayor interés en el estudio de sus determinantes. Existe consenso general en que la acción del hombre ha sido decisiva para elevar por encima de los niveles habituales la presencia de estos gases en la troposfera, elevando la temperatura media de la tierra. El resultado más inmediato y visible de este calentamiento ha sido la sucesión de fenómenos climáticos que, traducidos en desastres naturales, han generado –y aún generan- innumerables pérdidas humanas y económicas (Zilio, 2008).

Efectos de la actividad industrial sobre el clima

Los problemas de salud pública y el incremento de los gases de efecto invernadero, son razón importante para que las agencias de control de contaminación evalúen dichas emisiones para formular los planes que vayan en pro de la calidad del aire (Kota, 2014). El cambio climático es un fenómeno de tipo ambiental, atribuido principalmente a actividades antropogénicas de los diversos sectores como de transporte, industria, agricultura, energía, etc., que generan una serie de gases contaminantes atmosféricos (Olcina, 2009). Los estudios realizados en torno al comportamiento e incremento del cambio en el clima se asocian con una serie de causas naturales y fundamentalmente antrópicas, estas últimas vinculadas a la generación de un conjunto de gases causantes del cambio en la composición atmosférica, los denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI) (CEPAL, 2008).

La atmósfera es un fluido constituido por diferentes tipos de gases y cada uno de ellos se comporta de manera diferente, de manera tal, que la energía es absorbida selectivamente para diferentes longitudes de onda y en algunos casos son transparentes para ciertos rangos del espectro. La atmósfera especialmente tiene bajo poder de absorción o es transparente en la parte visible del espectro, pero tiene la característica de absorción de radiación ultravioleta o radiación de onda corta procedente del sol y el principal responsable de este fenómeno es el ozono, así mismo, la atmósfera tiene buena capacidad para absorber la radiación infrarroja o de onda larga procedente de la Tierra y los responsables en este caso son el vapor de agua, el dióxido de carbono y otros gases traza como el metano y el óxido nitroso (Ballesteros, 2007).

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido

por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero. En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Están clasificados en GEI directos e indirectos. GEI Directos: Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados. GEI Indirectos: Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a gases de efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano y el monóxido de carbono (Ballesteros, 2007).

El tema de la mitigación, junto con el tema de adaptación, son realidades obligatorias que enfrentan las naciones para evaluar el cambio climático (Infield, 2018). Sin embargo, la complementariedad que tienen ambos enfoques para contrarrestar los efectos del cambio climático también resulta importante para tratarse de manera individual (IPCC, 2014); ya que el enfoque de mitigación toma en cuenta medidas que contribuyen a reducir la concentración de emisiones GEI, y entre ellas se pueden considerar la incorporación de energías renovables, la disminución de la deforestación y la reducción de gases que tienen efecto en los ecosistemas (Caraguay, 2021).

VI. Metodología

El proceso metodológico constó de tres etapas: 1) Recopilación de información, 2)

Procesamiento de Información, 3) Obtención y análisis de resultados.

1) Recopilación de información.

Se recopiló información del RETC (Registro de Emisiones, Transferencias y Contaminantes) y en el IMIP (Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada, Baja California).

RETC (Registro de Emisiones, Transferencias y Contaminantes)

El Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), es un instrumento de política ambiental que difunde información sobre las emisiones y transferencias de Sustancias RETC, listadas en la NOM-165-SEMARNAT-2013, generadas durante los procesos de producción en los establecimientos (SEMARNAT, s.f.).

A través del RETC se informa a la población qué sustancia y en qué cantidad es emitida al aire, al agua o al suelo o transferida en los residuos peligrosos y en las descargas de agua al alcantarillado, por los establecimientos sujetos a reporte ubicados en su entorno. La información del RETC muestra a los responsables de los establecimientos, qué emisiones y/o transferencias son prioritarias, ya sea por su volumen, por las sustancias RETC contenidas, o por ambos, con el fin de inducir el desarrollo de programas de mejora del desempeño ambiental de la instalación (SEMARNAT, s.f.).

Los sujetos a reporte al RETC de competencia federal considerados en el artículo 9 del Reglamento de la LGEEPA en materia de RETC son:

1. Los establecimientos industriales considerados como Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal en el artículo 111 bis de la LGEEPA y los subsectores establecidos en el artículo 17 bis del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera:

- Química
- Hidrocarburos
- Pinturas y tintas
- Automotriz
- Celulosa y papel
- Metalurgia
- Tratamiento de residuos peligrosos
- Vidrio
- Generación de energía eléctrica
- Asbestos
- Cementos y cal

2. Los establecimientos que generen 10 toneladas o más al año de residuos peligrosos (grandes generadores).
3. Los establecimientos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, se establecen las Sustancias sujetas a reporte al RETC las cuales fueron seleccionadas por su capacidad de ocasionar daño al medio ambiente y la salud, con base a sus características de toxicidad, persistencia y bioacumulación, riesgo de ocasionar cáncer y producir mutaciones. Esta Norma considera 200 sustancias con dos tipos de umbrales de reporte: de manufactura, procesos y otros usos (MPU), y de emisión o transferencia, de acuerdo con su potencial de causar daño al medio ambiente y a la salud (SEMARNAT, s.f.).

Una emisión es la liberación de Sustancias RETC directamente al medio: aire, suelo y cuerpos de agua nacionales, mientras que una transferencia es el traslado de Sustancias RETC a un sitio físicamente separado de donde se usaron o produjeron, ya sea en residuos y/o descargas de agua al alcantarillado para su reúso, reciclado, coprocesamiento, tratamiento o disposición final (SEMARNAT, s.f.).

A través de la Cédula de Operación Anual (COA), los sujetos obligados al RETC reportan anualmente las emisiones y transferencias de Sustancias RETC generadas por sus actividades productivas. Con la información recopilada en la COA se integra el Registro de

Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) (SEMARNAT, s.f.).

IMIP (Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada, Baja California).

El Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada (IMIP), es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Municipal de Ensenada. El Instituto cumple la función de realizar los planes y programas de La planeación del desarrollo integral y sustentable del municipio, así como el ordenamiento territorial y urbano (IMIP, 2021).

Para el adecuado desarrollo de las actividades y el logro de los objetivos institucionales, el IMIP ha celebrado Convenios de Coordinación con diversas Instituciones de Educación Superior e Investigación logrando con ello vinculación y apoyo, intercambio de experiencias e involucrando a dichas instituciones en el quehacer institucional relacionado con la planeación del desarrollo. Las instituciones en cuestión son la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), El Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Centro de Estudios Universitarios Xochicalco (CEUX), Universidad Iberoamericana, Campus Tijuana (IBERO), Instituto Tecnológico de Ensenada (ITE), Instituto de Estudios Políticos de Rennes, Francia, El Colegio de San Luis, El Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad), Instituto Nacional de Estadística Y Geografía (INEGI), Observatorio Urbano Local, Proturismo y CESPE (IMIP, 2021).

2) Procesamiento de Información.

El RETC presenta sus registros en una base de datos donde se concentra la información referente a las emisiones al aire, agua, suelo y transferencias de todos los municipios de los estados, se buscó específicamente para el estado de Baja California, en donde al descargar la base de datos se realizó una limpieza para filtrar solo los datos del municipio de Ensenada y sus emisiones al aire.

Para el procesamiento de la información referente a la identificación y posicionamiento de las industrias en el centro de población de Ensenada se realizaron tablas en Excel en donde se colocaron las coordenadas geográficas, lo que sirvió hacer la representación en un SIG con la finalidad de obtener los mapas de industrias, de emisiones de los años más relevantes y emisiones de sustancias específicas, en este caso el bióxido de carbono. También se realizaron tablas dinámicas para extraer la mayor información de las bases de datos.

3) Obtención y análisis de resultados.

Mediante el software QGis se realizó un SIG plasmaron los resultados puntuales de las industrias, a estos se les aplicó un buffer de 1 km, ya que este es el radio en el que se concentraron las emisiones (Portilla, 2010), también se encontraron otros modelos donde los radios fluctúan entre 3 a 8 Km de la fuente puntual (Gómez, 2008; Ordoñez-Sánchez, 2018).

Para obtener los resultados de la población afectada se hizo una relación entre las AGEB que se ubican dentro del buffer de la industria y las AGEB incluidas en el censo de población de INEGI 2020, a su vez se discrimino la información por las edades que resultan ser más vulnerables a los efectos de los contaminantes, en este caso serían las edades de 0 a 24 y 60 en adelante (Pino, 2020; Montero, 2020; Oyarzún, 2021).

VII. Resultados y discusiones

7.1 Base de datos

Se analizaron los datos del RETC,
La base de datos está constituida por el nombre de la empresa, el sector al que pertenece, las sustancias emitidas a la atmósfera y la cantidad en tonelada, así como el año en el que se presentaron los registros.

De la revisión de la tabla 1 se identifica que el sector más contaminante es el de

generación de energía eléctrica, con más de 19 millones de toneladas emitidas durante un periodo de 10 años, mientras que el sector automotriz es el que menos emisiones ha presentado.

Tabla 1. Emisiones atmosféricas por los sectores productivos de los años 2010 al 2020.

Sector	Tonelada emitida
Generación de energía eléctrica	19,912,551.46
Cemento y Cal	12,814,602.26
Petróleo y petroquímica	3,155,136.93
Artículos y productos metálicos	115,030.00
Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,131.01
Automotriz	131.87
Total	35,998,583.54

También se identifica que en el año 2010 las emisiones fueron las más elevadas, y que a partir del año 2014 se reduce el número de registros presentados por las empresas, por lo que los datos también se reducen (Figura 2). Esto se debe a que las empresas no están obligadas a presentar sus registros de emisiones, y es aquí en donde se debe mejorar la legislación ambiental y regular más estrictamente el registro de la contaminación ambiental generada por el sector industrial.

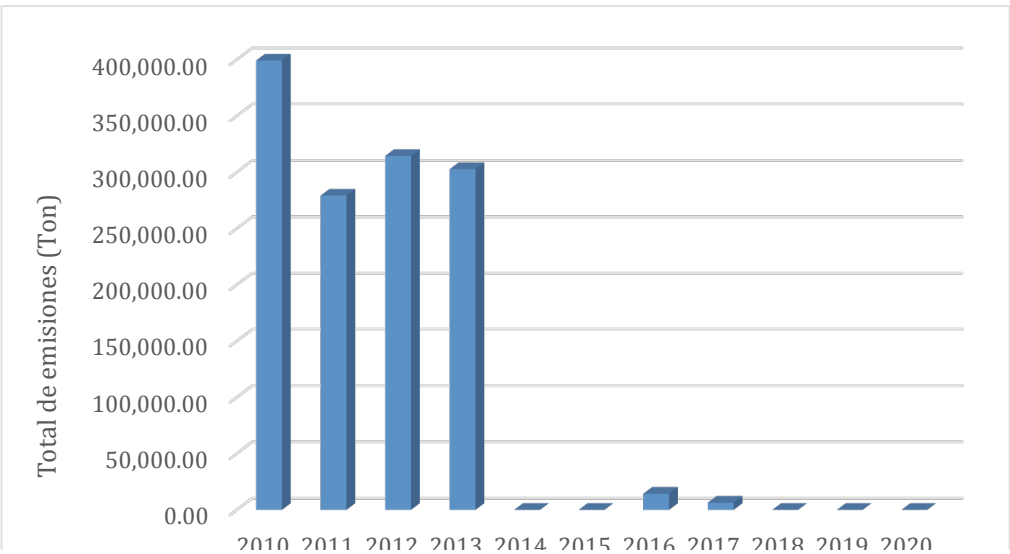


Figura 2. Emisiones atmosféricas de los sectores productivos durante los años 2010 al 2020

Fuente. RETC 2020.

Del análisis del RETC se identificaron ocho industrias que están contaminando en el centro de población (Tabla 2), en las cuales las principales actividades son de fabricación de algún tipo de producto.

