

# Resultados finales

*En este reporte, presentamos los resultados finales del modelo de regresión entrenado para evaluar el impacto de métricas económicas en el PIB de un país específico:*

## Hallazgos e insights

El modelo entrenado en este ejercicio cuenta con múltiples limitaciones que lo convierten en un modelo no adecuado para realizar predicciones sobre el PIB proyectado para algún país. Sin embargo, todavía se puede extraer información valiosa sobre el proceso de entrenamiento, así como de los coeficientes resultantes.

### Análisis del dataset

Desde un punto inicial, intentar entrenar un modelo de regresión con un número relativamente pequeño de datos iniciales (~170 países, incluidos algunos duplicados y valores nulos para algunas métricas) puede resultar en errores altos. Esta puede ser la primera limitación para la realización de este ejercicio, pero se pueden seleccionar variables con la menor cantidad de valores nulos para tener el mayor número de datos disponibles.

De las variables elegidas, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Las variables de tasa de empleo y de urbanidad siguen distribuciones similares a la normal, con sus medianas ligeramente sesgadas, pero sin presentar outliers, lo que facilita su análisis (Figuras 1 y 2)
- La variable de consumo acumulado de CO<sub>2</sub> es presentada en unidades y órdenes de magnitud completamente diferentes al resto de variables, lo que tiene un impacto considerable en el cálculo de coeficientes para el modelo de regresión.
- La variable de expectativa de vida al nacer no es tan significativa para calcular el PIB como otros factores.

Adicionalmente, la implementación de variables categóricas permite identificar tendencias entre múltiples regiones geopolíticas, posiblemente causadas por políticas económicas alineadas entre países de una misma región, pero la diferencia entre el número de países entre regiones puede generar sesgos considerables al entrenar el modelo.

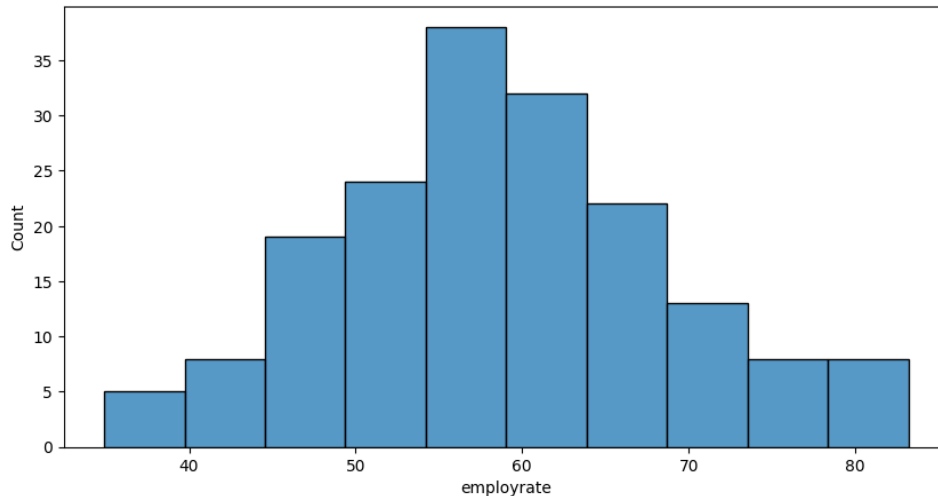


Figura 1. Histograma de tasa de empleo para los países del dataset.

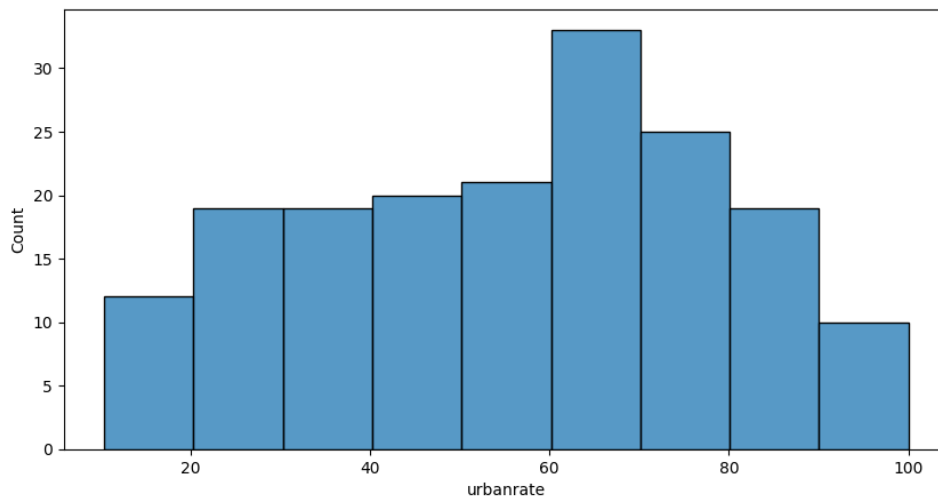


Figura 1. Histograma de tasa de urbanidad para los países del dataset.

## Métricas de error

Al calcular las métricas de error asociadas al modelo, nos encontramos con que son particularmente altas en relación con la variable objetivo (PIB). Esto puede ser generado por un gran número de causas, entre las cuales se pueden destacar:

1. **El modelo pudo haberse entrenado con demasiadas variables.** El uso de múltiples categorías de región puede estar causando un modelo innecesariamente complicado, que puede generar errores de mayor magnitud al momento de predecir valores.
2. **Una regresión lineal puede no ser el modelo más adecuado.** Al visualizar las variables elegidas, se puede ver una tendencia no lineal entre el PIB y métricas como la tasa de urbanidad, la tasa de usuarios de internet, y la expectativa de vida al nacer (Figura 3)
3. **La escala en que se mide la emisión de CO<sub>2</sub> genera errores considerables.** Al tratarse de una métrica que se encuentra entre 3 a 6 órdenes de magnitud sobre el resto de tasas,

el entrenamiento del modelo puede verse dificultado al tratar de ajustar estos valores con coeficientes.

