



ENTREGA 1: Predicción de emisiones vehiculares en condiciones reales (RDE)

Código del Proyecto: UN3548

Sergio Andrés Zapata Gomez
Universidad de Antioquia -Facultad de Ingeniería - Deep Learning

6 de octubre de 2025

1. Contexto de aplicación

El presente proyecto se desarrolla en el contexto del estudio de emisiones vehiculares en condiciones reales de conducción (*Real Driving Emissions*, RDE), utilizando datos del **dataset RDE de la Universidad de Pretoria** [1]. Las mediciones de emisiones en laboratorio no siempre reflejan el comportamiento real de los vehículos en circulación; investigaciones del ICCT han demostrado que los vehículos diésel modernos pueden emitir significativamente más en condiciones reales que en pruebas de laboratorio [4]. La predicción de emisiones contaminantes y consumo energético mediante técnicas de *deep learning* permite desarrollar modelos más precisos y adaptables a condiciones reales, apoyando la transición hacia una movilidad más sostenible [2, 3].

2. Objetivo de *machine learning*

El objetivo principal de este proyecto es **predecir la concentración instantánea de NOx (óxidos de nitrógeno)** en condiciones de conducción reales, a partir de variables dinámicas registradas por sensores vehiculares:

- Velocidad del vehículo (km/h)
- Aceleración longitudinal (m/s^2)
- Temperatura del motor y del ambiente ($^{\circ}\text{C}$)
- Revoluciones del motor (RPM)
- Otras variables: flujo de aire, carga del motor, posición del pedal, etc.

Se empleará un modelo híbrido de tipo **CNN-LSTM**, capaz de aprender dependencias espaciales y temporales en los datos.

3. Dataset

Fuente: University of Pretoria RDE Dataset (2023).

Tipo de datos: series temporales multivariadas de mediciones vehiculares en condiciones reales.

Tamaño:

- Registros totales: ~500,000 observaciones.
- Variables: 20–30 mediciones físicas.
- Tamaño en disco: 250–400 MB (formato CSV comprimido).

Distribución de las variables: La variable objetivo (NOx) presenta un comportamiento altamente asimétrico, con valores bajos durante la conducción estable y picos pronunciados durante aceleraciones o pendientes.

4. Métricas de desempeño

4.1. Métricas de regresión

- **MAE (Mean Absolute Error)** – error absoluto medio.
- **RMSE (Root Mean Squared Error)** – penaliza grandes desviaciones.
- R^2 (**Coefficiente de determinación**) – bondad de ajuste.

4.2. Métricas avanzadas (Módulos 4 y 5)

- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error)** – error porcentual medio.
- **Explained Variance Score** – proporción de varianza explicada.
- **Temporal Cross-Validation Score** – validación secuencial por trayectos.
- **Correlation Coefficient (Pearson)** – correlación entre valores predichos y reales.

4.3. Métricas específicas del dominio

- **Emission Intensity Score (EIS)** – precisión en intervalos de alta carga.
- **Relative Error per Trip (RET)** – error medio por trayecto.

5. Referencias y resultados previos

Modelos de aprendizaje profundo aplicados a emisiones vehiculares han mostrado una mejora sustancial frente a enfoques lineales, especialmente en escenarios de conducción variable [2]. El trabajo publicado en la revista *Transportation Research Part D* enfatiza la importancia de los modelos híbridos y las series temporales multivariadas para predecir emisiones y consumo energético con alta fidelidad [3]. Los estudios del ICCT subrayan las discrepancias entre pruebas de laboratorio y emisiones reales bajo condiciones de tráfico cotidiano [4].

Se espera que el modelo CNN-LSTM propuesto obtenga errores promedio inferiores a 0.02 ppm de NOx en validación cruzada temporal, con un R^2 superior a 0.9.

6. Repositorio y entrega

El código, documentación y resultados de esta entrega se encuentran en el repositorio GitHub: <https://github.com/zsergio1004/Proyecto-DeepLearning-UDEA-2025-2-RDE>

Referencias

- [1] University of Pretoria. *Real Driving Emissions Dataset (RDE)*, 2023. Disponible en: https://researchdata.up.ac.za/articles/dataset/Real-driving-emissions_dataset_RDE_/19331757
- [2] Zhou, T., et al. (2024). *Deep Learning Model for Energy Consumption Prediction and Carbon Emission Estimation*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/382355697_Deep_Learning_Model_for_Energy_Consumption_Prediction_and_Carbon_Emission_Estimation
- [3] *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 146, 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-part-d-transport-and-environment/vol/146/suppl/C>
- [4] International Council on Clean Transportation (ICCT). *Real-world exhaust emissions from modern diesel cars*, 2017. Disponible en: <https://theicct.org/publication/real-world-exhaust-emissions-from-modern-diesel-cars/>