



*Técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición*

*Simulation techniques for the statistical analysis of measurement data*

*Técnicas de simulação para a análise estatística de dados de medição*

Germán Ulises Moreno Arias <sup>1</sup>

[ulises.moreno@esPOCH.edu.ec](mailto:ulises.moreno@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9616-6616>

**Correspondencia:** [ulises.moreno@esPOCH.edu.ec](mailto:ulises.moreno@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnica y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de mayo de 2023 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2023 \* **Publicado:** 07 de julio de 2023

- I. Docente-Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH); Riobamba, Ecuador.



## Resumen

Este artículo de investigación bibliográfica, tiene como finalidad determinar las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición, necesitando el uso de métodos que vayan relacionados con este proceso, como son los métodos de Monte Carlo y el Remuestreo de Boorstrap, que son de gran utilidad cuando no existen variables de expresión cerrada para calcular medidas de incertidumbre, que requieren varias respuestas que faciliten la toma de decisiones frente a varias probabilidades, donde intervienen la desviación estándar de estimadores y los intervalos de confianza.

Dichos métodos de simulación permiten obtener respuestas con menores supuestos que los métodos clásicos o tradicionales, este proceso se facilita con el uso de la tecnología, en donde se han creado varios softwares que realizan estos procesos de manera automática, generando respuestas inmediatas, según las variables que se utilicen, además de crear cada vez una solución diferente, creando varias opciones para el investigador.

Dentro del contexto estadístico se entiende por simulación a la técnica de muestreo estadístico controlado, que debe ser integrado con un modelo para dar solución a los problemas complejos de tipo probabilístico, tomando en consideración la metrología, donde se observan los modelos de medición que con frecuencia son complicados, de difícil entendimiento o desarrollo.

**Palabras Clave:** Técnicas; simulación; estadística; métodos; datos; medición.

## Abstract

The purpose of this bibliographic research article is to determine the simulation techniques for the statistical analysis of measurement data, requiring the use of methods that are related to this process, such as the Monte Carlo methods and Boorstrap Resampling, which are very useful when there are no closed expression variables to calculate uncertainty measures, which require several responses that facilitate decision-making in the face of various probabilities, where the standard deviation of estimators and confidence intervals are involved.

These simulation methods allow obtaining answers with fewer assumptions than the classic or traditional methods, this process is facilitated with the use of technology, where several software have been created that carry out these processes automatically, generating immediate responses,

depending on the variables. that are used, in addition to creating a different solution each time, creating several options for the researcher.

Within the statistical context, simulation is understood as the controlled statistical sampling technique, which must be integrated with a model to solve complex problems of a probabilistic type, taking into account metrology, where measurement models that frequently are complicated, difficult to understand or develop.

**Keywords:** techniques; simulation; statistics; methods; data; measurement.

## Resumo

O objetivo deste artigo de pesquisa bibliográfica é determinar as técnicas de simulação para a análise estatística de dados de medição, requerendo o uso de métodos que estejam relacionados a este processo, como os métodos de Monte Carlo e Boorstrap Resampling, que são muito úteis quando há variáveis sem expressão fechada para cálculo de medidas de incerteza, que requerem diversas respostas que facilitam a tomada de decisão diante de diversas probabilidades, onde estão envolvidos o desvio padrão dos estimadores e intervalos de confiança.

Esses métodos de simulação permitem obter respostas com menos suposições do que os métodos clássicos ou tradicionais, esse processo é facilitado com o uso de tecnologia, onde foram criados vários softwares que realizam esses processos automaticamente, gerando respostas imediatas, dependendo das variáveis. utilizados, além de criar uma solução diferente a cada vez, criando várias opções para o pesquisador.

Dentro do contexto estatístico, a simulação é entendida como a técnica de amostragem estatística controlada, que deve ser integrada a um modelo para resolver problemas complexos de tipo probabilístico, levando em consideração a metrologia, onde modelos de medição frequentemente complicados, difíceis de entender ou desenvolver.

**Palavras-chave:** técnicas; simulação; Estatísticas; métodos; dados; medição.

## Introducción

La presente investigación bibliográfica, tiene como finalidad determinar las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición, debido a que facilita la interpretación de problemas complejos de tipo probabilístico al utilizar la técnica de muestreo estadístico controlado,

conjuntamente con un modelo, este proceso se realiza al no tener expresiones cerradas para calcular medidas de incertidumbre.