Según el PDUCPE- 2008-2030 el uso industrial se concentra en la delegación El Sauzal en un corredor previamente planificado, pero el resto se asienta de manera no planificada a lo largo de la Avenida Reforma, originalmente contemplada para albergar uso comercial y de servicios, por lo que es evidente la falta de planeación y regularización de los predios industriales que actualmente ahí radican.

Tabla 2. Listado de industrias identificadas en el RETC.

Nombre	Actividad
Augen Ópticos S.A de C.V.	Fabricación de moldes y lentes para uso oftálmico
Baja Oriente S.A. de C. V.	Fabricación de productos metálicos de aluminio
CEMEX, S.A. de C.V.	Producción de cemento hidráulico
CFE Generación III	Generación de energía eléctrica
Fabricas Monterrey, S.A. de C.V.	Fabricación y decorado de latas de aluminio
ICU Medical De México S.A. de C.V.	Ensamble de productos médicos
	Fabricación y ensamble de Instrumentos
Instrumentos Musicales Fender S.A. de C.V.	Musicales
Pemex Refinación Terminal de	Almacenamiento y reparto de productos derivados

CENSO 2015

Se analizaron los datos del censo a industrias realizado por el Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación (IMIP) en el 2015, de donde se obtuvo que el 90.16% de industrias no presentaron datos sobre sus emisiones, el 7.79% presentó datos de emisiones con tratamiento previo y el 2,05% sin tratamiento previo (Figura 3).

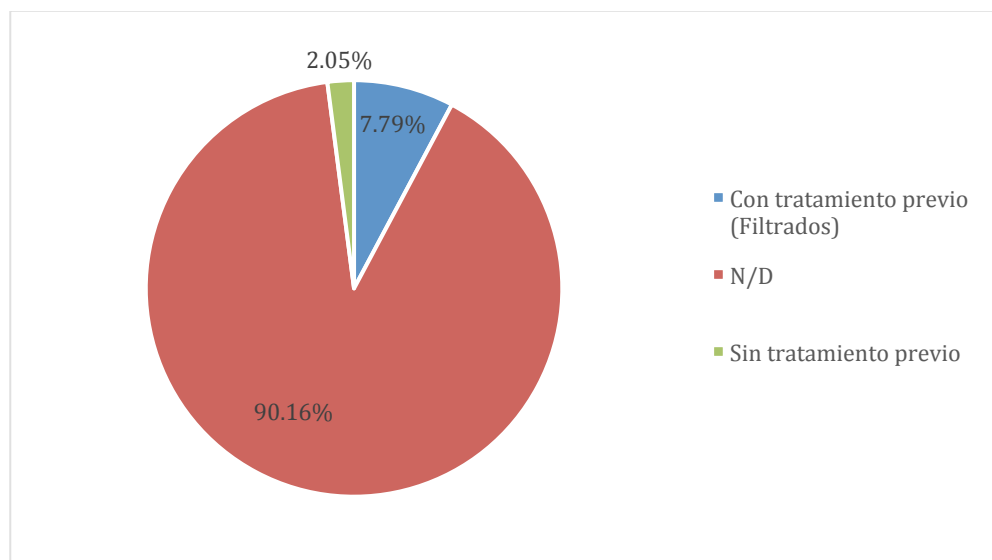


Figura 3. Industrias en el censo de 2015 de IMIP.

Fuente. Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada (IMIP).

Del censo se desprende un total de 246 industrias, de las cuales se seleccionó las que en sus datos se menciona que presentaron emisiones con tratamiento previo o emisiones sin tratamiento, ya que las que no presentaron datos no fueron relevantes para el estudio.

Conforme a estos datos se identificaron 23 industrias, de las cuales actualmente existen 16, mientras que una empresa censada especifica que en su domicilio solo realiza actividades

de comercialización, dado que la planta se encuentra en Vicente Guerrero, por lo que no fue considerada (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Industrias emisoras de contaminantes del CENSO 2015.

Nombre	Actividad
Agarmex S.A. de C.V.	Industrialización y explotación de Algas marinas
Albiomar	Transformación de Algas Marinas
Algas Pacific	Procesamiento de extracto de algas marinas para fertilizante orgánico
Architectural Lighting works	Ensamble de productos electrónicos
Augen Opticos S.A de C.V.	Fabricación de moldes y lentes para uso oftálmico
Baja Oriente S. A. De C.V.	Producción, fabricación, ensamble y maquinado de productos metálicos de aluminio
Baja Tackle	Fabricación de curricanes
Bloquera Productos Pétreos	Venta de materiales pétreos y fabricación de bloque
Diacó Internacional S.A. De C.V.	Textil
Dialight de México S. De R.L. de C.V.	Ensamble de productos de iluminación electrónicos
Grupo Industrial Mar de Cortez	Fabricación de tanques de acero
Mercantil de Alimentos del Mar	Procesadora de pescados y mariscos
Rapid Manufacturing	Fabricación y ensamble de componentes electrónicos
Rotomex del Pacífico	Fabricación de productos plásticos (Tinacos y Cisternas)
Salazar Powder Coating	Maquinado y soldadura
Terminal marina de materias primas	Reparación y mantenimiento de embarcaciones navales

Se encontraron un total de 22 industrias emisoras de contaminantes en el centro de población de Ensenada, las cuales están distribuidas en diferentes puntos, la mayoría no están ubicadas en algún parque industrial, dado que en Ensenada solo son dos los principales: el

Parque Industrial El Sauzal y el Parque Industrial Esmeralda (Figura 4).

La mayoría de los puntos se localizan en el área urbana sobre la Av. Reforma y sobre la calle Esmeralda, se considera que existen diversos factores relacionados con su irregularidad, la falta de atención por parte de las autoridades al emitir permisos de uso de suelo, la falta de sanciones a empresas irregulares, falta de parques industriales con el debido equipamiento y servicios en donde instalar nuevas naves industriales, crecimiento desmesurado de la población, lo que conlleva a un surgimiento de empresas cercanas a los asentamientos humanos.

La única empresa que no afecta con sus emisiones al aire es ICU Medical de México, ya que esta se localiza al sur del área de estudio, en donde la población es reducida y además el buffer no colinda con ningún asentamiento que esté en los registros de INEGI 2020.

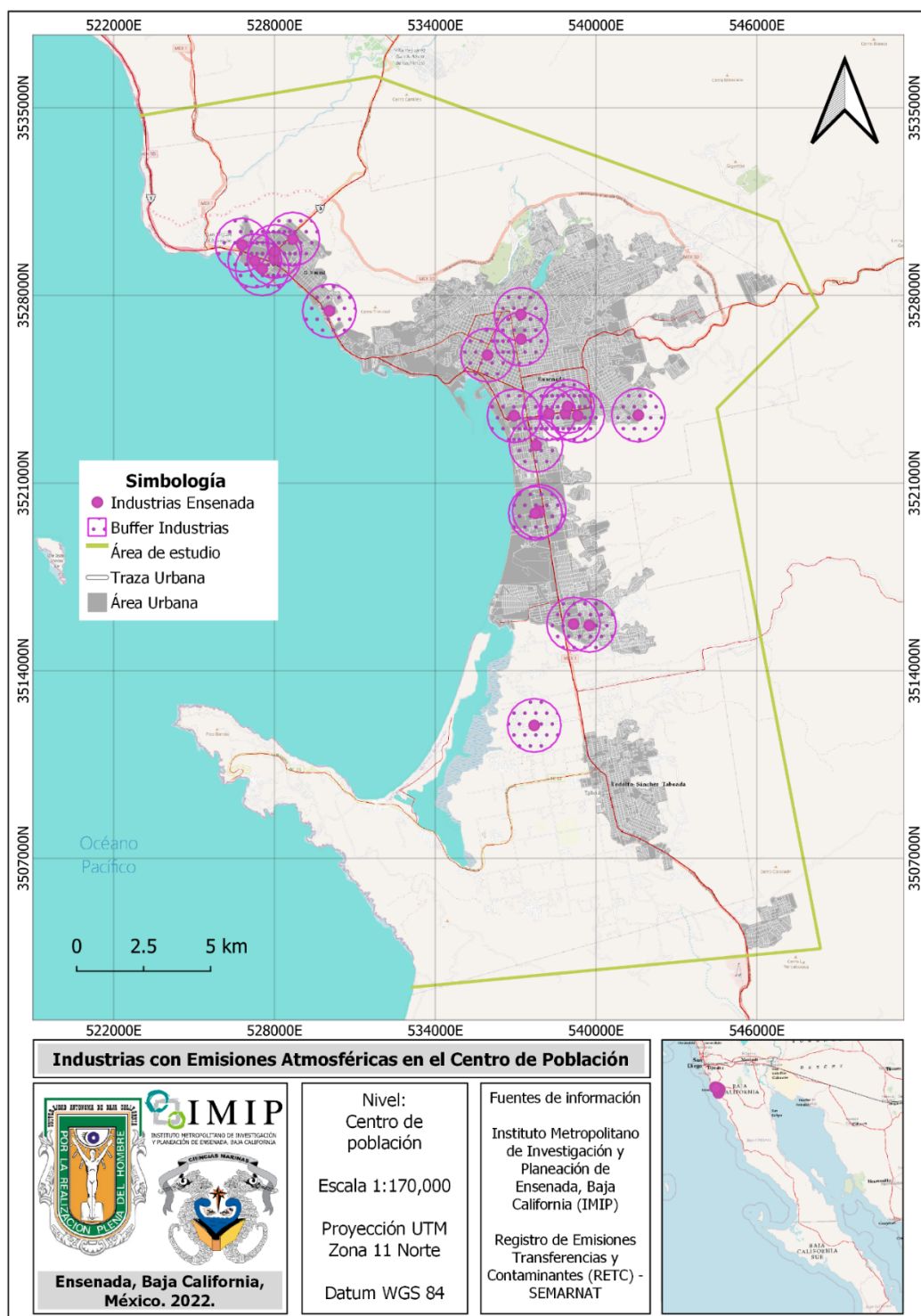


Figura 4. Industrias emisoras de contaminantes atmosféricos en el CPE.

7.2 Sustancias encontradas

Dentro de las sustancias emitidas a la atmósfera que se han reportado en el centro de población de Ensenada se encuentran Dióxido de Carbono, Dióxido de nitrógeno, Benceno, Cloruro de metileno, 1,2,-Dicloroetano, Formaldehído, Estireno (Fenil etileno).

Dióxido de carbono

Como constituyente natural de la atmósfera, donde se presenta en bajas concentraciones (actualmente 370 ppmv), el CO₂ se considera inofensivo. En condiciones normales, la concentración atmosférica de CO₂ es del 0,037%, una cantidad no tóxica. La mayoría de las personas con funciones cardiovasculares, pulmonares-respiratorias y neurológicas normales pueden tolerar una exposición de hasta 0.5-1.5% de CO₂ durante una o varias horas sin daño. Las concentraciones más altas o las exposiciones de mayor duración son peligrosas, ya sea al reducir la concentración de oxígeno en el aire por debajo del nivel del 16% requerido para mantener la vida humana, o al ingresar al cuerpo, especialmente al torrente sanguíneo y/o alterar la cantidad de aire ingerido durante la respiración; tales efectos fisiológicos pueden ocurrir más rápido que los efectos resultantes del desplazamiento de oxígeno, dependiendo de la concentración de CO₂ (IPCC, 2018).

El impacto de las concentraciones elevadas de CO₂ en los seres humanos depende de la concentración y la duración de la exposición. A concentraciones de hasta el 1,5%, no hay consecuencias físicas notables para los adultos sanos en reposo de la exposición durante una hora o más; de hecho, la exposición a concentraciones ligeramente elevadas de CO₂, como en las máscaras de re-respiración en aviones a gran altitud, puede producir efectos beneficiosos. El aumento de la actividad o la temperatura puede afectar la forma en que se percibe la exposición. Una exposición más prolongada, incluso a menos del 1% de concentración, puede afectar significativamente la salud. Los efectos notables ocurren por encima de este nivel,

particularmente cambios en la respiración y el nivel de pH de la sangre que pueden conducir a un aumento de la frecuencia cardíaca, malestar, náuseas e inconsciencia (IPCC, 2018).

