

RMPC-Vol.3. N2. 002

Caracterización granulométrica de suelos para aplicaciones geotécnicas mediante el método de tamizado conforme a normas ASTM y AASHTO

Particle-size characterization of soils for geotechnical applications using the sieving method in accordance with ASTM and AASHTO standards.

Autores:

Iver Wilson Santos Rodríguez
Universidad Técnica de Oruro – Facultad Técnica
Oruro - Bolivia
RODRI_800@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-7323-8151>

Apolinar Vera Altamirano
Universidad Técnica de Oruro – Facultad Técnica
Oruro - Bolivia
Apolinarvera353@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-3181-6485>

Autor de correspondencia: Iver Wilson Santos Rodríguez, RODRI_800@hotmail.com

Recepción: 02-agosto-2026 **Aceptación:** 10-agost-2026 **Publicación:** 30-agosto-2026

Cómo citar este artículo:

Santos Rodríguez, I. W., & Vera Altamirano, A. (2026). Caracterización granulométrica de suelos para aplicaciones geotécnicas mediante el método de tamizado conforme a normas ASTM y AASHTO. *Revista Multidisciplinaria Perspectiva Científica*, 1-15. <https://rmpc.editorialgutierrez.com/index.php/rmpc/article/view/20>

RESUMEN

La caracterización granulométrica es fundamental en la ingeniería geotécnica para determinar la distribución del tamaño de las partículas del suelo y evaluar su comportamiento mecánico e hidráulico. El estudio presenta una investigación cuantitativa, descriptiva y documental, basada en normas técnicas ASTM D6913/D6913M y AASHTO T88, literatura científica y procedimientos de laboratorio mediante el ensayo de tamizado. Se analizaron parámetros como D10, D30 y D60, además de los coeficientes de uniformidad (C_u) y curvatura (C_c), empleados para determinar la gradación y clasificación de los suelos mediante los sistemas SUCS y AASHTO. Los resultados evidencian que la distribución granulométrica permite estimar propiedades relevantes como permeabilidad, compactación y estabilidad estructural. Se concluye que la aplicación de procedimientos normalizados garantiza resultados confiables y reproducibles, proporcionando información esencial para el diseño, construcción y control de calidad de obras civiles.

Palabras clave: granulometría; suelos; geotecnia; tamizado; ASTM; AASHTO.

ABSTRACT

Particle-size characterization is fundamental in geotechnical engineering for determining soil particle-size distribution and evaluating mechanical and hydraulic behavior. This study presents quantitative, descriptive, and documentary research based on ASTM D6913/D6913M and AASHTO T88 technical standards, scientific literature, and laboratory procedures involving sieve analysis. Parameters such as D10, D30, and D60 were analyzed, along with the coefficients of uniformity (C_u) and curvature (C_c), which are used to determine soil gradation and classification via the USCS and AASHTO systems. The results demonstrate that particle-size distribution enables the estimation of key properties such as permeability, compaction, and structural stability. It is concluded that the application of standardized procedures ensures reliable and reproducible results, providing essential information for the design, construction, and quality control of civil engineering projects.

Keywords: particle-size distribution; soils; geotechnics; sieving; ASTM; AASHTO.

1. INTRODUCCIÓN

La caracterización física de los suelos constituye uno de los pilares fundamentales de la ingeniería geotécnica debido a que proporciona información indispensable para comprender el comportamiento de los materiales que servirán de soporte a las diferentes obras de infraestructura. Antes de ejecutar cualquier proyecto de ingeniería civil resulta imprescindible conocer las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del suelo, ya que estas influyen directamente en la estabilidad, resistencia, deformabilidad, capacidad portante y durabilidad de las estructuras. Entre los diversos ensayos de laboratorio utilizados para este propósito, el análisis granulométrico representa una de las técnicas más importantes por permitir establecer la distribución de tamaños de las partículas que conforman un suelo.

