

Impacto del clima, la contaminación y las condiciones socioeconómicas de las personas en su salud respiratoria en Santiago de Chile

Motivación y Contexto

Los santiaguinos enfrentan un constante desafío en su día a día con el alto índice de **contaminación atmosférica** con la que tienen que vivir; uno de los mayores responsables es el material particulado fino (PM_{2.5}), que pone en riesgo a quienes habitan la ciudad de Santiago de Chile. A pesar de la implementación de leyes para mejorar las condiciones ambientales en las últimas décadas, como reducir la concentración de PM_{2.5} de aproximadamente de 68,8 µg/m³ a 29,3 µg/m³ en las últimas décadas, las medidas llevadas a cabo no han sido suficientes para anular la contaminación; si bien se han reducido sus niveles en las últimas décadas, estos siguen superando con creces el límite anual recomendado por la OMS (10 µg/m³) y por la normativa chilena (20 µg/m³) ([WikipediaHandbook Geoespacial](#)).

Como si no fuera suficiente, la concentración de este material particulado varía según la temporada. En el invierno, la situación solo empeora: en episodios críticos, los niveles diarios de PM_{2.5} superan la norma diaria chilena de 50 µg/m³ y el estándar internacional de la OMS de 25 µg/m³, permaneciendo en elevados niveles por días ([ACP](#)). La acumulación de PM_{2.5} se favorece de diversos factores como la geografía de Santiago, pues este tiene una característica forma de cuenca geográfica debido a la cadena cordillerana que la rodea, y fenómenos meteorológicos como la **inversión térmica** y reducida ventilación ([Wikipedia](#)).

Los elevados niveles de PM_{2.5} afectan directamente a la salud de las personas, al ser un material nocivo a la salud. En estas fechas del año (invierno principalmente) se reporta un incremento significativo de enfermedades respiratorias (como bronquitis, neumonía y crisis asmáticas), especialmente entre niños, adultos mayores y personas con condiciones crónicas ([PubMedMedicina UC](#)). Si bien no hay cifras exactas de hospitalizaciones públicas recientes, dichos episodios han sido asociados con aumentos en las consultas de urgencia y en la gravedad de casos respiratorios ([PubMedMedicina UC](#)).

El aumento de enfermedades puede tener muchos efectos en la calidad de vida de las personas y de quienes los rodean. Sabemos que la salud en Chile representa un costo económicamente alto. Aquí es donde se empieza a formar una brecha entre quienes pueden permitirse qué o cuáles tratamientos; sumado a que por lo general las comunas de menos recursos implementan menos proyectos de limpieza y ecología lo que las convierte en ambientes más propensos a la acumulación de estas sustancias que mal afectan a la salud respiratoria de sus habitantes, aumentando las probabilidades de estos de deteriorar su salud respiratoria. La **Encuesta CASEN** documenta brechas en ingreso per cápita y acceso a

condiciones saludables entre comunas, reforzando la necesidad de analizar el factor socioeconómico como variable moderadora de vulnerabilidad [SciELOPubMed](#).

Es necesario identificar los **patrones del cambio climático**, los **efectos contaminación ambiental** y la **dimensión socioeconómica** incorporando las **afecciones de salud respiratoria** que en su totalidad representan la realidad que viven los ciudadanos de Santiago de Chile. Reunir todos estos factores nos permiten crear un panorama más claro de lo que necesitan las personas, y de esta manera también, nos permite buscar y planificar estrategias que puedan sostener políticas públicas más efectivas.

Objetivos

- Investigar la relación entre variables meteorológicas y niveles de contaminación en Santiago.
- Evaluar cómo incide la contaminación atmosférica en la formación de enfermedades respiratorias.
- Analizar diferencias por comuna y el nivel socioeconómico promedio en cada una de ellas.
- Desarrollar un modelo estadístico predictivo (regresión logística o modelos de clasificación supervisada) que permita estimar el riesgo de incremento en enfermedades respiratorias a partir de datos de clima y polución.
- Generar evidencia que pueda servir de apoyo a políticas públicas en salud y medioambiente.

