



# MODELO PREDICTIVO EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS POR LOS TURISTAS EN EL PARQUE NATURAL LOS NEVADOS



## **Participantes**

Juliana Hernández  
Luis Gabriel Higuera López  
Oscar Orlando Rodríguez Burgos  
María del Pilar Aristizábal  
Yeferson Francisco Montes Cardona

## **Ejecutores**

Carlos Julio Fadul Velázquez  
Margarita María Orozco  
Edwin Villa Castaño



## TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción .....	3
2	Justificación .....	3
3	Identificación Del Problema .....	4
3.1	Problema .....	4
4	Objetivos .....	4
4.1	Objetivo General .....	4
4.2	Objetivos Específicos .....	4
5	Justificación .....	5
6	Alcance .....	5
7	Presupuesto .....	5
7.1	Costos Directos .....	5
7.1.1	<i>Recursos Humanos</i> .....	5
7.1.2	<i>Equipos y herramientas</i> .....	6
8	Metodología CRISP-DM para un modelo predictivo con machine learning y regresión lineal ....	6
8.1	Comprensión del Negocio .....	6
8.2	Comprensión de los Datos .....	7
8.3	Preparación de los Datos .....	7
8.4	Modelado .....	7
8.5	Evaluación .....	8
8.6	Despliegue .....	8
9	Resumen de la metodología CRISP-DM con Machine Learning (Regresión Lineal) .....	9



## 1 INTRODUCCIÓN

Nuestro país cuenta con una gran diversidad geográfica y ecológica, en donde encontramos varios parques naturales nevados que no solo son cruciales para la conservación de sus ecosistemas, sino también son destinos turísticos de gran importancia. Estos parques se encuentran en las altas montañas de los Andes colombianos, donde los picos nevados ofrecen paisajes impresionantes, biodiversidad única y oportunidades para el ecoturismo y el turismo de aventura.

Es así que dentro de estos parques contamos con el Parque Nacional Natural Los Nevados, el cual está situado en la región central de los Andes, parque que se extiende por los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima. Los Nevados alberga varias montañas nevadas, como el Nevado del Ruiz, el Nevado de Santa Isabel y el Nevado del Tolima. Este parque es uno de los más importantes en Colombia, no solo por su belleza natural, sino también por su biodiversidad y la importancia que tiene para la regulación del agua en la región. Los visitantes pueden disfrutar de actividades como el senderismo, el avistamiento de fauna y flora, y el ascenso a los picos nevados.

La creciente popularidad del Parque Natural los Nevados (PNN), particularmente en el sector del Nevado del Ruiz, ha atraído a miles de visitantes tanto nacionales como internacionales, quienes se sienten atraídos por la majestuosidad del paisaje natural y la biodiversidad única de este ecosistema. Sin embargo, el incremento en el flujo de turistas ha traído consigo un impacto ambiental considerable, evidenciando la falta de conciencia ecológica entre los visitantes y la necesidad de un control más riguroso sobre el manejo de residuos. La problemática radica en que, a medida que más personas exploran este entorno, se incrementa también la cantidad de desechos mal dispuestos, afectando negativamente la flora y fauna autóctona.

Este proyecto busca implementar una solución tecnológica para abordar la problemática de la disposición inadecuada de residuos sólidos en el sector del Nevado del Ruiz. A través de una aplicación móvil, se pretende educar y guiar a los visitantes en la correcta gestión de sus desechos, proporcionando información sobre la ubicación de puntos ecológicos dentro del parque. Además, se promoverá la colaboración de las empresas de turismo y de las autoridades del parque, a fin de reforzar las campañas de concientización y la aplicación de medidas correctivas para los infractores.

Es fundamental que los visitantes comprendan el impacto de sus acciones en este ecosistema frágil. La conservación de los recursos naturales del Parque Natural los Nevados no solo es vital para la protección de las especies en peligro de extinción, sino también para preservar la belleza y salud de estos paisajes para futuras generaciones. Por ello, esta propuesta se centra en la educación ambiental y en el uso de herramientas tecnológicas para fomentar un turismo más responsable y sostenible.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto resulta valioso porque ofrece una solución innovadora y sostenible al problema del impacto ambiental en el Nevado del Ruiz. Al proporcionar una aplicación para la educación y gestión de residuos, se fomenta la responsabilidad ambiental entre los turistas, incentivándolos a ser más conscientes de sus acciones. Esta iniciativa no solo beneficia al medio ambiente, sino también a la imagen del sector turístico colombiano, que podrá proyectarse como un referente en prácticas ecológicas responsables.