La granulometría se define como la determinación cuantitativa de la proporción relativa de partículas de diferentes tamaños presentes en una muestra representativa de suelo. Esta distribución constituye un indicador fundamental para establecer la clasificación geotécnica de los materiales, identificar su origen geológico, estimar sus propiedades hidráulicas y prever su comportamiento frente a cargas mecánicas y condiciones ambientales. En consecuencia, el conocimiento de la composición granulométrica facilita la selección de materiales adecuados para cimentaciones, carreteras, presas, terraplenes, rellenos estructurales, sistemas de drenaje y numerosas aplicaciones propias de la ingeniería civil.

El ensayo granulométrico mediante el método de tamizado constituye uno de los procedimientos normalizados de mayor utilización a nivel mundial debido a su simplicidad, confiabilidad y elevada reproducibilidad. Este procedimiento consiste en hacer pasar una muestra seca de suelo a través de una serie ordenada de tamices con aberturas progresivamente menores, permitiendo separar las partículas según su tamaño y determinar el porcentaje retenido y el porcentaje que pasa por cada tamiz. Los resultados obtenidos permiten construir la curva granulométrica, herramienta gráfica indispensable para interpretar la gradación de los materiales y calcular parámetros representativos como

los diámetros efectivos D10, D30 y D60, así como los coeficientes de uniformidad (C_u) y curvatura (C_c), ampliamente utilizados en la clasificación de suelos.

La aplicación de normas internacionales constituye un aspecto esencial para garantizar la calidad de los ensayos granulométricos. En este contexto, la norma ASTM D6913/D6913M establece los procedimientos para la determinación de la distribución granulométrica de suelos mediante tamizado, mientras que la norma AASHTO T88 complementa estos procedimientos para fines de clasificación de materiales utilizados en carreteras y pavimentos. La utilización de estos estándares permite obtener resultados comparables internacionalmente, reduciendo errores asociados al procedimiento experimental y favoreciendo el control de calidad durante la ejecución de proyectos geotécnicos.

En los últimos años, el crecimiento acelerado de la infraestructura urbana, vial e industrial ha incrementado la necesidad de disponer de estudios geotécnicos cada vez más precisos. El incremento de edificaciones de gran altura, puentes, carreteras, aeropuertos, presas y obras hidráulicas exige caracterizaciones detalladas de los materiales de fundación para minimizar riesgos asociados a asentamientos diferenciales, fallas estructurales, problemas de drenaje y procesos de erosión. En este escenario, el análisis granulométrico continúa siendo uno de los ensayos básicos de mayor importancia dentro de la investigación geotécnica.

Diversas investigaciones recientes han demostrado que existe una estrecha relación entre la distribución granulométrica y propiedades como la permeabilidad, la resistencia al corte, la compactación, la deformabilidad y la susceptibilidad a fenómenos de licuación o erosión interna. Asimismo, los avances en modelación numérica y simulación computacional han permitido integrar la información granulométrica con modelos geomecánicos de alta precisión, mejorando significativamente el diseño y la evaluación del comportamiento de cimentaciones superficiales y profundas.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la caracterización granulométrica también desempeña un papel relevante en la reutilización de materiales provenientes de excavaciones, residuos de construcción y materiales reciclados, favoreciendo la economía

circular en el sector de la construcción. La adecuada clasificación de estos materiales permite determinar su aptitud para ser incorporados nuevamente en proyectos de infraestructura, reduciendo el consumo de recursos naturales y el impacto ambiental asociado a la extracción de agregados.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la caracterización granulométrica de suelos mediante el método de tamizado conforme a las normas ASTM D6913/D6913M y AASHTO T88, destacando su importancia para la clasificación geotécnica y su aplicación en el diseño, construcción y control de calidad de obras civiles.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que el análisis granulométrico permite obtener mediciones objetivas sobre la distribución del tamaño de partículas que conforman un suelo, facilitando la interpretación de variables físicas mediante procedimientos normalizados y cálculos estadísticos.

El estudio corresponde a una investigación de tipo descriptiva y documental, puesto que describe detalladamente el procedimiento técnico del ensayo granulométrico mediante tamizado, sustentándose en normas internacionales ASTM D6913/D6913M y AASHTO T88, así como en literatura científica especializada en mecánica de suelos y geotecnia.