Se observa que la mayoría de los estudios sobre los efectos del CO₂ han involucrado a sujetos masculinos jóvenes sanos, especialmente en atmósferas controladas como los submarinos. La tolerancia al dióxido de carbono en subgrupos susceptibles, como niños, ancianos o personas con deficiencia respiratoria, no se ha estudiado hasta tal punto. La exposición aguda a concentraciones de CO₂ iguales o superiores al 3% puede afectar significativamente a la salud de la población general. La pérdida de audición y las alteraciones visuales se producen por encima del 3% de CO₂. Los adultos jóvenes sanos expuestos a más del 3% de CO₂ durante el ejercicio experimentan síntomas adversos, que incluyen dificultad para respirar, dolor de cabeza, problemas de visión y confusión mental (IPCC, 2018).

En cuanto a los efectos que tiene esta sustancia en el medio ambiente, son las actividades humanas las principales responsables de aumento de la concentración de atmosférica de los gases efecto invernadero (GEI) entre los que destacan dióxido de carbono, vapor de agua, metano, óxidos de nitrógeno, y productos halocarbonados. Al aumentar el CO₂, la atmósfera media radia más energía al espacio. Con ello se fortalece el argumento de que es el efecto de gases como el CO₂ los que alteran el clima del planeta. Existen otras evidencias físicas que llevan a concluir que el efecto del CO₂ y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera es real. La más clara es el hecho de que año tras año se considere como el año más caliente del milenio (Garduño, R. 2004).

En el centro de población de Ensenada ha existido una presencia constante de emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera, como se puede observar en la figura 5, los registros de esta sustancia van desde el 2004 hasta el año 2017, excepto en el año 2007, en donde hubo una reducción significativa, se piensa que esto se debe a que la principal empresa emisora de CO₂ en el centro de población es CEMEX y no presentó sus registros, por lo que las emisiones de ese año se vieron centradas en las producidas por Baja Oriente, S.A. De C.V.,

Comisión Federal De Electricidad Central Turbogas Ciprés, Pemex Refinación Tad Ensenada y Fabricas Monterrey S.A. De C.V., y esta última fue la que más contaminó el aire en ese año (Figura 6).

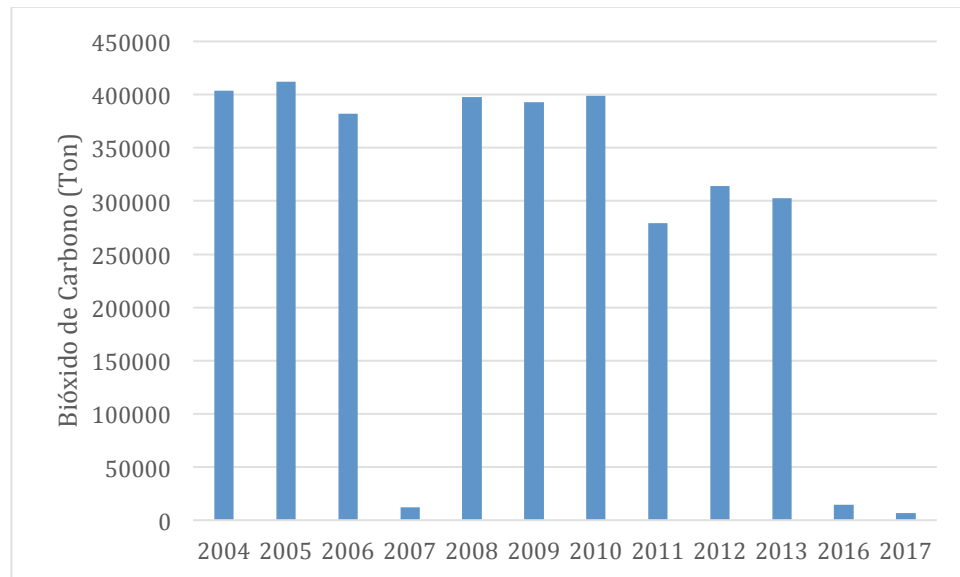


Figura 5. Dióxido de carbono emitido a lo largo de los años 2004 al 2017 en el CPE.

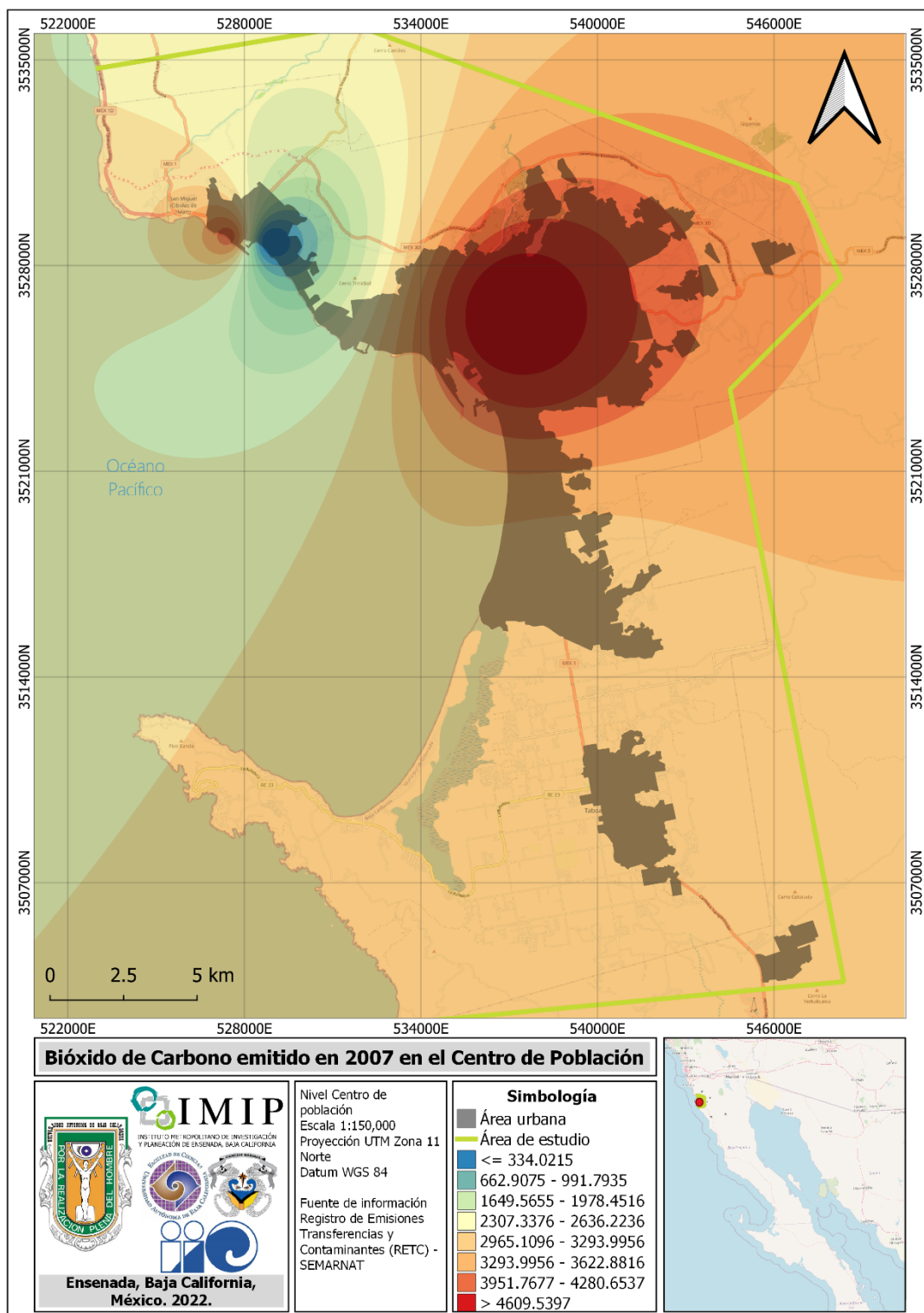


Figura 6. Dióxido de Carbono emitido en el CPE en el año 2007

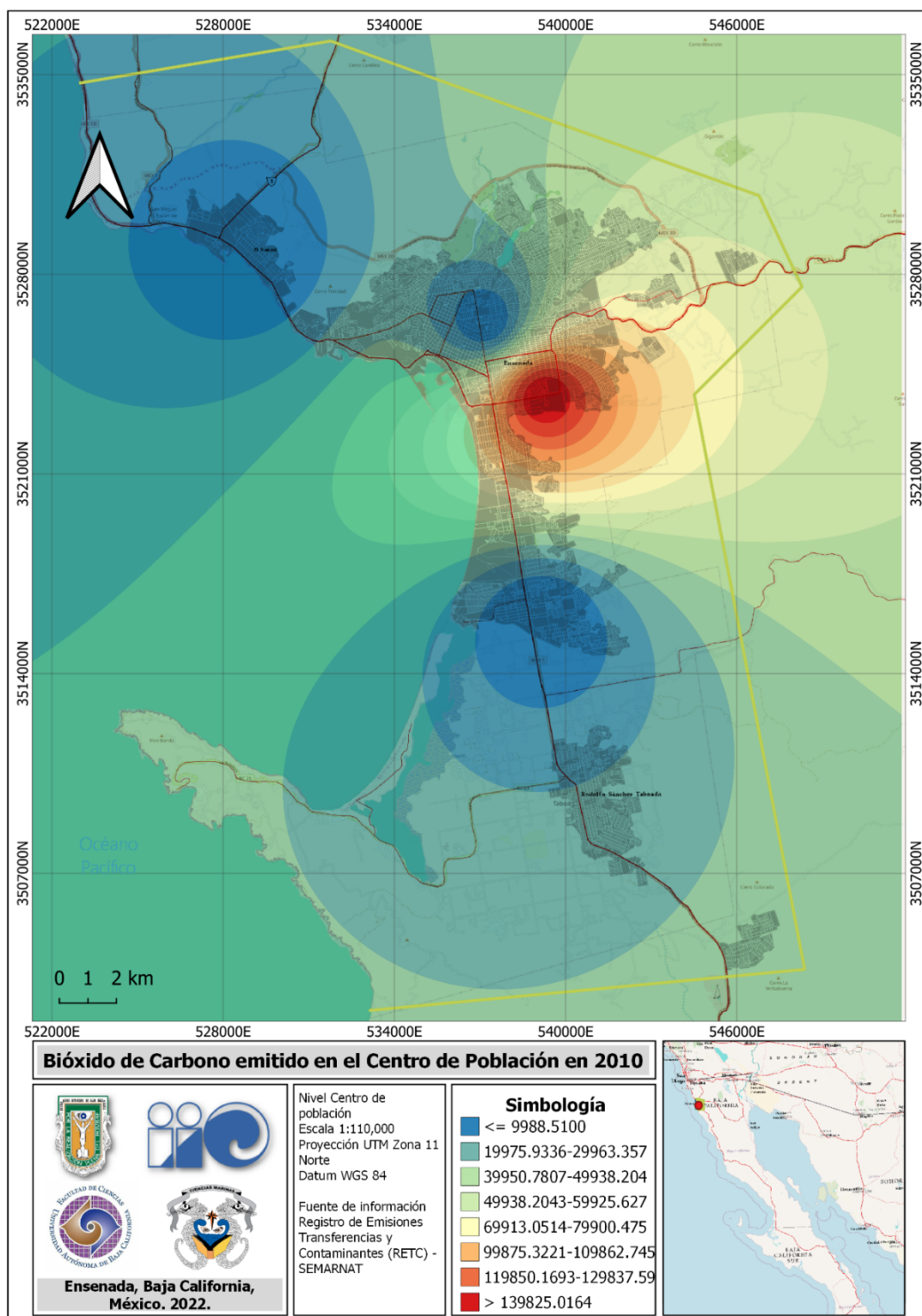


Figura 7. Dióxido de carbono emitido en el CPE en el año 2010.

