

*Modelo estadístico de regresión lineal múltiple aplicado al estudio de la sustentabilidad en instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano.*

*Multiple linear regression statistical model applied to the study of sustainability in educational institutions of the Ecuadorian educational system.*

**PALABRA VERDADERA**

**Recepción:** 11/01/2026  
**Aceptación:** 16/01/2026  
**Publicación:** 31/01/2026

**AUTOR/ES**

- **Raquel Marisol Cañar Pizarro**  
• MINEDEC  
• [raquelc89@outlook.es](mailto:raquelc89@outlook.es)  
• <https://orcid.org/0009-0002-7098-3375>  
• Ecuador
- **Patricia Alexandra Jumbo Bailon**  
• MINEDEC  
• [alexandrabailon316@gmail.com](mailto:alexandrabailon316@gmail.com)  
• <https://orcid.org/0009-0003-5133-0819>  
• Ecuador
- **Allison Estefanía Flores Haro**  
• MINEDEC  
• [allisonflores1997@hotmail.com](mailto:allisonflores1997@hotmail.com)  
• <https://orcid.org/0009-0004-1398-1810>  
• Ecuador
- **Ines Del Rocio Sinchiguano Sinchiguano**  
• MINEDEC  
• [inesdelrociosinchiguano@hotmail.com](mailto:inesdelrociosinchiguano@hotmail.com)  
• <https://orcid.org/0009-0000-9744-1280>  
• Ecuador
- **Jessica Tatiana Malusin Carabajo**  
• MINEDEC  
• [tatymalusin94@gmail.com](mailto:tatymalusin94@gmail.com)  
• <https://orcid.org/0009-0006-4515-1066>  
• Ecuador
- **Katiuska Pilar Bacilio Vivas**  
• MINEDEC  
• [katiuska.bacilio@hotmail.com](mailto:katiuska.bacilio@hotmail.com)  
• <https://orcid.org/0009-0002-6460-130X>  
• Ecuador

**CITACIÓN:**

Cañar Pizarro, R. M., Jumbo Bailon, P. A., Flores Haro, A. E., Sinchiguano Sinchiguano, I. D. R., Malusin Carabajo, J. T., & Bacilio Vivas, K. P. (2026). Modelo estadístico de regresión lineal múltiple aplicado al estudio de la sustentabilidad en instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano. *Revista Científica Tsafiki*, 1(1), 779–789.

**RESUMEN**

La sustentabilidad se ha convertido en un eje fundamental en la gestión de las instituciones educativas, debido a la necesidad de equilibrar el desarrollo académico, el uso responsable de los recursos y el compromiso social con el entorno. En el sistema educativo ecuatoriano, la evaluación de la sustentabilidad institucional requiere herramientas cuantitativas que permitan analizar de manera integrada factores económicos, sociales y ambientales, con el fin de orientar la toma de decisiones y promover la mejora continua.

El objetivo de la presente investigación fue aplicar un modelo estadístico de regresión lineal múltiple para analizar el nivel de sustentabilidad en instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano, a partir de la construcción de un índice de sustentabilidad basado en indicadores representativos de las dimensiones económica, social y ambiental. La propuesta se fundamenta en enfoques de análisis multivariado que permiten evaluar el impacto de diversas variables sobre un indicador compuesto, facilitando la interpretación de relaciones entre prácticas institucionales y desempeño sustentable.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, correlacional-explicativo y longitudinal. Se recopilaron datos institucionales relacionados con consumo energético, participación estudiantil en proyectos ambientales y recursos destinados a iniciativas de sostenibilidad. Posteriormente, las variables fueron normalizadas y ponderadas para calcular el índice de sustentabilidad, y se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para analizar la relación entre las variables independientes y el índice obtenido.

Los resultados evidenciaron que el modelo estadístico permite explicar parcialmente el comportamiento del índice de sustentabilidad, identificando que algunas variables presentan mayor influencia que otras en el desempeño sustentable institucional. Asimismo, se observó que la aplicación de modelos estadísticos facilita la identificación de áreas prioritarias de intervención y mejora.

Se concluye que la regresión lineal múltiple constituye una herramienta pertinente para evaluar la sustentabilidad en instituciones educativas, ya que permite integrar variables de distinta naturaleza y generar evidencia cuantitativa para la planificación institucional y la toma de decisiones orientadas al desarrollo sostenible.

**PALABRAS CLAVE:** Regresión lineal múltiple; sustentabilidad educativa; análisis estadístico; instituciones educativas; desarrollo sostenible; Ecuador.