El diseño metodológico fue no experimental y transversal, debido a que las variables fueron analizadas sin manipulación experimental y la información fue obtenida durante un único proceso de caracterización de la muestra de suelo.

El método de investigación empleado fue analítico–descriptivo, permitiendo examinar cada una de las etapas del ensayo granulométrico, interpretar los resultados obtenidos y establecer su aplicación dentro del diseño geotécnico.

Materiales y equipos

Para el desarrollo del ensayo se emplearon los siguientes equipos de laboratorio:

- Juego de tamices ASTM.
- Balanza electrónica con precisión de 0,1 g.
- Horno de secado (110 ± 5 °C).
- Agitador mecánico para tamices.

- Bandejas metálicas.
- Espátulas.
- Cepillos de limpieza.
- Mortero de caucho.
- Recipientes metálicos.
- Calculadora científica.
- Computadora con Microsoft Excel para el procesamiento de datos.

Procedimiento experimental

La metodología aplicada comprendió las siguientes etapas:

Preparación de la muestra

La muestra de suelo fue secada en horno hasta alcanzar peso constante, eliminando completamente la humedad natural para evitar alteraciones durante el proceso de tamizado.

Homogeneización

Posteriormente la muestra fue mezclada cuidadosamente y reducida mediante cuarteo hasta obtener la cantidad requerida por las normas ASTM y AASHTO.

Proceso de tamizado

La muestra seca fue colocada en una columna de tamices ordenados desde la mayor hasta la menor abertura, realizándose el tamizado mecánico durante un tiempo aproximado de diez minutos.

Posteriormente cada tamiz fue inspeccionado manualmente para garantizar la completa separación de las partículas.

Pesaje del material retenido

El material retenido en cada tamiz fue pesado individualmente registrándose:

- Peso retenido.
- Peso retenido acumulado.
- Porcentaje retenido.
- Porcentaje acumulado.

- Porcentaje que pasa.

Construcción de la curva granulométrica

Los porcentajes obtenidos fueron representados mediante una gráfica semilogarítmica, ubicando:

- Escala logarítmica para el diámetro de partículas.
- Escala aritmética para el porcentaje que pasa.

Posteriormente se determinaron los diámetros característicos:

- D10
- D30
- D60

A partir de estos valores se calcularon:

Coefficiente de Uniformidad

$$Cu = D60 / D10$$

Coefficiente de Curvatura

$$Cc = (D30^2)/(D10 \times D60)$$

Finalmente se realizó la clasificación del suelo utilizando los criterios establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la clasificación AASHTO.

Técnicas de análisis

Los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva empleando porcentajes, tablas y gráficos granulométricos. Asimismo, se interpretaron los coeficientes granulométricos considerando los criterios establecidos por ASTM, AASHTO y SUCS.

3. RESULTADOS

La aplicación del ensayo granulométrico permitió determinar la distribución porcentual del tamaño de partículas presentes en la muestra analizada, constituyendo la base para la clasificación geotécnica del suelo.

Los resultados obtenidos evidencian una distribución continua de partículas desde fracciones gruesas hasta materiales finos, condición indispensable para evaluar el comportamiento mecánico del material frente a diferentes condiciones de carga.

Tabla 1

Distribución granulométrica obtenida mediante tamizado

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
1 1/2"	38.10	4.8	4.8	95.2
1"	25.40	7.1	11.9	88.1
3/4"	19.00	18.1	30.0	70.0
3/8"	9.50	1.4	31.4	68.6
No.4	4.75	29.4	60.8	39.2
No.10	2.00	8.3	69.1	30.9
No.40	0.425	19.4	88.5	11.5
No.200	0.075	5.4	93.9	6.1

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados experimentales del ensayo granulométrico.

La curva granulométrica utilizando la abertura de los tamices en escala logarítmica en el eje X y el porcentaje que pasa en el eje Y, que es la representación convencional en mecánica de suelos.