Actualmente CEMEX, una de las grandes productoras de cemento en México, es la industria que más contamina el medio ambiente, esto debido a el clínter, el componente clave del cemento, que se produce fusionando piedra caliza, arcilla y otros materiales en un horno rotatorio a temperaturas cercanas a los 1500 °C. Este es un proceso de alto consumo de energía y emisor de carbono. De hecho, la mayoría de las emisiones directas de CO₂ en el proceso de producción de cemento, son generadas por la reacción química de la producción de clínter en los hornos (CEMEX, 2021).

Dentro de los registros de emisiones de CO₂, CEMEX ha llegado a emitir hasta 400,000 toneladas en un periodo de un año (Figura 8). A lo largo del tiempo la incesante emisión atmosférica ha preocupado a la población aledaña, ya que manifiestan diversos problemas de salud bastante serios (Campos, 2016). Como se muestra en la figura 9, la concentración de emisiones de CO₂ son mayores en la zona donde se ubica la planta de CEMEX, lo que es preocupante, ya que se ubica en una zona habitacional.

CEMEX ha decidido iniciar un programa de reducción de emisiones, “Futuro en Acción” se enfoca en reducir significativamente las emisiones de CO₂ directas e indirectas de sus operaciones, así como en brindar soluciones sostenibles e innovadoras para la sociedad (CEMEX, 2021).

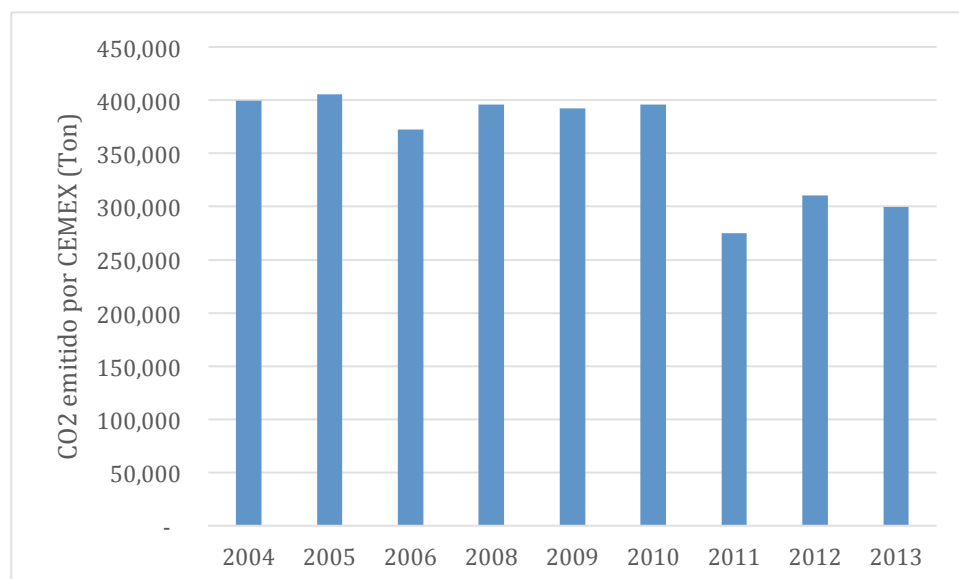


Figura 8. Dióxido de Carbono emitido por la planta de CEMEX del 2004 al 2013.

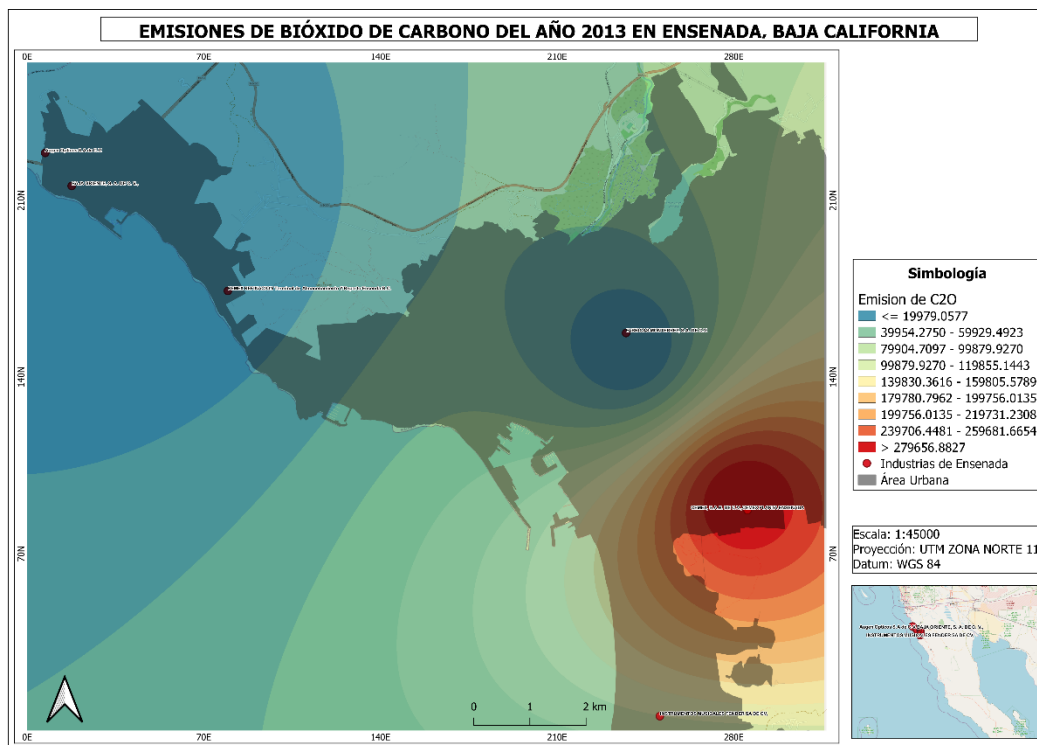


Figura 9. Emisiones de Dióxido de carbono de la empresa CEMEX en el año 2013 en CPE.

Por su parte Zilio, M. I. (2008) considera que para disminuir el nivel de emisiones de CO₂, las acciones de política ambiental deben concentrarse en el logro de mejoras de eficiencia en el sector industrial y en la disminución de la intensidad energética. Esto sólo será posible mediante la reconversión progresiva de las matrices energéticas hacia formas de generación de energía más sustentables –basadas fundamentalmente en recursos renovables- e implementando medidas para elevar la eficiencia de las técnicas empleadas para minimizar su impacto sobre la calidad ambiental durante la transición.

Cloruro de metileno

El cloruro de metileno, conocido también como diclorometano, es un líquido incoloro de olor levemente dulce que no se evapora ni se enciende fácilmente. Es ampliamente usado como solvente industrial y para remover pintura. Se puede encontrar en algunos aerosoles y en plaguicidas y se usa en la manufactura de cinta fotográfica. El cloruro de metileno puede encontrarse en algunas pinturas en aerosol, en productos para limpiar automóviles y en otros productos de uso doméstico. El cloruro de metileno no parece existir naturalmente en el ambiente. Se fabrica a partir de gas metano o de alcohol de madera. La mayor parte del cloruro de metileno liberado al ambiente proviene de su uso como producto final en varias industrias y del uso de aerosoles y removedores de pintura en el hogar, industrias y del uso de aerosoles y removedores de pintura en el hogar (ATSDR, 2000).

Debido a su uso industrial y doméstico, el cloruro de metileno es liberado principalmente al aire, y en menor grado al agua y al suelo. Debido a que el cloruro de metileno se evapora fácilmente, la mayor parte se libera al aire. En el aire, es degradado por la luz solar y por reacciones con otras sustancias químicas que se encuentran en el aire. Aproximadamente la mitad del cloruro de metileno en el aire es degradado en 57 a 127 días. Aunque el cloruro de metileno no se disuelve fácilmente en agua, se pueden encontrar pequeñas cantidades en el agua potable (ATSDR, 2000).

El cloruro de metileno presente en el agua es degradado lentamente por reacciones con otras sustancias químicas o por bacterias. Más de 90% del cloruro de metileno en el ambiente se transforma en dióxido de carbono (CO_2), una sustancia que ocurre normalmente en el aire. La mitad del cloruro de metileno en el agua tarda cerca de 1 a 6 días en degradarse. Cuando se derrama cloruro de metileno en el suelo, se adhiere a partículas en el suelo, aunque no muy firmemente, y se moviliza desde el suelo al aire. Cierta cantidad puede también moverse hacia el agua subterránea (ATSDR, 2000).

Si se respira grandes cantidades (800 ppm) de cloruro de metileno se pierde la capacidad de reaccionar en forma rápida, mantener control de los movimientos o llevar a cabo

tareas que requieren movimientos manuales precisos. Si se respira cloruro de metileno durante un tiempo prolongado, se puede experimentar mareo, náusea, hormigueo o adormecimiento de los dedos de las manos y los pies y sensación de embriaguez. En la mayoría de los casos, los efectos desaparecen poco después que la exposición cesa (ATSDR, 2000).

Se observa que el cloruro de metileno presenta bajas emisiones en el año 2009, las cuales tienen una tendencia al alza, llegando a su límite máximo en el 2013, con 13.22 toneladas, después de esto se reducen significativamente, hasta 1 tonelada aproximadamente, y se estabiliza hasta el año 2020.

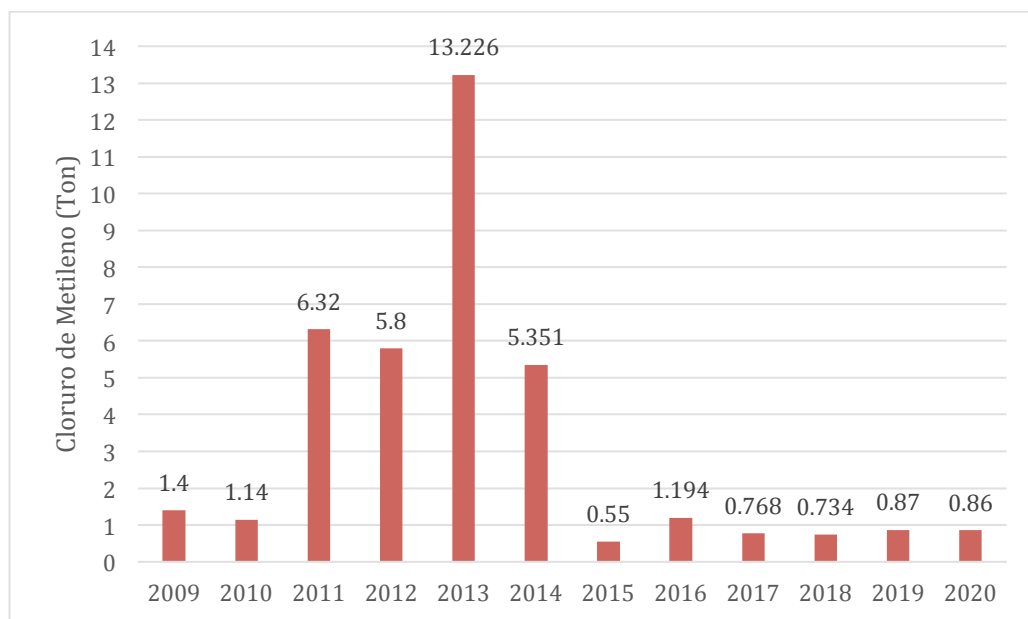


Figura 10. Cloruro de metileno emitido a lo largo de los años 2009 al 2020 en el CPE.