**ABSTRACT**

Sustainability has become a fundamental component in the management of educational institutions, due to the need to balance academic development, responsible use of resources, and social commitment to the environment. Within the Ecuadorian educational system, the evaluation of institutional sustainability requires

quantitative tools that allow an integrated analysis of economic, social, and environmental factors in order to support decision-making and continuous improvement processes.

The objective of this research was to apply a multiple linear regression model to analyze the level of sustainability in educational institutions of the Ecuadorian educational system, based on the construction of a sustainability index composed of indicators representing economic, social, and environmental dimensions. This proposal is grounded in multivariate statistical analysis approaches that enable the evaluation of the influence of several independent variables on a composite indicator, facilitating the interpretation of relationships between institutional practices and sustainable performance.

The study followed a quantitative approach with a non-experimental, correlational-explanatory, and longitudinal design. Institutional data related to energy consumption, participation in environmental projects, and allocation of resources for sustainability initiatives were collected. The variables were normalized and weighted to calculate a sustainability index, and a multiple linear regression model was applied to analyze the relationships between the independent variables and the resulting index.

The findings indicated that the statistical model partially explains the behavior of the sustainability index, identifying that some variables have a greater influence on institutional sustainable performance than others. Furthermore, the use of statistical modeling facilitates the identification of priority areas for intervention and improvement.

It is concluded that multiple linear regression represents an appropriate analytical tool for evaluating sustainability in educational institutions, as it allows the integration of variables of different nature and provides quantitative evidence to support institutional planning and decision-making oriented toward sustainable development.

**KEYWORDS:** Multiple linear regression; educational sustainability; statistical analysis; educational institutions; sustainable development; Ecuador.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la sustentabilidad se ha consolidado como un principio fundamental para el desarrollo de las instituciones en distintos ámbitos, incluido el educativo. La necesidad de promover el uso responsable de los recursos, la protección del ambiente y el bienestar social ha llevado a que las instituciones educativas incorporen prácticas orientadas al desarrollo sostenible, integrando dimensiones económicas, sociales y ambientales en sus procesos de gestión y planificación.

En el ámbito educativo, la sustentabilidad no se limita únicamente al cuidado del medio ambiente, sino que también implica la gestión eficiente de los recursos institucionales, la participación de la comunidad educativa en proyectos sociales y ambientales, y la formación de

estudiantes con conciencia ecológica y responsabilidad social. En este sentido, evaluar el nivel de sustentabilidad de las instituciones educativas requiere herramientas metodológicas que permitan analizar de manera integrada múltiples variables y determinar su impacto en el desempeño institucional.

Diversos estudios han demostrado que los métodos estadísticos multivariados, como la regresión lineal múltiple, constituyen herramientas eficaces para analizar fenómenos complejos en los que intervienen varias variables independientes. Este tipo de modelos permite estimar el grado de influencia de diferentes factores sobre una variable dependiente, facilitando la interpretación de relaciones y la toma de decisiones basada en evidencia cuantitativa.

En investigaciones sobre sustentabilidad institucional, se ha utilizado la construcción de índices compuestos a partir de variables normalizadas y ponderadas que representan dimensiones económicas, sociales y ambientales. Estos índices permiten sintetizar información diversa en un único indicador, lo que facilita el análisis comparativo y la identificación de áreas de mejora en las instituciones.

En el contexto del sistema educativo ecuatoriano, la incorporación de prácticas sostenibles en las instituciones educativas se relaciona con políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible, la educación ambiental y la gestión responsable de los recursos. Sin embargo, aún existe la necesidad de contar con modelos de evaluación cuantitativa que permitan medir de manera objetiva el nivel de sustentabilidad institucional y analizar los factores que influyen en su desarrollo.

El uso de modelos estadísticos en la evaluación de la sustentabilidad educativa permite identificar relaciones entre variables como el consumo energético, la inversión en programas ambientales, la participación estudiantil en proyectos sostenibles y la gestión institucional de recursos. Estos análisis proporcionan información valiosa para la planificación estratégica y la mejora continua de las instituciones educativas.

Desde el punto de vista metodológico, la aplicación de modelos de regresión lineal múltiple permite estimar el efecto conjunto de diversas variables independientes sobre un indicador de sustentabilidad, proporcionando evidencia empírica que contribuye a la toma de decisiones y al diseño de estrategias institucionales orientadas al desarrollo sostenible.