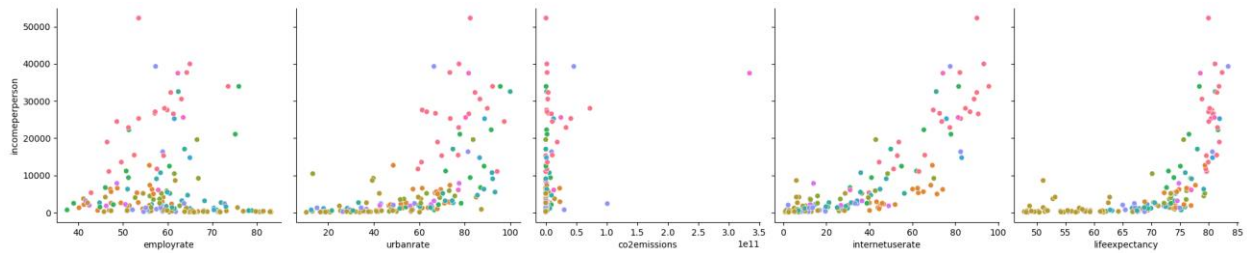


Figura 3. Gráficas de dispersión entre las variables elegidas contra el PIB de los países. Nótese la tendencia no lineal de la tasa de urbanidad (2), la tasa de usuarios de internet (4) y la expectativa de vida (5)

## Análisis del modelo

A pesar de los errores, los coeficientes calculados para el modelo pueden darnos indicativos sobre cómo las métricas elegidas impactan en el PIB de cada país:

- Las tasas de usuarios de internet y de empleo son las variables con mayor coeficiente positivo, 260.74 y 108.08, lo que quiere decir que son **directamente proporcionales** al PIB (un incremento en estas tasas puede significar un mayor PIB), y que son las variables con mayor impacto.
- La tasa de urbanidad es **directamente proporcional** al PIB, con un coeficiente de 53.23. Esto quiere decir que el impacto, a pesar de ser positivo (una mayor tasa de urbanidad puede estar relacionada a un mayor PIB), no es relativamente alto.
- Las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> son **inversamente proporcionales** al PIB, con un impacto bastante pequeño, pero que puede ser significativo al largo plazo.

## Propuestas de políticas públicas

Dados los hallazgos anteriores, y el enfoque de este ejercicio en proponer políticas públicas que mejoren la posibilidad de recibir préstamos provenientes del Banco Mundial, al mejorar la percepción de un país en términos de estabilidad y capacidad de pago, las propuestas son las siguientes:

### 1. Fomentar la digitalización de la fuerza de trabajo

En un mundo que ha vivido una transición acelerada a los ambientes digitales, el acceso a internet y a vías de comunicación internacionales se ha vuelto indispensable, no sólo en el ambiente laboral, pero también en la vida cotidiana.

El impacto del acceso a internet es el más claro según el modelo, por lo que se debe velar por aumentar el número de usuarios de internet del país en cuestión. La sugerencia es **convertir el internet en una utilidad pública**, esto facilitaría tanto el acceso a una red estable como la familiaridad del ciudadano promedio con plataformas digitales, lo que facilita la transición a una

fuerza de trabajo acorde al resto del mundo, y que puede aumentar la presencia de empresas multinacionales que buscan aumentar su alcance geográfico.

## 2. Esfuerzos en incrementar la tasa de urbanidad

A pesar de que el impacto es menor, la tasa de urbanidad se refleja en cambios positivos en el PIB de los países, por lo que ciertos esfuerzos en aumentar gradualmente esta tasa pueden resultar en incrementos visibles.

Algunas políticas públicas que pueden incrementar esta tasa al largo plazo es **crear programas de educación y desarrollo de habilidades técnicas** que se ajusten mejor al ambiente laboral de las ciudades, **invertir en infraestructura urbana** que conviertan a las ciudades en lugares más atractivos para vivir e **implementar planeación urbana inteligente** que permita crear espacios donde la residencia, los negocios, y los espacios de recreación creen zonas atractivas para gente de diversos orígenes.

## 3. Compromisos a largo plazo en reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

Si bien las economías más fuertes en estos tiempos son aquellas que en los siglos pasados acumularon una cantidad alta de emisiones de CO<sub>2</sub>, al liderar los esfuerzos durante la revolución industrial, el panorama ambiental internacional está favoreciendo actualmente a economías basadas en modelos sostenibles y de bajas emisiones. Los modelos ejemplares de esta tendencia son los países de Europa occidental, que se han caracterizado por sus esfuerzos en implementar economías sostenibles.

Este es el aspecto en que los resultados pueden verse al más largo plazo, pero una posible política pública para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es el **fomento en el uso de energías alternativas** en lugar de depender de la quema de combustibles fósiles, e **implementar incentivos para el uso de vehículos eléctricos y de transporte público**. Estas políticas desacelerarían considerablemente la emisión de CO<sub>2</sub>, lo que puede traducirse en un incremento en el PIB y una mejor imagen frente al Banco Mundial, ya que implica compromiso con proyectos de resultados al largo plazo.