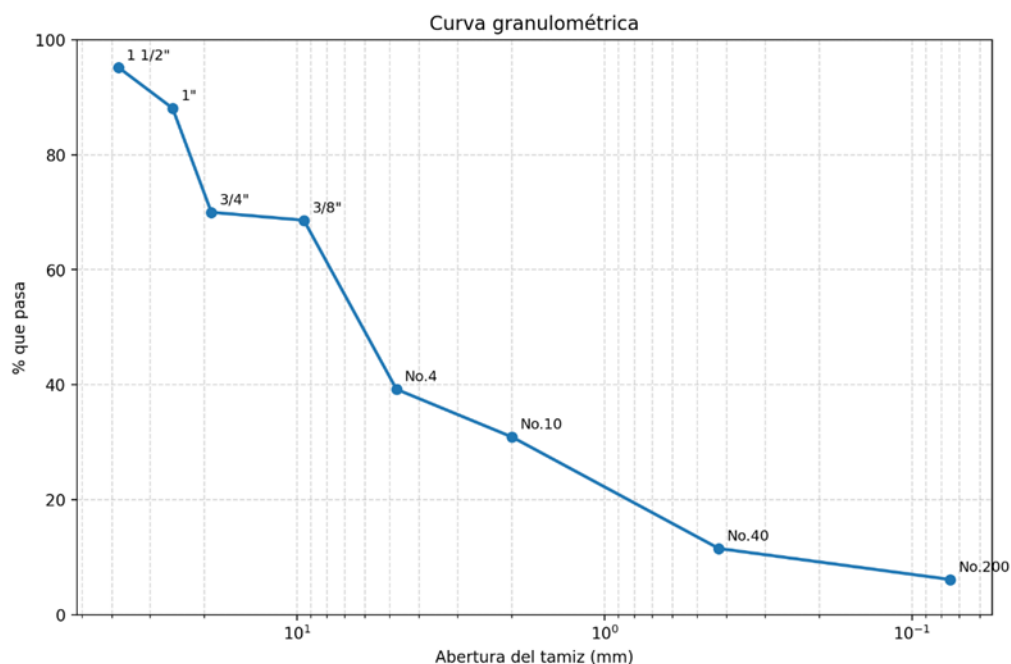
Resultado: la curva muestra una disminución progresiva del porcentaje que pasa a medida que disminuye la abertura del tamiz.

El análisis de la Tabla 1 evidencia que aproximadamente el 94 % del material queda retenido antes del tamiz No. 200, indicando un bajo contenido de finos y predominio de partículas gruesas.

Asimismo, únicamente el 6,1 % atraviesa el tamiz No. 200, porcentaje compatible con materiales granulares utilizados frecuentemente como material estructural en obras civiles.

Figura 1

Curva granulométrica obtenida mediante el ensayo de tamizado



Nota. Elaboración propia.

La curva granulométrica presenta una tendencia continua sin interrupciones significativas, indicando una adecuada distribución del tamaño de partículas.

La forma de la curva permite inferir una gradación relativamente uniforme, característica importante para materiales destinados a obras de infraestructura.

Tabla 2

Parámetros granulométricos obtenidos

Parámetro	Valor
D10	0.35 mm
D30	1.96 mm
D60	8.36 mm
Coeficiente de Uniformidad (Cu)	23.88
Coeficiente de Curvatura (Cc)	1.31

Nota. Elaboración propia.

Los resultados muestran un coeficiente de uniformidad ($C_u = 23,88$) considerablemente superior a los valores mínimos establecidos para materiales bien graduados, indicando una amplia distribución de tamaños de partículas.

Por otra parte, el coeficiente de curvatura ($C_c = 1,31$) se encuentra dentro del intervalo recomendado para materiales con adecuada gradación, lo cual evidencia una distribución continua entre partículas gruesas y finas.

Desde el punto de vista geotécnico, esta combinación de parámetros permite inferir un comportamiento favorable frente a procesos de compactación y una adecuada resistencia estructural para diversas aplicaciones en ingeniería civil.