Dióxido de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un contaminante que proviene mayoritariamente de la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO), cuya fuente principal en el medio urbano son las emisiones provocadas por el tráfico rodado, especialmente en relación con los motores diésel. El NO₂ contribuye, a través de diversas reacciones químicas, a la formación del ozono troposférico (O₃) y de las partículas en suspensión menores de 2,5 micras (PM_{2,5}). La

Organización Mundial de la Salud (OMS) considera al NO₂ como uno de los contaminantes principales, junto con las PM_{2,5}, el O₃ y el dióxido de sulfuro (SO₂), el umbral de riesgo para la salud es de 200 µgr/m³ por hora y 40 µgr/m³ anual. Sin embargo, estos umbrales pueden afectar a personas más susceptibles, como son los pacientes con asma (Albi et al, 2021).

La exposición al NO₂ se ha relacionado con un incremento de mortalidad e ingresos hospitalarios, así como con el desarrollo de asma bronquial y sus exacerbaciones. Se han planteado distintos mecanismos por los que la contaminación ambiental puede favorecer las exacerbaciones asmáticas, entre los que destacan la inducción de estrés oxidativo y los fenómenos inflamatorios a nivel del epitelio bronquial. También se ha relacionado con la capacidad de inducir modificaciones epigenéticas, cambios en el microbioma o interacciones con alérgenos (Albi et al, 2021).

En cuanto al CPE, el dióxido de nitrógeno se encontró en los registros de los años 2005 al 2010, cuando fluctuó entre las 5.47 toneladas y 31.46 toneladas, con un pico más alto en el 2006 (Figura 11). La Comisión Federal de Electricidad, con ubicación en la central Turbogás en el Ciprés, es la única empresa con emisión de este tipo de sustancia.

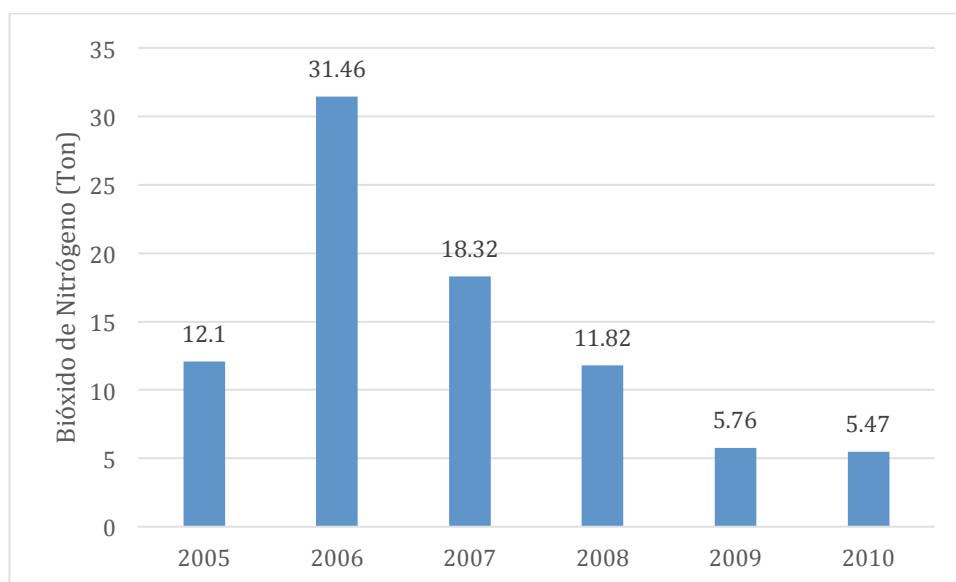


Figura 11. Dióxido de nitrógeno emitido a lo largo de los años 2005 al 2010 en el CPE.

Benceno

El benceno es un compuesto químico orgánico volátil (COV) que se obtiene como un derivado del petróleo con propiedades fisicoquímicas que le permiten disolver y dispersar un gran número de sustancias, además, actúa como precursor de muchos materiales sintéticos. No obstante, se ha determinado que el benceno genera serias repercusiones en la salud de las personas que se exponen a este compuesto, especialmente en el sistema nervioso, y ocasiona síntomas como el mareo, dolor de cabeza, náuseas y somnolencia (Santana et al. 2020), y podría aumentar el riesgo de padecer leucemia y otras enfermedades de la sangre (National Cancer Institute, 2019).

La empresa que ha representado en sus registros al benceno es CEMEX México S.A. de C.V., está presente en los registros de emisiones desde el 2004 hasta el 2020, y varía a lo largo de los años (Figura 12). CEMEX se dedica a la elaboración y comercialización de cemento, proceso por el cual se desprenden diversas sustancias al medio ambiente, y ya que esta empresa se encuentra ubicada en una zona con alta demografía, es de suma importancia poner atención a la cantidad de sustancias que está emitiendo.

Campos (2016) señala que las partículas contaminantes que provienen de las operaciones de mantenimiento, transporte y manipulación de los materiales, en la fábrica CEMEX Ensenada tienen un impacto en la calidad del aire, cuya consecuencia es el efecto citotóxico y genotóxico en las personas que residen en un radio de aproximadamente 2 kilómetros con respecto a la fuente de emisión.

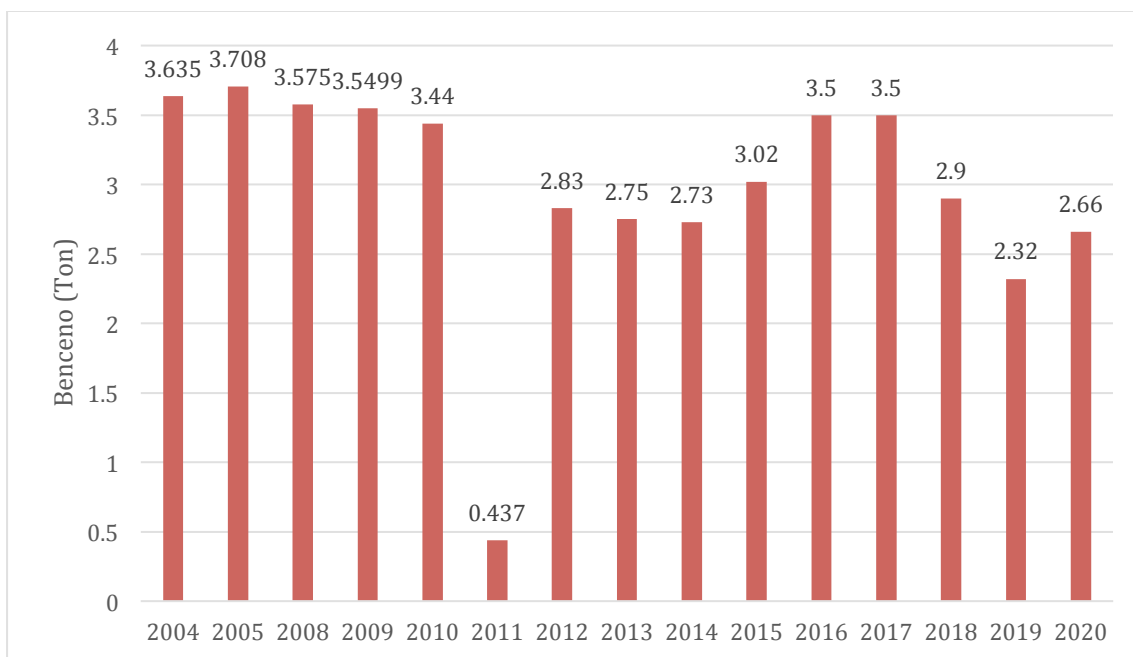


Figura 12. Benceno emitido a lo largo de los años 2004 al 2020 en el CPE.

1,2-Dicloroetano

El 1,2-dicloroetano es un líquido sintético aceitoso y transparente que no se encuentra en forma natural en el medio ambiente. Se usa principalmente para ayudar a elaborar productos de plástico y de vinilo, como tubería y otros materiales de construcción de cloruro de polivinilo (PVC). El 1,2-dicloroetano también se agrega a la gasolina con plomo que se usa en aeronaves, vehículos de carreras y equipo agrícola. Anteriormente el 1,2-dicloroetano se usaba en ciertos productos de consumo doméstico, como agentes de limpieza y adhesivos, pero por lo general ya no está disponible para su compra por el consumidor (ATSDR, 2022).

La forma en que puede afectar a la salud de la población es respirar 1,2-dicloroetano del aire contaminado. Las personas que viven cerca de sitios de desechos peligrosos que contienen 1,2-dicloroetano podrían estar expuestas a niveles más altos en comparación con el público en general. Los bebés podrían estar expuestos a 1,2-dicloroetano de la leche materna si la madre ha estado expuesta a través de aire, agua o alimentos contaminados. Si se respira,

ingiere o traga en grandes cantidades, el 1,2-dicloroetano puede causar náuseas o vómitos, visión borrosa, dificultad para respirar, problemas del hígado o de los riñones o la muerte (ATSDR, 2022).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) clasificó al 1,2-dicloroetano como un probable cancerígeno en los seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el 1,2-dicloroetano es posiblemente carcinogénico en los seres humanos (ATSDR, 2022).

Según los resultados obtenidos en el CPE, el 1,2-dicloroetano se estuvo presentando en los registros de emisiones del año 2009 al 2020 (Figura 13), donde el año 2017 fue el que presentó un pico de emisión con 26.21 toneladas. La empresa ICU Medical de México S.A. de C.V. dedicada a la producción y comercialización de productos médicos, fue la única que emitió esta sustancia. En la política de la empresa se encuentra el realizar acciones sobre el medio ambiente, ya sea sobre el agua, energía y residuos, pero nunca mencionan el aire, por lo que, al no tener una iniciativa propia, el gobierno debe de ejercer la legislación ambiental para regular sobre el impacto ambiental que está causando.

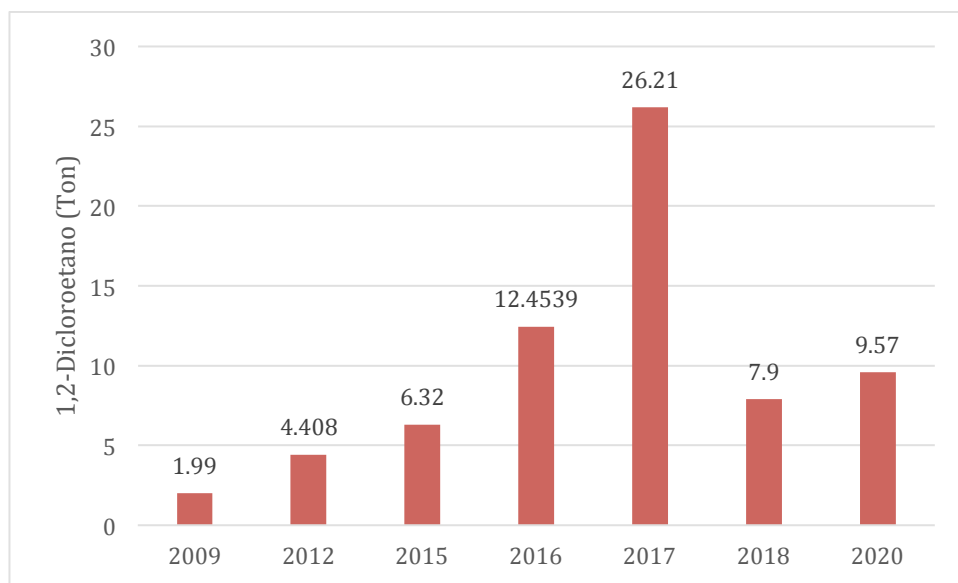


Figura 13. Emisión de 1,2-Dicloroetano en el CPE durante los años 2009 al 2020.

Estireno (Fenil etileno)

El estireno se conoce también. como vinilbenceno, etilbenceno, cinameno o feniletileno. Es usado, como diluyente reactivo para resinas de poliestireno saturadas, tiene un olor desagradable y es un conocido irritante para los ojos, nariz y garganta. A altas concentraciones, la exposición a vapor de estireno produce narcosis y la exposición repetida puede inducir efectos citogenéticos en linfocitos periféricos en las personas expuestas en ambientes laborales. La actividad cancerígena en el hombre sigue siendo incierta, pero se ha reportado este efecto en animales (Cousillas et al., 2007).