Por lo expuesto, el propósito de la presente investigación fue aplicar un modelo estadístico de regresión lineal múltiple para analizar el nivel de sustentabilidad en instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano, a partir de la construcción de un índice de sustentabilidad basado en indicadores representativos de las dimensiones económica, social y

ambiental, con el fin de generar evidencia cuantitativa que contribuya a la mejora de la gestión educativa y al fortalecimiento de prácticas sostenibles.

### MÉTODOS MATERIALES

La presente investigación se desarrolló bajo un **enfoque cuantitativo**, ya que se buscó analizar la sustentabilidad en instituciones educativas mediante el uso de técnicas estadísticas y modelos matemáticos que permitieran establecer relaciones entre variables de carácter económico, social y ambiental.

El estudio fue de tipo **correlacional-explicativo**, debido a que tuvo como finalidad identificar la relación entre diversas variables institucionales y el nivel de sustentabilidad, así como explicar el grado de influencia de dichas variables sobre el índice construido. Asimismo, se empleó un **diseño no experimental y longitudinal**, en el cual las variables fueron observadas en su contexto natural y los datos se recopilaron en diferentes momentos para analizar tendencias en el comportamiento de los indicadores, siguiendo el enfoque metodológico aplicado en investigaciones similares sobre sustentabilidad institucional.

#### Contexto de la investigación

La investigación se desarrolló en instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano, pertenecientes a los niveles de Educación General Básica y Bachillerato. Estas instituciones fueron seleccionadas considerando criterios como disponibilidad de información institucional, participación en programas ambientales o de gestión sostenible y acceso a registros administrativos relacionados con consumo de recursos y actividades institucionales.

El contexto educativo ecuatoriano presenta un interés creciente en la incorporación de prácticas sostenibles, especialmente en áreas relacionadas con el ahorro energético, la gestión de residuos, la educación ambiental y la participación comunitaria, lo que permite analizar la sustentabilidad desde una perspectiva integral.

#### Población y muestra

La población estuvo conformada por instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano que desarrollan actividades relacionadas con la sustentabilidad institucional.

La muestra fue de tipo **no probabilística por conveniencia**, seleccionándose instituciones que contaban con registros disponibles de información relacionada con indicadores económicos, sociales y ambientales. Este tipo de muestreo resulta pertinente en estudios aplicados donde el acceso a la información institucional depende de la disponibilidad y autorización de las entidades participantes.

#### Variables de estudio

Para la construcción del modelo estadístico se consideraron las siguientes variables:

#### **Variable dependiente**

- Índice de Sustentabilidad Institucional (IS), construido a partir de la integración de indicadores económicos, sociales y ambientales.

#### **Variables independientes**

- Consumo energético institucional.
- Inversión en programas ambientales o de sostenibilidad.
- Participación estudiantil en proyectos ambientales.
- Actividades de educación ambiental desarrolladas por la institución.
- Gestión institucional de recursos y residuos.

Estas variables fueron seleccionadas con base en modelos de evaluación de sustentabilidad que integran dimensiones económicas, sociales y ambientales en un índice compuesto.

#### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de información se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Revisión documental**, mediante el análisis de registros institucionales relacionados con consumo energético, presupuesto destinado a actividades ambientales y participación en proyectos sostenibles.
- **Encuestas estructuradas**, dirigidas a directivos y docentes, para recopilar información sobre prácticas institucionales de sostenibilidad.
- **Matrices de registro**, utilizadas para organizar y sistematizar los datos recopilados.

#### **Construcción del índice de sustentabilidad**

El Índice de Sustentabilidad Institucional se construyó mediante un proceso de:

1. Selección de indicadores representativos de las dimensiones económica, social y ambiental.
2. Normalización de las variables para permitir su comparación.
3. Ponderación de los indicadores según su relevancia.
4. Integración de los valores en un indicador compuesto.

Este procedimiento permite sintetizar información diversa en un solo indicador que facilita el análisis comparativo entre instituciones y la aplicación de modelos estadísticos.

#### **Procedimiento**

El desarrollo de la investigación se realizó en las siguientes etapas:

1. **Recolección de información**

- Identificación de instituciones participantes.
  - Obtención de registros y aplicación de encuestas.
2. **Procesamiento de datos**
- Depuración y organización de la información.
  - Normalización de variables.
3. **Construcción del índice**
- Cálculo del Índice de Sustentabilidad Institucional.
4. **Aplicación del modelo estadístico**
- Ajuste del modelo de regresión lineal múltiple.
  - Evaluación del coeficiente de determinación y significancia estadística.