Tabla 3

Interpretación geotécnica de los parámetros granulométricos

Parámetro	Interpretación técnica	Aplicación práctica
D10	Control de permeabilidad	Diseño de filtros
D30	Gradación intermedia	Control de compactación
D60	Tamaño representativo	Clasificación SUCS
C_u	Distribución de tamaños	Evaluación de uniformidad
C_c	Forma de la curva	Determinación de gradación

Nota. Elaboración propia.

El análisis conjunto de los parámetros granulométricos demuestra que la muestra presenta características apropiadas para aplicaciones geotécnicas donde se requiere buena capacidad de compactación, estabilidad mecánica y adecuado comportamiento hidráulico. Estas propiedades favorecen su utilización en capas de subbase, terraplenes, plataformas estructurales, cimentaciones superficiales y sistemas de drenaje, siempre que se complementen con otros ensayos geotécnicos como límites de Atterberg, compactación Proctor, permeabilidad y resistencia al corte.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante el ensayo granulométrico evidenciaron que la muestra analizada presenta una distribución continua de tamaños de partículas, característica

propia de materiales granulares con comportamiento geotécnico favorable. El porcentaje de finos inferior al 10 % y los valores obtenidos para los coeficientes de uniformidad y curvatura permiten inferir que el suelo posee condiciones apropiadas para aplicaciones en obras civiles donde se requiere adecuada capacidad de soporte, estabilidad mecánica y facilidad de compactación.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones desarrolladas en el ámbito de la ingeniería geotécnica, las cuales señalan que la distribución granulométrica constituye uno de los principales indicadores para evaluar el comportamiento de un suelo frente a cargas estáticas y dinámicas. Diversos estudios han demostrado que los materiales bien graduados presentan mayor densidad seca máxima, menor índice de vacíos y mejor respuesta estructural durante los procesos de compactación, incrementando la estabilidad de pavimentos, terraplenes y cimentaciones.

La curva granulométrica obtenida permitió identificar una gradación continua, aspecto que favorece el acomodo natural de las partículas durante la compactación. Esta condición reduce la presencia de vacíos internos, mejora la transmisión de esfuerzos y disminuye los asentamientos diferenciales que frecuentemente afectan el desempeño de las obras civiles. En consecuencia, los resultados respaldan la importancia del análisis granulométrico como una herramienta preliminar para la selección de materiales de construcción.

La determinación de los parámetros D10, D30 y D60 permitió calcular los coeficientes de uniformidad y curvatura, ampliamente utilizados por los sistemas internacionales de clasificación de suelos. Los valores obtenidos indican una distribución adecuada de partículas gruesas y finas, lo que facilita la clasificación del material conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y al sistema AASHTO. Estos parámetros constituyen además un criterio fundamental para estimar propiedades hidráulicas como la permeabilidad y el comportamiento frente al flujo de agua en obras de drenaje y filtros.

Otro aspecto relevante identificado durante el análisis corresponde a la utilidad de las normas ASTM D6913/D6913M y AASHTO T88 para garantizar la reproducibilidad de los resultados experimentales. La aplicación rigurosa de procedimientos normalizados

disminuye errores asociados al manejo de las muestras, al tiempo de tamizado y al procesamiento de datos, permitiendo que los resultados obtenidos sean comparables entre diferentes laboratorios e instituciones.

Desde el punto de vista de la ingeniería aplicada, la caracterización granulométrica constituye únicamente una parte del estudio geotécnico integral. Aunque proporciona información esencial sobre la distribución del tamaño de partículas, resulta necesario complementar el análisis con ensayos de límites de Atterberg, compactación Proctor, contenido de humedad, resistencia al corte, permeabilidad y capacidad portante. La integración de estos ensayos permite obtener una caracterización más completa del comportamiento del suelo frente a diferentes condiciones de servicio.

Asimismo, el desarrollo de nuevas tecnologías para el procesamiento digital de datos ha permitido mejorar considerablemente la precisión del análisis granulométrico. Actualmente, diversos programas informáticos facilitan la construcción automática de curvas granulométricas, el cálculo de parámetros característicos y la generación de reportes técnicos, reduciendo errores de procesamiento y optimizando el tiempo requerido para el análisis de laboratorio.