La implementación de esta herramienta no solo ayuda a preservar el entorno, sino que también genera un cambio positivo en la mentalidad de los turistas y las empresas que operan en la región. La colaboración con las empresas de turismo facilita el proceso de enseñanza a los visitantes sobre el uso adecuado de la aplicación y el manejo de los desechos. Además, al involucrar a las



autoridades, se asegura un respaldo en la supervisión y aplicación de medidas que, a la larga, contribuirán a reducir la contaminación ambiental en el Parque Natural los Nevados.

Para quienes viven en la región o dependen de los recursos naturales del Nevado del Ruiz, este proyecto representa un resguardo de su patrimonio natural. Al reducir la cantidad de desechos y proteger las especies nativas en peligro, se asegura un entorno más sano para los habitantes locales y una fuente de turismo sostenible para el futuro. Esta iniciativa responde a la urgencia de proteger nuestros recursos naturales y crear una cultura de respeto y cuidado ambiental en uno de los espacios naturales más icónicos de Colombia.

### **3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Durante los últimos años la industria del sector turístico ha incrementado la visita de propios y extranjeros al sector del Parque Natural los Nevados (PNN), y con ello se ha evidenciado que cada día se va generando un daño ambiental severo al ecosistema de este sector, esto por la poca conciencia de cada uno de los visitantes, adicionalmente no se cuenta con un ente altamente comprometido en el control adecuado frente a estas personas o infractores. Situación que ha llevado a que vayan desapareciendo especies (fauna y flora) nativas del sector o que se encuentran en peligro de extinción.

#### **3.1 PROBLEMA**

Impacto ambiental que genera la disposición inadecuada de los desechos (Bolsas plásticas, envolturas de dulces, botellas de vidrio y/o plásticas, empaques de protectores solares, etc) por parte de los turistas en el Parque Natural los Nevados (PNN) específicamente en el sector del Nevado del Ruiz.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar e implementar un modelo predictivo que permita estimar la cantidad de residuos generados por los turistas al sector del Nevado del Ruiz, tomando en cuenta factores como el mes del año, el número de turistas y otras variables relevantes, con el fin de apoyar la gestión ambiental y la planificación sostenible del destino turístico.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- De acuerdo a la información recopilada con el modelo, poder anticipar mecanismos que permitan guiar a los turistas que visitan el Nevado del Ruiz, mediante la cual ubican puntos ecológicos donde puedan depositar los residuos (basura, material reciclable, etc.)
- Analizar y recolectar bases de datos
- Recolectar y analizar datos sobre la cantidad de turistas y la generación de residuos en el sector del Nevado del Ruiz.
- Desarrollar un modelo predictivo utilizando técnicas de aprendizaje automático, como la regresión lineal.



- Desarrollar una interfaz interactiva para que las entidades encargadas de la administración del Nevado del Ruiz, puedan ingresar datos en tiempo real y obtener predicciones sobre la generación de residuos.
- Proponer acciones de gestión ambiental basadas en las predicciones del modelo, ante las autoridades Administrativas y de Policía que se encuentran al cuidado del Parque Natural los Nevados (PNN) específicamente en el sector del Nevado del Ruiz.

## **5 JUSTIFICACIÓN**

El Nevado del Ruiz es un ecosistema único y valioso, declarado parque nacional, que enfrenta una creciente presión debido al turismo no regulado y la contaminación generada por los visitantes. El aumento de residuos, la alteración de los hábitats naturales y la contaminación del aire y el agua son algunos de los desafíos ambientales más importantes que afectan la conservación de esta zona. Para mitigar estos problemas, es fundamental educar a los turistas sobre la importancia de preservar este entorno y las prácticas adecuadas para evitar su deterioro.

En este contexto, la integración de inteligencia artificial (IA) en el proyecto de educación ambiental ofrece una solución innovadora y efectiva para mejorar la experiencia educativa de los turistas y fomentar su compromiso con la conservación. A través de plataformas interactivas basadas en IA, como aplicaciones móviles o chatbots, los turistas pueden recibir información personalizada y en tiempo real sobre el impacto de sus acciones en el medio ambiente, así como recomendaciones sobre prácticas sostenibles, como la correcta disposición de residuos, el respeto a las normas del parque y la minimización de su huella ecológica.

El proyecto estará orientado hacia la zona del Nevado del Ruiz, específicamente en el área que comprende el parque nacional natural Los Nevados, que incluye las rutas más visitadas por los turistas (sector el 8 vía que comunica desde Manizales hasta el casco urbano del municipio de Murillo Tolima), los miradores y las zonas de mayor impacto ambiental. Así mismo, los principales puntos de acceso y los senderos utilizados por los visitantes, asegurando que las estrategias educativas lleguen a quienes transitan por estos sectores.