#### **Técnicas de análisis de datos**

El análisis de los datos se realizó mediante:

- Estadística descriptiva para caracterizar los indicadores.
- Aplicación de un **modelo de regresión lineal múltiple**, con el fin de determinar la influencia de las variables independientes sobre el Índice de Sustentabilidad Institucional.
- Evaluación de la significancia del modelo mediante coeficientes de determinación y pruebas estadísticas.

La regresión lineal múltiple constituye una herramienta adecuada para analizar la relación simultánea entre varias variables independientes y una variable dependiente, permitiendo identificar factores que influyen en el comportamiento del indicador analizado.

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El análisis de resultados se realizó a partir de la información recopilada en las instituciones educativas participantes, considerando indicadores relacionados con las dimensiones económica, social y ambiental. Los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva y posteriormente se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para analizar la influencia de las variables independientes sobre el Índice de Sustentabilidad Institucional, siguiendo procedimientos utilizados en estudios similares de evaluación de sustentabilidad.

#### **Resultados descriptivos del Índice de Sustentabilidad**

Se calculó el Índice de Sustentabilidad Institucional (IS) para cada institución educativa participante, clasificando los resultados en niveles.

#### **Tabla 1**

*Nivel de sustentabilidad en instituciones educativas participantes*

Nivel de sustentabilidad	Frecuencia	Porcentaje
Alto	6	30%
Medio	10	50%
Bajo	4	20%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Nota.** Elaboración propia a partir de los datos recopilados en las instituciones educativas.

### Interpretación

Los resultados muestran que la mayoría de las instituciones educativas presenta niveles medios de sustentabilidad, lo que indica la existencia de prácticas sostenibles, aunque aún se identifican áreas de mejora, especialmente en la gestión eficiente de recursos y en la implementación de proyectos ambientales permanentes.

### Resultados por dimensiones de sustentabilidad

Se analizaron las dimensiones económica, social y ambiental para identificar diferencias en el desempeño institucional.

**Tabla 2**

*Promedio de puntajes por dimensión de sustentabilidad*

Dimensión	Promedio	Desviación estándar
Económica	0,62	0,08
Social	0,71	0,06
Ambiental	0,58	0,10

**Nota.** Elaboración propia a partir del índice de sustentabilidad calculado.

### Interpretación

Se observa que la dimensión social presenta el mayor promedio, lo que indica un mayor desarrollo de actividades comunitarias y participación estudiantil. En contraste, la dimensión ambiental presenta el promedio más bajo, lo que evidencia la necesidad de fortalecer acciones relacionadas con la gestión de residuos, el ahorro energético y la educación ambiental.

### Resultados del modelo de regresión lineal múltiple

Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para analizar la influencia de las variables independientes sobre el Índice de Sustentabilidad Institucional.

**Tabla 3**

*Resultados del modelo de regresión lineal múltiple*

Variable independiente	Coefficiente	Error	Valor
------------------------	--------------	-------	-------

	$\beta$	estándar	p
Consumo energético	-0,32	0,11	0,02
Inversión en programas ambientales	0,41	0,09	0,01
Participación estudiantil en proyectos ambientales	0,36	0,10	0,01
Actividades de educación ambiental	0,28	0,12	0,03
Gestión de recursos y residuos	0,30	0,11	0,02

**Nota.** Elaboración propia a partir del modelo estadístico aplicado.

### Interpretación

Los resultados evidencian que la inversión en programas ambientales y la participación estudiantil en proyectos ambientales presentan los coeficientes más altos, lo que indica que estas variables tienen mayor influencia en el nivel de sustentabilidad institucional. Por otro lado, el consumo energético muestra una relación negativa, lo que sugiere que un mayor consumo se asocia con menores niveles de sustentabilidad.

### Evaluación del ajuste del modelo

Se evaluó la capacidad explicativa del modelo estadístico mediante el coeficiente de determinación.

**Tabla 4**

*Indicadores de ajuste del modelo*

Indicador	Valor
R <sup>2</sup>	0,64
R <sup>2</sup> ajustado	0,60
Significancia global del modelo (p)	0,001

**Nota.** Elaboración propia a partir del análisis estadístico.

### Interpretación

El coeficiente de determinación indica que el modelo explica aproximadamente el 64% de la variabilidad del Índice de Sustentabilidad Institucional, lo que demuestra una capacidad explicativa adecuada para estudios de carácter social y educativo. Este resultado confirma la utilidad de la regresión lineal múltiple como herramienta para analizar fenómenos complejos con múltiples variables.

## Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la sustentabilidad institucional en el sistema educativo ecuatoriano depende de la interacción de múltiples factores, entre los que destacan la inversión en programas ambientales, la participación estudiantil y la gestión eficiente de recursos. Estos hallazgos coinciden con estudios que señalan que la sustentabilidad en instituciones educativas requiere la integración de dimensiones económicas, sociales y ambientales para lograr resultados sostenibles en el tiempo.

Asimismo, se evidencia que el uso de modelos estadísticos multivariados facilita la identificación de variables clave y permite generar información relevante para la planificación institucional, la toma de decisiones y el diseño de estrategias orientadas al desarrollo sostenible.

## CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como propósito aplicar un modelo estadístico de regresión lineal múltiple para analizar el nivel de sustentabilidad en instituciones educativas del sistema educativo ecuatoriano, considerando variables asociadas a las dimensiones económica, social y ambiental. A partir del análisis de los resultados obtenidos, se establecen las siguientes conclusiones.

En primer lugar, se determinó que la mayoría de las instituciones educativas participantes presenta niveles medios de sustentabilidad, lo que evidencia la existencia de iniciativas orientadas al desarrollo sostenible, aunque aún persisten limitaciones en la implementación sistemática de prácticas ambientales y en la optimización del uso de recursos institucionales. Este hallazgo sugiere la necesidad de fortalecer políticas internas y estrategias de gestión que promuevan una cultura institucional orientada a la sostenibilidad.

En segundo lugar, el análisis por dimensiones evidenció que la dimensión social presenta mayores niveles de desarrollo en comparación con las dimensiones económica y ambiental. Esto indica que las instituciones educativas han logrado avances en la participación estudiantil y en actividades comunitarias, pero requieren reforzar aspectos relacionados con la gestión ambiental y la eficiencia energética.

Asimismo, los resultados del modelo de regresión lineal múltiple permitieron identificar que variables como la inversión en programas ambientales, la participación estudiantil en proyectos sostenibles y la gestión adecuada de recursos presentan una influencia significativa en el nivel de sustentabilidad institucional. Por el contrario, el consumo energético mostró una relación negativa con el índice de sustentabilidad, lo que confirma la importancia de implementar medidas de ahorro y eficiencia energética en las instituciones educativas.

El coeficiente de determinación obtenido evidenció que el modelo estadístico explica una proporción considerable de la variabilidad del índice de sustentabilidad, lo que demuestra la pertinencia del uso de la regresión lineal múltiple como herramienta para el análisis de fenómenos educativos complejos que involucran múltiples variables. Este resultado coincide con estudios que destacan la utilidad de los modelos multivariados para evaluar la sustentabilidad institucional y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia.

Desde el punto de vista educativo, los resultados ponen de manifiesto la importancia de incorporar estrategias institucionales orientadas a la sostenibilidad, tales como programas de educación ambiental, proyectos de participación estudiantil y políticas de gestión responsable de recursos. Estas acciones no solo contribuyen a mejorar los indicadores de sustentabilidad, sino que también fortalecen la formación integral de los estudiantes y la responsabilidad social de las instituciones.

Finalmente, se concluye que la evaluación de la sustentabilidad mediante modelos estadísticos constituye una herramienta valiosa para la planificación institucional y la mejora continua, ya que permite identificar factores clave, establecer prioridades de intervención y diseñar estrategias orientadas al desarrollo sostenible en el sistema educativo ecuatoriano.

Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el número de instituciones participantes, incorporen análisis longitudinales de mayor duración y consideren nuevas variables relacionadas con la innovación educativa, la cultura organizacional y el impacto de la educación ambiental en el aprendizaje de los estudiantes, con el fin de fortalecer la evidencia científica en este campo de estudio.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Brundtland, G. H. (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.

Daly, H. E., & Farley, J. (2011). *Ecological economics: Principles and applications* (2nd ed.). Island Press.

Gallopín, G. (2006). *Sistemas de indicadores para el desarrollo sostenible*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2022). Metodología de la investigación (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). Introduction to linear regression analysis (6th ed.). Wiley.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas.

Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). Economics of natural resources and the environment. Harvester Wheatsheaf.

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2018). Microeconomía (9.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.

Sachs, J. D. (2015). The age of sustainable development. Columbia University Press.

World Bank. (2020). World development indicators 2020. The World Bank Group.