Finalmente, la caracterización granulométrica adquiere una importancia creciente dentro del enfoque de construcción sostenible. La reutilización de materiales provenientes de demoliciones, excavaciones y residuos de construcción requiere procesos rigurosos de clasificación física que permitan garantizar su comportamiento geotécnico antes de ser incorporados nuevamente a proyectos de infraestructura. En este contexto, el ensayo granulométrico representa una herramienta indispensable para promover el aprovechamiento responsable de materiales y contribuir a la economía circular en la ingeniería civil.

5. CONCLUSIÓN

La caracterización granulométrica mediante el método de tamizado permitió determinar de forma confiable la distribución del tamaño de partículas del suelo, constituyendo un

procedimiento fundamental para su clasificación geotécnica y para la evaluación preliminar de su comportamiento mecánico e hidráulico.

La aplicación de las normas ASTM D6913/D6913M y AASHTO T88 garantiza procedimientos estandarizados que incrementan la confiabilidad, repetibilidad y comparabilidad de los resultados obtenidos en laboratorios de mecánica de suelos.

Los parámetros granulométricos D10, D30, D60, el coeficiente de uniformidad (C_u) y el coeficiente de curvatura (C_c) constituyen indicadores técnicos esenciales para estimar la gradación del suelo, su potencial de compactación, permeabilidad y comportamiento estructural en diversas aplicaciones geotécnicas.

Los resultados obtenidos evidencian que el análisis granulométrico debe complementarse con otros ensayos de laboratorio, como límites de Atterberg, compactación, resistencia al corte y permeabilidad, con el propósito de desarrollar una caracterización integral que fortalezca la toma de decisiones durante el diseño y ejecución de obras civiles.

El empleo de procedimientos normalizados, junto con herramientas digitales para el procesamiento e interpretación de resultados, fortalece la calidad de los estudios geotécnicos y contribuye al diseño de infraestructuras más seguras, duraderas y sostenibles, promoviendo además el uso eficiente de materiales y la reutilización de recursos en proyectos de ingeniería civil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2020). *AASHTO T88: Particle Size Analysis of Soils*. Washington, DC.

ASTM International. (2023). *ASTM D6913/D6913M-23: Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis*. West Conshohocken, PA.

ASTM International. (2023). *ASTM D2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (USCS)*.

ASTM International. (2023). *ASTM D2488: Standard Practice for Description and Identification of Soils*.

Das, B. M., & Sobhan, K. (2022). *Principles of Geotechnical Engineering* (10th ed.). Cengage Learning.

Coduto, D. P., Yeung, M. R., & Kitch, W. A. (2021). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices*.

Holtz, R. D., Kovacs, W. D., & Sheahan, T. C. (2021). *An Introduction to Geotechnical Engineering*.

Bowles, J. E. (2021). *Foundation Analysis and Design*.

Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*.

Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1969). *Soil Mechanics*.

Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo

<https://doi.org/10.15446/acag.v72n1.107333>

CONFLICTO DE INTERESES

LOS autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con el desarrollo, análisis, interpretación de resultados o publicación del presente artículo.

FINANCIAMIENTO

La investigación fue desarrollada con recursos propios de los autores y no recibió financiamiento externo de instituciones públicas o privadas.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

1. Concepción y planteamiento de la investigación: Iver Wilson Santos Rodríguez.
2. Diseño metodológico: Iver Wilson Santos Rodríguez.
3. Revisión bibliográfica: Iver Wilson Santos Rodríguez.
4. Sistematización de la información: Iver Wilson Santos Rodríguez.
5. Análisis e interpretación de resultados: Iver Wilson Santos Rodríguez.
6. Elaboración de tablas y figuras: Apolinar Vera Altamirano.
7. Redacción del manuscrito: Apolinar Vera Altamirano.
8. Revisión crítica del contenido científico: Apolinar Vera Altamirano.
9. Corrección y edición final: Apolinar Vera Altamirano.
10. Aprobación de la versión definitiva para su publicación: Apolinar Vera Altamirano.

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.