## **6 ALCANCE**

El proyecto estará orientado hacia la zona del Nevado del Ruiz, específicamente en el área que comprende el Parque Nacional Natural Los Nevados, que incluye las rutas más visitadas por los turistas (sector el 8 vía que comunica desde Manizales hasta el casco urbano del municipio de Murillo Tolima), los miradores y las zonas de mayor impacto ambiental.

Así mismo, los principales puntos de acceso y los senderos utilizados por los visitantes, asegurando que las estrategias educativas lleguen a quienes transitan por estos sectores.

## **7 PRESUPUESTO**

### **7.1 Costos directos**

#### **7.1.1 Recursos Humanos**



Se relaciona las erogaciones por salarios o honorarios de las personas que estarán ejecutando el Proyecto.

CARGO	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	DURACIÓN	TOTAL
Investigador	5	\$0	2 meses	\$0
Programador (IA)	1	\$5.000.000	2 meses	\$10.000.000
Capacitadores	2	\$2.400.000	2 meses	\$9.600.000
Creador digital	1	\$2.400.000	1 mes	\$2.400.000
Subtotal Recursos Humanos				\$22.000.000

### 7.1.2 Equipos y herramientas

Se dispondrá para este ítem lo necesario para hacer los recorridos e identificar los puntos críticos y los posibles puntos ecológicos, así mismo, con la herramienta tecnológica que nos permita desarrollar el proyecto.

ITEM	CANTIDAD	COSTO	DURACIÓN	TOTAL
Vehículo	1	\$1.800.000	2 meses	\$3.600.000
Aplicación móvil	1	\$200.000.000	2 meses	\$200.000.000.000
Puntos ecológicos	12	\$2.400.000	N/A	\$28.800.000
Vallas publicitarias	12	\$2.400.000	N/A	\$28.800.000
Subtotal equipos y herramientas				\$61.200.000

## 8 Metodología CRISP-DM para un modelo predictivo con machine learning y regresión lineal

### 8.1 Comprensión del Negocio

**Objetivo:** Definir el objetivo del proyecto, los requisitos del negocio y los resultados que se esperan obtener, con un enfoque en el uso de **machine learning** y la técnica de **regresión lineal** para predecir la cantidad de residuos generados por los turistas.

#### Acciones:

- **Definir el problema:** El objetivo principal es desarrollar un modelo predictivo que permita estimar la cantidad de residuos generados por los turistas que visitan el sector del Nevado del Ruiz. Se utilizarán datos históricos sobre el número de turistas, la temporada del año y la cantidad de residuos generados para entrenar el modelo de aprendizaje supervisado con regresión lineal.
- **Requisitos del negocio:** Los responsables de la gestión de residuos deben poder anticipar la cantidad de residuos que generarán los turistas para optimizar las labores de recolección y gestión en el parque natural. El modelo debe poder hacer predicciones exactas en función del número de turistas y la época del año.
- **Objetivo del modelo:** Crear un modelo predictivo que utilice regresión lineal para predecir la cantidad de residuos generados en función del mes y la cantidad de turistas. Se



empleará aprendizaje supervisado donde se entrenará el modelo con un conjunto de datos etiquetado (meses, cantidad de turistas y residuos generados).

## 8.2 Comprensión de los Datos

**Objetivo:** Recopilar, explorar y describir los datos disponibles para el desarrollo del modelo, asegurándose de que se pueda aplicar machine learning y que los datos sean adecuados para entrenar un modelo de regresión lineal.

### Acciones:

- **Recopilación de datos:** Se debe recolectar un conjunto de datos histórico sobre:
  - Cantidad de turistas por mes.
  - Cantidad de residuos generados por los turistas (Aproximadamente 500 gramos por turista).
  - Mes del año, ya que la estacionalidad tiene un efecto en el comportamiento de los turistas.
- **Exploración de los datos:** Se realizarán análisis exploratorios para entender cómo se distribuyen los datos, las correlaciones entre las variables y si existen patrones estacionales o cualquier otro factor que influya en la generación de residuos.
- **Identificación de variables de entrada y salida:** Las variables Mes y Cantidad de turistas se utilizarán como características (X) para predecir la variable objetivo, que es la Cantidad de residuos (y).

## 8.3 Preparación de los Datos

**Objetivo:** Preparar los datos para que sean adecuados para el modelado. Este paso incluye la limpieza, transformación y selección de variables, utilizando técnicas apropiadas para un modelo de regresión lineal.