Estas resinas plásticas, reforzadas con estireno, se emplean para la fabricación de objetos de gran volumen como piscinas, yates, carrocerías de automóviles, cabinas y otras partes de vehículos, contenedores, tubos, láminas y también en pinturas y cementos. La mayoría de estos productos contienen estireno en forma de una cadena larga (poliestireno) como también estireno sin formar cadenas (Cousillas et al., 2007).

El estireno (líquido o vapor), puede penetrar en el organismo por inhalación o por vía dérmica. En el organismo es oxidado a óxido de estireno y seguidamente hidrolizado a estirenglicol que se transforma en ácido mandélico y luego en ácido fenilglicoxílico. Una pequeña porción puede ser eliminada por vías respiratorias en forma inalterada pero la mayor parte lo hace a través de la orina como ácido mandélico y ácido fenilglicoxílico, con una vida media entre 5 y 10 horas. Los objetos fabricados con las resinas reforzadas pueden liberar al medio ambiente, vapor de estireno lo que conlleva a tener una exposición indirecta al disolvente (Cousillas et al., 2007).

Para esta sustancia solo se presentó un registro de emisión por parte de la empresa Instrumentos Musicales Fender S.A. de C.V., que reporta 9.44 toneladas en el año 2015, las que sumadas a las emisiones de ese año se pueden apreciar en la figura 14, en donde se ve distribuida la contaminación a lo largo de la mancha urbana de Ensenada.

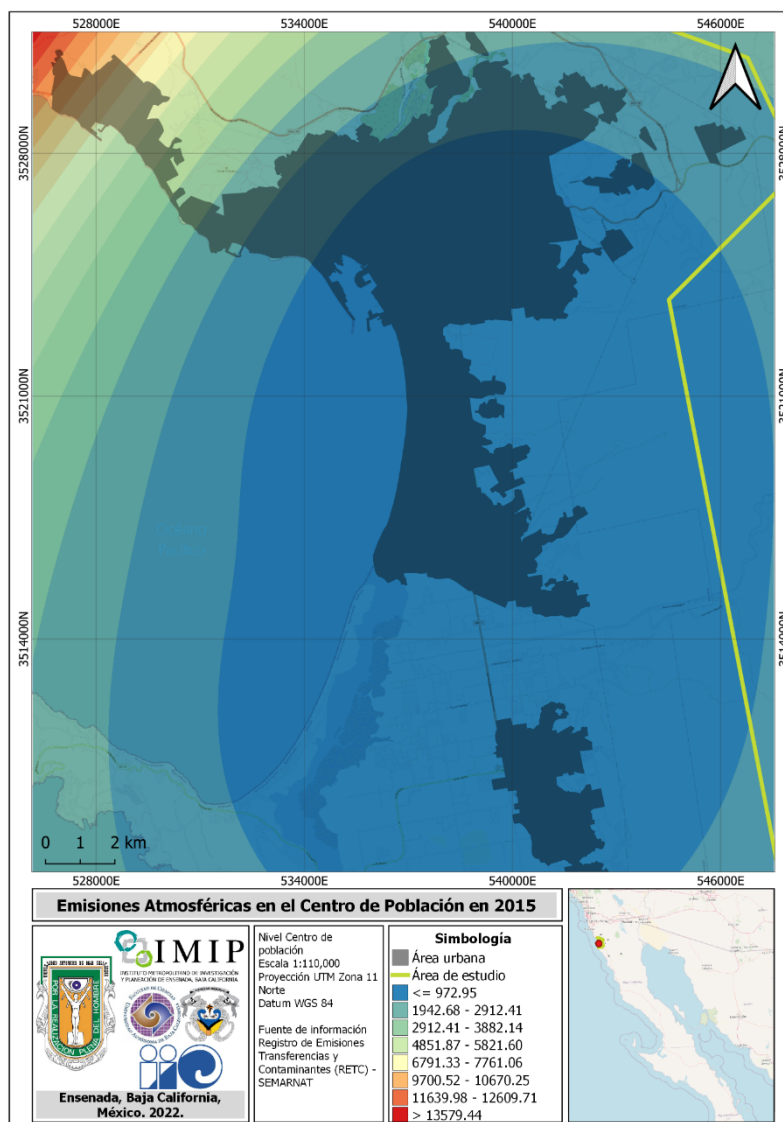


Figura 14. Emisiones atmosféricas del año 2015 en el CPE.

Los contaminantes atmosféricos representan un importante problema de salud ambiental. Se ha estudiado que los COV, CO₂, CO, SO₂, NO_x, H₂S, SPM, PM₁₀, PM_{2.5} y Pb son responsables del desarrollo de diversos riesgos en el aire que pueden crear efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana (Türk, 2011). Esta contaminación del aire es el resultado de las actividades humanas, daña los procesos naturales de la atmósfera y afecta negativamente a la salud pública. En la actualidad se reconoce que varias ciudades de América latina y Europa tienen niveles insostenibles de contaminantes que afectan negativamente a la

calidad del aire. Hasta los años 80, 1.300 millones de personas vivían en ciudades donde la contaminación superaba las normas de calidad del aire, según la OMS, alrededor del 98% de las ciudades de los países de ingresos bajos y medios con más de 100.000 habitantes no cumplen los parámetros estándar de calidad del aire (Osseiran, 2016).

Dentro de la legislación ambiental que rige los impactos que causan los contaminantes ambientales se encuentran diversas leyes y normas, las cuales tienen distintas especificaciones, dentro de las leyes y sus reglamentos están la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente (LGEEPA), Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, Ley General de Cambio Climático y Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones, mientras que las Normas Oficiales Mexicanas cuentan con distintas especificaciones (Tabla 4), sin embargo falta regulación de muchas sustancias, como el Benceno, así como actualización periódica de la legislación ambiental. Se han hecho algunas actualizaciones muy oportunas, ya que algunas normas no habían sido actualizadas desde 1993, como es el caso de la NOM-023-SSA1-1993, la cual se actualizó en el 2020.

Tabla 4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Norma Oficial Mexicana
Partículas PM10	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	75 µg/m³ Máximo	NOM-025-SSA1-2014
		Crónica	--	40 µg/m³	

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Norma Oficial Mexicana
				Promedio anual	
Partículas PM2.5	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	45 µg/m³ Máximo	
		Crónica	--	12 µg/m³ Promedio anual	
Ozono (O3)	Dato horario	Aguda	No se permite	0.095 ppm Máximo	NOM-020-SSA1-2014
	Promedio móvil de 8 hora		No se permite	0.070 ppm Máximo	
Dióxido de azufre (SO2)	Promedio de 1 hora	Aguda	Máximo 3 años consecutivos	0.075 ppm Segundo máximo	NOM-022-SSA1-2019
	Promedio de 24 horas	Aguda	Máximo 3 años consecutivos	0.04 ppm Máximo	
Dióxido de nitrógeno (NO2)	Promedio de 1 hora	Aguda	1 vez al año	0.106 ppm Segundo máximo	NOM-023-SSA1-2020
	Anual		1 vez al año	0.021 ppm	
Monóxido de carbono (CO)	Promedio 1 hora	Aguda	1 vez al año	26 ppm	NOM-021-SSA1-2021
	Promedio móvil de	Aguda	1 vez al año	9 ppm Segundo	

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Norma Oficial Mexicana
	8 hora			máximo	
Plomo (Pb)	Promedio anual	Crónica	No se permite	0.5 µg/m³	NOM-026-SSA1-2020

7.3 Relación con la población

Según el censo de población de INEGI 2020, en Ensenada existían 443,807 personas, de las cuales 222,500 son mujeres y 221,307 son hombres. Con base a esos datos se determinó que son 71,043 las personas que habitan en un total de 75 AGEB (Tabla 6), las cuales corresponden a las áreas dentro del perímetro de la sustancia contaminante emitida por las industrias (Figura 11), de los cuales 36,379 son mujeres y 34,664 son hombres.

Tabla 5. Población afectada dentro de la zona aledaña a la fuente contaminante.

Fuente. Censo INEGI 2020

0 a 24 años		60 y más	
Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
24,022	24,475	12,357	10,189
48,497		22,546	
71,043			

Diversos estudios evidencian la existencia de una asociación entre la contaminación atmosférica y el desarrollo de enfermedades respiratorias en la infancia; MacIntyre et al. (2014) describieron una asociación positiva para la neumonía y en menor grado para la otitis

media dentro de los primeros dos años de vida. Sin embargo, algunos estudios han reportado que la exposición a la contaminación atmosférica mantenida en el tiempo se asocia al desarrollo de asma y que además incrementa el riesgo de padecer enfermedades alérgicas como rinitis y eczema. Por otro lado, algunos síntomas respiratorios, como tos crónica o sibilancias, podrían encontrarse en la población infantil como consecuencia de la contaminación atmosférica. Los/las niños/as son más susceptibles a la contaminación que las personas adultas, ya que sus sistemas respiratorio e inmunológico aún se encuentran en desarrollo y crecimiento. Además, pasan más tiempo fuera de casa y respiran mayor cantidad de aire por kilo de peso, por lo que se encuentran expuestos a dosis más altas de contaminantes (Gutiérrez et al, 2019).

En un estudio de riesgo realizado en el 2014 (Zepeda, 2014), se determinó que las AGEB ubicadas en el área de El Sauzal (Figura 12) presentaron altos niveles de riesgo, al estar ubicadas en zonas cercanas a la industria y al tener a la población concentrada en ellas. En el estudio Zepeda (2014) utiliza la información del censo de INEGI 2010, actualmente contamos con los datos del censo 2020, los que arrojan que actualmente residen un total de 11,371 habitantes en la zona de El Sauzal, lo cual representa el 2.56% de la población total de Ensenada, mientras que en las AGEB presentes en el estudio de riesgo habitan 3,111 personas (Tabla 7).

Todos estos factores aumentan el impacto hacia la población de esa zona, ya que no solo se ven afectados por los efectos de la contaminación en su salud, sino que también por los alcances del riesgo que implica el vivir en zonas de vulnerabilidad y riesgo. Lo que demuestra que la industria y las zonas habitacionales no deben de estar en la misma área urbana.

Tabla 6. AGEB en el área de El Sauzal que coinciden con industrias y riesgo antropogénico.
Fuente. Censo INEGI 2020.