Datos

- <https://power.larc.nasa.gov/docs/services/> [NASA POWER API]. Variables: temperatura (T2M), humedad relativa (RH2M), radiación solar, velocidad/dirección del viento, precipitación. Acceso: gratuito vía API REST, CSV/JSON/NetCDF.
- <https://sinca.mma.gob.cl/> [Web SINCA (Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire, MMA Chile)]. Variables: PM10, PM2.5, NO2, O3, CO, SO2, registros de monitoreo en todas las estaciones de la RM con datos horarios. Acceso: descarga gratuita en CSV.
- <https://deis.minsal.cl/#datosabiertos> [DEIS (Departamento de Estadísticas e Información de Salud, MINSAL)]. Variables: egresos hospitalarios, atenciones por causas respiratorias (ej. bronquitis, neumonía, crisis asmática), defunciones por enfermedades respiratorias por comuna/provincia, anual y mensual. Acceso: CSV y XLS abiertos.
- <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen> [Encuesta CASEN (Ministerio de Desarrollo Social)]. Variables: ingreso per cápita, escolaridad, empleo, características del hogar comunal y regional, cada 2–3 años. Acceso: SPSS/Stata/CSV. Fuente alternativa: INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile)

<https://www.ine.gob.cl/estadisticas>, Variables: índices de pobreza, distribución de ingresos, indicadores económicos por región.

- https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071885602009000200003&script=sci_arttext&lng=pt Aumento del riesgo de consultas cardiovasculares por contaminación atmosférica por partículas. Estudio en la ciudad de Santiago.
- https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482021000200103 Impactos en la salud de la contaminación del aire.

- NASA POWER API: temperatura, humedad relativa, radiación solar, viento, precipitación.
- SINCA (MMA Chile): PM10, PM2.5, NO2, O3, CO, SO2 en estaciones de monitoreo de la RM.
- DEIS (MINSAL): egresos hospitalarios y defunciones por enfermedades respiratorias por comuna/provincia.
- CASEN/INE: ingreso per cápita, escolaridad, empleo, pobreza y otros indicadores socioeconómicos.

Preguntas de investigación

1. ¿Cómo se relacionan las condiciones climáticas y la polución del aire en Santiago, y cómo estas inciden en la formación de enfermedades respiratorias en distintos niveles socioeconómicos?
2. ¿Qué variables climáticas están más correlacionadas con episodios de alta contaminación atmosférica?
3. ¿Cómo cambia la frecuencia de registros de consultas médicas por enfermedades respiratorias durante los períodos de alta concentración de material particulado?
4. ¿Qué índices de polución presentan las comunas de Santiago de Chile con mayor registro de vulnerabilidad socioeconómica?, ¿y las comunas con menor registro de vulnerabilidad socioeconómica?
5. ¿Se puede predecir el riesgo de aumento de enfermedades respiratorias a partir de datos meteorológicos y calidad del aire?
6. ¿Existen diferencias estacionales (invierno vs verano) en la relación clima–polución–salud?

Diseño Tentativo

El proyecto comenzará con un análisis exploratorio de datos (EDA), utilizando visualizaciones de series temporales y mapas de calor para identificar patrones en clima, polución y salud. Posteriormente se aplicarán métodos estadísticos como regresión múltiple para evaluar el impacto de variables climáticas y contaminantes en la salud. También se explorará la aplicación de modelos de clasificación básicos (por ejemplo, regresión logística) para estimar el riesgo de incremento de enfermedades respiratorias, y técnicas de clustering para agrupar comunas según su nivel de vulnerabilidad. Los modelos serán evaluados con métricas apropiadas como RMSE para regresión y precisión/F1-score para clasificación.

Referencias

1. Magri, C. (2017). PSU. Handbook Geospatial PSU Education. https://handbook.geospatial.psu.edu/sites/default/files/capstone/Ogle_596B_Presentation_20171019.pdf
2. Barraza, F., Lambert, F., Jorquera, H., Villalobos, A. M., and Gallardo, L.: Temporal evolution of main ambient PM_{2.5} sources in Santiago, Chile, from 1998 to 2012, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 10093–10107, <https://doi.org/10.5194/acp-17-10093-2017>, 2017.
3. Wikipedia contributors. (2025, September 3). Santiago. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 02:39, September 10, 2025, from <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Santiago&oldid=1309291744>
4. Number of visits for respiratory diseases in 2 sentinel centers (adults and children). Santiago, Chile. 2024. (s. f.). PubMedicinaUC. <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2024/11/271124-Grafico6-Respiratory-syndromes.pdf>
5. Garcia-Chevesich, P. A., Alvarado, S., Neary, D. G., Valdes, R., Valdes, J., Aguirre, J. J., Mena, M., Pizarro, R., Jofré, P., Vera, M., & Olivares, C. (2014). Respiratory disease and particulate air pollution in Santiago Chile: contribution of erosion particles from fine sediments. *Environmental pollution* (Barking, Essex: 1987), 187, 202–205. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.12.028> .