### Acciones:

- **Limpieza de los datos:** Eliminar o corregir cualquier dato faltante o erróneo que pueda influir negativamente en el modelo. Por ejemplo, asegurarse de que las entradas de turistas no sean negativas y que los meses estén dentro del rango válido (1-12).
- **Transformación de las características:** Si es necesario, transformar o escalar las variables, especialmente si se planea usar modelos más complejos en el futuro. Para la **regresión lineal**, puede que no sea necesario escalar las variables si no hay grandes discrepancias entre las magnitudes de las características, pero es importante comprobarlo.
- **Creación de nuevas variables:** Crear nuevas características que puedan mejorar el rendimiento del modelo, como variables binarias para indicar las temporadas altas y bajas, o variables relacionadas con eventos específicos que afecten la afluencia de turistas.
- **División de los datos:** Dividir el conjunto de datos en conjunto de entrenamiento y **conjunto de prueba** (por ejemplo, 80% de los datos para entrenamiento y 20% para prueba). Esto es fundamental para evaluar el desempeño del modelo sin sobreajustarlo.

## 8.4 Modelado

**Objetivo:** Aplicar el algoritmo de **aprendizaje supervisado** con **regresión lineal** para construir el modelo predictivo. Este paso implica entrenar el modelo con los datos de entrenamiento y ajustar sus parámetros.





#### Acciones:

- **Selección del modelo:** El modelo que se selecciona es el de regresión lineal, ya que permite predecir una variable continua (en este caso, la cantidad de residuos) en función de las variables independientes (mes y cantidad de turistas).
- **Entrenamiento del modelo:** Usar el conjunto de entrenamiento para entrenar el modelo de regresión lineal. El algoritmo ajustará los coeficientes para minimizar el error en las predicciones de residuos basándose en las características Mes y Turistas.
- **Evaluación del modelo durante el entrenamiento:** Durante el proceso de entrenamiento, se debe evaluar el rendimiento del modelo utilizando métricas como el error cuadrático medio (RMSE),  $R^2$  (coeficiente de determinación), entre otras. Estas métricas ayudarán a determinar qué tan bien el modelo se ajusta a los datos.

### 8.5 Evaluación

**Objetivo:** Evaluar el desempeño del modelo entrenado en los datos de prueba y asegurarse de que cumple con los objetivos del negocio.

#### Acciones:

- **Evaluación del rendimiento:** Se utilizarán el conjunto de prueba y métricas de evaluación para determinar la precisión del modelo. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es una métrica clave para verificar qué tan bien el modelo puede explicar la variabilidad de los residuos en función de las variables de entrada.
- **Validación cruzada:** Si es posible, se utilizará la validación cruzada para asegurarse de que el modelo no esté sobreajustado y que sea robusto frente a diferentes subconjuntos de los datos.
- **Evaluación desde el punto de vista del negocio:** Además de la precisión técnica, es fundamental asegurarse de que el modelo entregue resultados que sean útiles para la gestión de residuos en el Nevado del Ruiz. Esto puede incluir verificar si las predicciones son coherentes con las expectativas del negocio y si el modelo puede ofrecer valor en la práctica.

### 8.6 Despliegue

**Objetivo:** Implementar el modelo en un entorno real donde se puedan hacer predicciones en tiempo real para la gestión de residuos.

#### Acciones:

- **Implementación del modelo:** El modelo de regresión lineal entrenado se implementará en un entorno de producción. Esto podría implicar el desarrollo de una interfaz web donde los usuarios puedan ingresar el mes y el número de turistas, y recibir la predicción de residuos generados.
- **Integración con sistemas existentes:** Si el Nevado del Ruiz ya cuenta con sistemas de gestión de turistas o residuos, el modelo predictivo debe integrarse a estos sistemas para mejorar la toma de decisiones y las operaciones diarias.
- **Monitoreo y mantenimiento:** Una vez desplegado el modelo, se debe realizar un monitoreo constante de su rendimiento. Si se observan cambios en los patrones de comportamiento de los turistas o en la cantidad de residuos generados, el modelo deberá ser ajustado o reentrenado con nuevos datos.





## 9 Resumen de la metodología CRISP-DM con Machine Learning (Regresión Lineal)

1. **Comprensión del Negocio:** Definir el problema y los objetivos de predicción de residuos utilizando aprendizaje supervisado con regresión lineal.
2. **Comprensión de los Datos:** Recopilar y explorar los datos históricos sobre turistas y residuos.
3. **Preparación de los Datos:** Limpiar y transformar los datos para hacerlos adecuados para la regresión lineal.
4. **Modelado:** Aplicar un modelo de regresión lineal como técnica de aprendizaje supervisado, entrenarlo y evaluarlo.
5. **Evaluación:** Medir la efectividad del modelo utilizando métricas como RMSE y  $R^2$ , y asegurarse de que cumpla con los requisitos del negocio.
6. **Despliegue:** Implementar el modelo predictivo en un entorno real para ayudar en la gestión de residuos en el Nevado del Ruiz.