AGEB	0 a 24 años	60 en adelante	Total de AGEB
1147	105	38	143
7324	745	168	913
7409	747	349	1096
7466	109	54	163
7470	139	166	305
7485	361	130	491
70308	1525	670	2195
Total edad	2206	905	3111

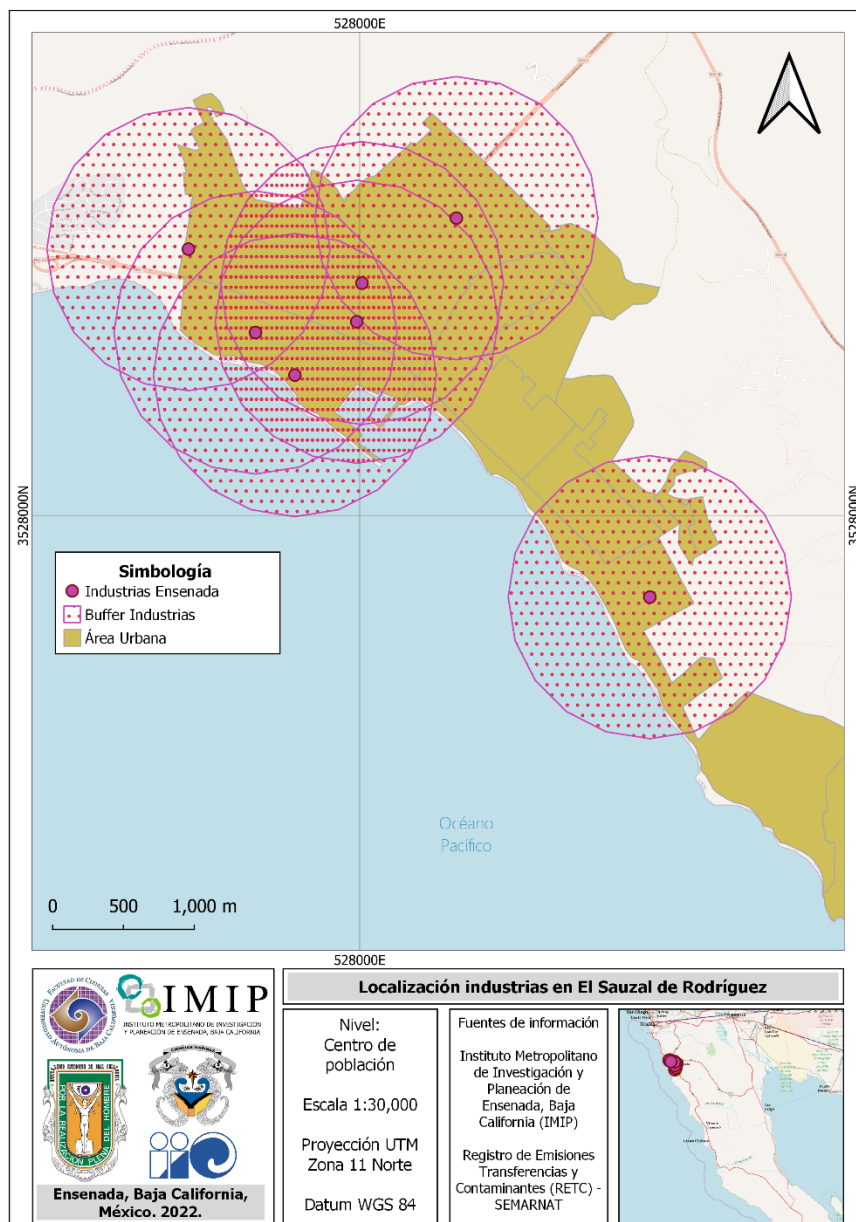


Figura 12. Localización de industrias y AGEB en El Sauzal de Rodríguez.

Los efectos de los contaminantes sobre la salud se han estudiado a través de diversos modelos experimentales (exposición a contaminantes), comparación de poblaciones expuestas versus no expuestas. Considerados separadamente, cada uno de estos tipos de estudios tiene fortalezas y debilidades. Por lo tanto, es el conjunto de resultados obtenidos aplicando estos diferentes diseños en el estudio de los contaminantes, lo que les confiere mayor valor a los efectos encontrados. Los efectos adversos dependen, por una parte, de la concentración y la duración de la exposición y por otra, de la susceptibilidad de las personas expuestas. Los niños y senescentes son especialmente susceptibles a los efectos de los contaminantes (Tabla 6). Por otra parte, la presencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares también aumenta la vulnerabilidad a los contaminantes aéreos, ya que estas condiciones se acompañan de disnea, aumento de la ventilación minuto y dificultad de depuración de las vías respiratorias por edema, inflamación, limitación del flujo aéreo o por disminución de la capacidad de movilización de volúmenes pulmonares. Sin embargo, las personas están habitualmente expuestas a una mezcla de ellos, lo que puede potenciar los efectos atribuidos a cada uno. Es así como se ha descrito potenciación de efectos entre PM₁₀, SO_x, NO_x, CO₂ y más recientemente entre PM_{2.5} y O₃

Estos efectos son múltiples y pueden afectar a los diferentes órganos y sistemas con diversos grados de intensidad. En las últimas décadas los contaminantes atmosféricos también contribuyen en la disminución de la función pulmonar y al aumento de la reactividad bronquial, disminuir la tolerancia al ejercicio y a aumentar el riesgo de bronquitis obstructiva crónica, enfisema pulmonar, exacerbación del asma bronquial y cáncer pulmonar, entre otros efectos se ha puesto énfasis en los efectos cardiovasculares. La morbimortalidad por enfermedades cardiovasculares aumenta con la contaminación atmosférica especialmente de PM_{2.5}, CO₂, CV, CH₄.

En resumen, la evidencia acumulada indica que los contaminantes atmosféricos son responsables de contribuir al aumento de la mortalidad general (Ostro, 1996), de la mortalidad infantil, de la mortalidad de mayores de 65 años y de las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias y cardíacas. Todos ellos son efectos indeseables para la salud de la población expuesta, de allí la importancia de lograr controlarla y eventualmente abatirla (Oyaruzun, 2006, Brumberg, 2021).

VIII. Conclusión

Se considera que el hecho de vivir en las 75 AGEB detectadas es un riesgo para la salud de la población, por lo que se recomienda no instalar más industrias en esas zonas, para evitar con ello la saturación del aire con contaminantes atmosféricos. No hay detección de los contaminantes, la única estación de monitoreo en Ensenada no funciona actualmente, no hay programas para el manejo de la contaminación atmosférica en Ensenada, aunado a que no existe un programa de verificación vehicular, la calidad del aire en el municipio es cada vez menor, esta reducción en la calidad del aire afecta directamente a la salud de las personas que habitan en las zonas aledañas a la fuente emisora, pero también se ven afectados otros aspectos, como el psicológico, el medio ambiental, las actividades esenciales de esparcimiento y a la economía. En acompañamiento con este tipo de análisis, se recomienda la realización de estudios de vulnerabilidad poblacional, para determinar el estado actual de las personas que viven en las zonas aledañas a las industrias, es necesario continuar con las investigaciones y darles seguimiento constantemente para evitar daños a la salud pública, lo que se ramifica en diversos problemas.

Es importante actualizar el marco jurídico en materia de calidad del aire, así como comparar con los criterios internacionales, dado el hecho de que Ensenada se encuentra en un estado fronterizo con Estados Unidos. Es necesario aplicar acciones regulatorias que obliguen

a las empresas a tomar medidas para reducir la producción de emisiones al aire, medidas que deberán ser permanentes, e incorporarse en la planeación urbana, desarrollo del CPE y proyecciones de crecimiento poblacional, para prevenir y responder a contingencias ambientales y atmosféricas. El aumento de las emisiones atmosféricas es y debería ser prioridad de los gobiernos, si es que queremos contribuir al control del aumento de la temperatura del planeta. Para avanzar en la resolución de un problema a nivel global, es necesario empezar con acciones locales, que escalen a nivel de estado y después a todo el país, así se pondrá ser el motor del cambio.

IX. Referencias

Alvarado, M. (2008). Problemática ambiental y urbana, asociada a la actividad industrial del Centro de Población de Ensenada, Baja California, México. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California.

Atkinson, R. W., Kang, S., Anderson, H. R., Mills, I. C., & Walton, H. A. (2014). Epidemiological time series studies of PM_{2.5} and daily mortality and hospital admissions: A systematic review and meta-analysis. *Thorax*, 69(7), 660–665. <https://doi.org/10.1136/THORAXJNL-2013-204492>

Ballesteros, H. B., & Aristizabal, G. L. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Subdirección de Meteorología (Bogotá, Colombia). 96p.

Bautista, F., Cortés, J. L., Quintana, P., Aguilar, D., Gogichaishvili, A., Delgado, C., Cejudo, R., & Morales, J. (2016). Propiedades Magnéticas y color de polvos urbanos como

indicadores proxy de contaminación por metales pesados. Latinmag Letters, Proceedings São Paulo, Brasil, 6(D02), 1-5.

Bullock, S. H., Escoto-Rodríguez, M., Smith, S. V., & Hinojosa, A. (2011). Carbon Flux of an Urban System in México. *Journal of Industrial Ecology*, 15(4), 512–526.
<https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00341.x>

Campos-Gallegos, García-Zárate, M. A., & Arellano-García, M. E. (2016). Riesgo Genotóxico En Residentes Próximos a La Fábrica De Cemex. Ciudad y Sustentabilidad. *Indicadores Urbanos*.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2017). *Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire Ambiente*. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/4-normas-oficiales-mexicanas-nom-de-calidad-del-aire-ambiente>

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2017). *Índice de Calidad del Aire*. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.
<https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/6-indice-de-calidad-del-aire>

Cortés, J. L., Bautista, F., Delgado, C., Quintana, P., Aguilar, D., García, A., Figueroa, C., & Gogichaishvili, A. (2017). Distribución espacial de los metales pesados en polvos urbanos de la ciudad de Ensenada, Baja California, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 23(1), 47–60.
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.02.005>

Cortés, J. L., Bautista, F., Quintana, P., Aguilar, D., & Goguichaishvili, A. (2015). El color del polvo urbano como indicador de contaminación por elementos potencialmente tóxicos: el caso de Ensenada, Baja California, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 21(3), 255–266.
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.02.003>

Cruz Viroso, I., Filgueiras Sainz de Rozas, M., Sorinas González, L., Cabello Eras, J., & Fernández Pérez, L. (2016). Gestión comparada del riesgo en el control de la contaminación atmosférica de Generadores de Vapor. *Ingeniería Energética*, XXXVII (3), 195–206.

Hernández-Guzmán, F.A., Ramírez-Álvarez, N. (n.d.). Contaminantes orgánicos volátiles y semivolátiles en aire en la franja fronteriza costera del estado de Baja California, México.

Fernández-Cadete, L. A., & Santana-romero, J. L. (2020). Comportamiento de la contaminación atmosférica en las industrias y su afectación a la salud humana. 034, 339–355.

García Zarate, M., Arellano, E., Daesslé Heuser, L., Villada Canela, M., & Quintero Núñez, M. (2015). Mapa cualitativo para el análisis de riesgo por BTEX por proximidad con gasolineras en la ciudad de Ensenada, Baja California, México. *Revista de Salud Ambiental*, 15(15), 4–12.

García-Zarate M. A., Arellano-García, M. E., Luis Walter Daesslé, I. Espejel, Villada-Canela, M., Patricia Aceves-Calderón, Margarito Quintero-Núñez, Christine Von-

Glascoe, M. C. Arredondo García, & Ricardo Eaton-González. (2014). Emisión de BTEX por las gasolineras, proximidad geográfica y síntomas neurológicos en residentes de Ensenada, Baja California, México. Conference: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos CICA – 2014, 124–139.

García-Zárate, M. A., Arellano-García, M. E., Villada-Canela, M., Aceves-Calderón, P. M., Ruiz Arellano, A. E., Von-Glascoe, C. A., & Quintero-Núñez, M. (2017). Aglomeración urbana en la estimación de escenarios de riesgo sanitario por emisiones de gasolineras: el caso de Ensenada, Baja California. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(3), 322–334.
<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n3a03>

García-Zárate, M. A., Arellano-García, M. E., Eaton-González, R., Castañeda-Yslas, I. Y., González-Zepeda, G. (2013). Aplicación de SIG para detectar zonas de vulnerabilidad y riesgo por la ubicación de estaciones de servicio en la zona urbana Caso estudio Ensenada Baja California. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 9(1), 162–169.

González-Zepeda, G. (2014). Propuesta de Modelo base para el análisis de riesgo antropogénico por presencia de industria en zona urbana. Universidad Autónoma de Baja California.

Hernández-Cadena, L., Barraza-Villarreal, A., Ramírez-Aguilar, M., Moreno-Macías, H., Miller, P., Carbajal-Arroyo, L. A., & Romieu, I. (2007). Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud Pública de México*, 49(1), 27–36.

<https://doi.org/10.1590/S0036-36342007000100005>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2019). *Estado de la Calidad del Aire en México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

<https://www.gob.mx/inecc/es/articulos/estado-de-la-calidad-del-aire-en-mexico?idiom=es>

IMIP. 2009. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Ensenada 2030. Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ensenada. Ensenada, B.C. México. 359 p.

León-Castro, Helena Li Kiang, (2010). Relación Ambiente y Salud Infantil para el Centro de Población Urbano de Ensenada Baja California, México. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California.

López, D. (2014). Gobernanza estratégica para la gestión de la calidad del aire en el estado de Baja California (Issue September).

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2018. *Calidad del aire y salud. Datos y cifras*. Organización Mundial de la Salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat). (s.f.). *Contaminación, automóviles y calidad del aire*. ONU-Hábitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>

Padilla, L. S. (2016). Diversificación sectorial y proyección internacional del municipio de Ensenada, México. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 241-273.

Padilla y Sotelo, L. S., & Ángeles Dorantes, A. (2018). Metropolización de la ciudad de Ensenada, Baja California.

Pérez, A. S. (1988). El proceso de industrialización en Baja California. *Estudios Fronterizos*, (15- 16), 185-196.

Placeres, M. R., & Toste, Olite, F. M. Á. T. (1991). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Clinical Nuclear Medicine*, 16(10), 780–781.
<https://doi.org/10.1097/00003072-199110000-00018>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). *Objetivo 3: Salud y bienestar*. PNUD. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-3-good health-and-well-being.html>

Ramos Rincón, J. M., Bermúdez, A., & Rojas, T. (2018). Contaminación odorífera: causas, efectos y posibles soluciones a una contaminación invisible. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 165–180.
<https://doi.org/10.22490/21456453.205>

Türk, Y. A., & Kavraz, M. (2011). Air Pollutants and Its Effects on Human Healthy: The Case of the City of Trabzon. In *Advanced Topics in Environmental Health and Air Pollution Case Studies*. IntechOpen.

Osseiran, N., & Chriscaden, K. (2016). Air pollution levels rising in many of the world's poorest cities. WHO: Geneva, Switzerland.

Oyarzun G, Manuel. (2006). Desencuentros entre los conocimientos y las políticas públicas para afrontar la contaminación atmosférica. Rev. chil. enferm. respir., vol.22, n.3, pp.151-154.

Brumberg, H. L., Karr, C. J., Bole, A., Ahdoot, S., Balk, S. J., Bernstein, A. S., ... & Trasande, L. (2021). Ambient air pollution: health hazards to children. Pediatrics, 147(6).

Ostro B, Sanchez JM, Aranda C, Eskeland GS. (1996). Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. J Expo Anal Environ Epidemiol.

Ordoñez-Sánchez, Y. C., Reinos-Valladares, M., Hernández-Garces, A., & Canciano-Fernández, J. (2018). Aplicación de modelos simplificados para la dispersión de contaminantes atmosféricos. Caso de estudio. Revista Cubana de Química, 30(1), 90-103.

Pino, S. L., Sisalema, L. A., & Barros, D. V. (2020). Los costos de la salud y la calidad del agua en el Estero Salado de la ciudad de Guayaquil-Ecuador. Revista ESPACIOS. ISSN, 798, 1015.

Oyarzún, M., & Valdivia, G. (2021). Impactos en la salud de la contaminación del aire. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias, 37(2), 103-106.

- Montero López, I. L., Vinueza Veloz, M. F., Castillo López, G. A., Ruano Ipiales, D. S., & Martín Barceló, N. (2020). Afecciones respiratorias y contaminación ambiental en Riobamba, Ecuador. *Correo Científico Médico*, 24(1), 117-132.
- Portilla, C., Corvo, F., Fernández, D., Valdés, C., & Pérez, J. (2010). Contaminación ambiental y su influencia en las edificaciones. Estudios preliminares. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 41, 1-8.
- Gómez, R. M., Filigrana, P. A., & Méndez, F. (2008). Descripción de la calidad del aire en el área de influencia del Botadero de Navarro, Cali, Colombia. *Colombia Médica*, 39(3), 245-252.
- Kota, S., Zhang, H., Chen, G., Schade, G., & Ying, Q. (2014). Evaluation of on-road vehicle CO and NOx National Emission Inventories using an urban-scale source-oriented air quality model. *Atmospheric Environment*, 99-108
- Olcinas Cantos, (2009). Cambio climático y riesgos climáticos en España. *Investigaciones Geográficas (España)*, (49), 197-220.
- Ballesteros, H. B., & Aristizabal, G. L. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Subdirección de Meteorología (Bogotá, Colombia). 96p.
- IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables políticos. IPCC. 9p.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Caraguay, L., & López-Sánchez, M. (2021). El papel del consumo de energías renovables sobre los gases de efecto invernadero a nivel global: Análisis econométrico de datos de panel. *Revista Económica*, 9(1), 61-72.

Infield, E. M. H., & Gurrán, N. (2018). Urban Form and Climate Change: Balancing Adaptation and Mitigation in the US and Australia. In *Planning for Climate Change* (pp. 332-339). Routledge.

CEPAL. (2008). *Energía y cambio climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile: Impreso en Naciones Unidas.

Santana Castro, María Mercedes, Torrens Pérez, María Elena, Santana Castro, Luis Alberto, & García Delgado, Estelia. (2020). Enfermedades ocupacionales por exposición a benceno en trabajadores de gasolineras. *Revista San Gregorio*, (40), 157-175. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i40.1395>

National Cancer Institute. (2019). *Cancer-causing substances*. National Cancer Institute. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/benzene>

CEMEX. (2021). *Futuro en Acción*. CEMEX. <https://www.cemexmexico.com/sostenibilidad/futuro-en-accion>

IPCC. (2018). *Properties of CO₂ and carbon-based fuels*. IPCC https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_annex1-1.pdf

- Zilio, M. I. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. Un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y Sociedad*, 14(22), 133-161.
- Garduño, R. (2004). ¿Qué es el efecto invernadero? Cambio climático: una visión desde México, 29.
- Fernández, J. L. U. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Real Academia de medicina y cirugía de Valladolid*, (50), 71-98.
- Gutiérrez Oyarce, A., Ferrero, A., Estarlich, M., Esplugues, A., Iñiguez, C., & Ballester, F. (2019). Exposición ambiental a dióxido de nitrógeno y salud respiratoria a los 2 años en la Cohorte INMA-Valencia. *Gaceta Sanitaria*, 32, 507-512.
- MacIntyre, E., et al. (2014). Air pollution and respiratory infections during early childhood: an analysis of 10 European birth cohorts within the ESCAPE project. *Environ Health Perspect.*, 122, pp. 107-113. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1306755>
- Albi, T. R., Izquierdo, R. L., Hernández, A. C., Torrero, F. M., Díez, P. B., Álvarez, D., & del Campo Matías, F. (2021). Influencia del dióxido de nitrógeno ambiental en las consultas a urgencias por asma en un entorno con baja contaminación: análisis de series temporales y casos cruzados. *Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*, 33(6), 421-426.
- Martínez, J. R., Lugo, R. L., & García, Y. G. BIODEGRADACIÓN ANAEROBIA DEL 1, 2-DICLOROETANO, UTILIZANDO UN SISTEMA DE BIOPELÍCULAS.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2022. *Reseña Toxicológica del 1,2-dicloroetano*. Servicio de Salud Pública
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts38.html

SEMARNAT. (s.f.). Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc>

Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada. (2021). *Qué es el IMIP*.
Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada.
<https://imipens.org/que-es-el-imip/>

Agencia para Sustancias Tóxicas. (ATSDR). (2000). *Reseña Toxicológica Cloruro de Metileno*. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos.
<https://www.atsdr.cdc.gov>

Cousillas, A., Martínez, G., & Mañay, N. (2007). Exposición a estireno en cabinas prefabricadas: Estudio comparativo 2003-2005. *Acta toxicológica argentina*, 15(2), 35-38.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire ProAire*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programas-de-gestion-para-mejorar-la-calidad-del-aire>

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California 2018-

2027. (2018). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310361/24_ProAire_Baja_Californi
a.pdf

Grandjean P, Landrigan PJ. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. Lancet.

2006 Dec;368(9553):2167-78.

X. Anexos

AÑO	NOMBRE	SECTOR	SUSTANCIA	AIRE Kg	AIRE Tonelada
2010	Augen Opticos S.A. de C.V.	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Cloruro de metileno	1140	1.14
	Comisión Federal de Electricidad Central Turbogás Ciprés	Generación de energía eléctrica	Bióxido de nitrógeno	5470	5.47
	Comisión Federal de Electricidad Central Turbogás Ciprés	Generación de energía eléctrica	Bióxido de carbono	904900	904.90
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Bióxido de carbono	395693000	395.693.00
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	3440	3.44
	FABRICAS MONTERREY, S.A. DE C.V.	Artículos y productos metalicos	Bióxido de carbono	2623000	2.623.00
	PEMEX REFINACION Terminal de Almacenamiento Y Reparto Ensenda B. C.	Petroleo y petroquímica	Bióxido de carbono	3803	3.80
2011	Augen Opticos S.A. de C.V.	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Cloruro de metileno	6326.4	6.33
	BAJA ORIENTE, S.A. DE C.V.	Automotriz	Bióxido de carbono	6395.2	6.34
	Comisión Federal de Electricidad Central Turbogás Ciprés	Generación de energía eléctrica	Bióxido de carbono	1054000	1.054.00
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Bióxido de carbono	275209000	275.209.00
	FABRICAS MONTERREY, S.A. DE C.V.	Artículos y productos metalicos	Bióxido de carbono	2960000	2.960.00
	PEMEX REFINACION Terminal de Almacenamiento Y Reparto Ensenda B. C.	Petroleo y petroquímica	Bióxido de carbono	4060	4.06
	Augen Opticos S.A. de C.V.	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Cloruro de metileno	5800	5.80
2012	BAJA ORIENTE, S.A. DE C.V.	Automotriz	Bióxido de carbono	6332	6.33
	Comisión Federal de Electricidad Central Turbogás Ciprés	Generación de energía eléctrica	Bióxido de carbono	641000	641.00
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Bióxido de carbono	310803000	310.803.00
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2823.7952	2.82
	FABRICAS MONTERREY, S.A. DE C.V.	Artículos y productos metalicos	Bióxido de carbono	2960000	2.960.00
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	4408.96	4.41
	PEMEX REFINACION Terminal de Almacenamiento Y Reparto Ensenda B. C.	Petroleo y petroquímica	Bióxido de carbono	3911	3.91
2013	Augen Opticos S.A. de C.V.	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Cloruro de metileno	10556	10.56
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2748.944	2.75
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Bióxido de carbono	299725000	299.725.00
	FABRICAS MONTERREY, S.A. DE C.V.	Artículos y productos metalicos	Bióxido de carbono	2960000	2.960.00
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	2668.43	2.67
	PEMEX REFINACION Terminal de Almacenamiento Y Reparto Ensenda B. C.	Petroleo y petroquímica	Bióxido de carbono	3809	3.81
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2733.662	2.73
2014	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	5351.04	5.35
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	3021.394648	3.02
	INSTRUMENTOS MUSICALES FENDER SA DE CV,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Estireno (Fenil etileno)	9437.25	9.44
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	6318.69	6.32
	Comisión Federal de Electricidad Central Turbogás Ciprés	Generación de energía eléctrica	Bióxido de carbono	14329430	14.329.43
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	3500.72208	3.50
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	12453.9	12.45
2015	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Cloruro de metileno	1194.52	1.19
	Comisión Federal de Electricidad Central Turbogás Ciprés	Generación de energía eléctrica	Bióxido de carbono	6409100	6.409.10
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	3500.72208	3.50
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	26216.41	26.22
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2903.178	2.90
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	7905.65	7.91
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	Cloruro de metileno	870.77	0.87
2016	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2351.366	2.35
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2665.147	2.67
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	9577.2	9.58
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2351.366	2.35
	CEMEX MÉXICO S.A. DE C.V. PLANTA ENSENADA	Cemento y Cal	Benceno	2665.147	2.67
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	9577.2	9.58
	ICU MEDICAL DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.,	Artículos y productos compuestos de diferentes materiales	1,2-Dicloroetano	9577.2	9.58