Para entender de mejor manera el tema de estudio, es importante conocer los conceptos básicos de las técnicas de simulación, las cuales según (López, 2022) se comprenden como la reproducción de un fenómeno real a base de otro más sencillo y más acorde que puede ser analizado y estudiado. En el área de la estadística se lo entiende como una técnica que consiste en realizar varios experimentos de muestreo sobre el modelo de un sistema que está determinado por ciertas condiciones.

Por su parte (Patiño, 2021), considera que el proceso de simulación es una herramienta muy fuerte y necesaria que permite estudiar, evaluar y analizar los sistemas ya existentes y los nuevos de un proceso determinado, con el objetivo de anticiparse al escenario real, verificarlo, corregirlo de ser el caso y obtener su mejor versión al ajustar su configuración, de esta manera se pretende optimizar los recursos y obtener los resultados esperados en menor tiempo y con la calidad que se requiere para dicho trabajo.

Por lo tanto, la simulación es una herramienta idónea que permite ensayar varios escenarios, conocer el funcionamiento completo de determinados sistemas para poder adelantarse a problemas actuales o futuros que se pueden presentar, además de permitir dar respuestas a determinadas situaciones o eventualidades que se pueden generar, es importante recalcar que en los procesos de simulación, las nuevas tecnologías juegan un papel muy importante, al crear escenarios cada vez más reales, según el estudio que se esté desarrollando o que se proyecta a analizar. (Bravo, 2018)

Por otro lado, los datos de medición es la comparación que se realiza entre una cantidad determinada y otra, con la finalidad de analizar si la masa o conjunto que se pretende medir está en el rango de esa magnitud, por lo tanto, para realizar una medición se debe precisar la magnitud que existe entre la dimensión o volumen de un cuerpo y una unidad de medida, para que esto sea posible, debe darse una igualdad de magnitud entre el tamaño de los que se pretende medir y el patrón elegido, como punto de referencia y una unidad de medida ya establecida. (Padilla, 2007)

Para (Yirda, 2021), la medición es el proceso que permite comparar un patrón determinado con una unidad de medida, para establecer el número de veces que dicho patrón está dentro de esa magnitud. Por lo tanto, en el proceso de asignar valores, se lo puede realizar mediante símbolos o números a ciertas características que se desean estudiar, basados en reglas que han sido previamente establecidas.

Por lo tanto en el contexto estadístico, se entiende por simulación, a la técnica de muestreo estadístico controlado, que requiere de un modelo que permita obtener respuestas aproximadas a ciertas preguntas que se formulan entorno a problemas complejos de tipo probabilístico. Además, se considera que el proceso de medición es de naturaleza probabilística y los modelos de medición son considerados como procesos complejos, por lo cual, estas características se fundamentan en la medición, complejidad y aleatoriedad, creando un área de oportunidad para los métodos de simulación. (Villa, 2017)

Tras lo expuesto anteriormente, es importante recalcar que las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición, permite dar respuesta a medidas de incertidumbre sobre un proceso en específico, por tal motivo, se requiere analizar a profundidad las técnicas que se pueden utilizar y que técnicas se asemejan más a la simulación en cuanto al análisis estadístico de los datos de medición.

## **Métodos de investigación**

### **Investigación Bibliográfica**

En el presente artículo se realizó una investigación de tipo bibliográfica que permitió el análisis e interpretación de los conocimientos y publicaciones de los autores sobre las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición.

Este proceso creó un panorama general acerca de las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición, además de obtener información verídica que respalda los resultados obtenidos y la discusión de evaluación que se desarrolló en el artículo, pero es importante recalcar que debido a la cantidad de información que existe en la plataforma de internet que puede o no ser real, se debe clasificar los datos bajo criterios de calidad, que garantizan el éxito del estudio.

## **Tipos de Investigación**

### **Según el alcance**

En el artículo se realizó una investigación descriptiva, debido a que se busca determinar las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición, en la cual se detallaron las técnicas que se acoplan de mejor manera al estudio estadístico, por tal motivo en una investigación

bibliográfica se pretende mostrar, narrar o señalar hechos, situaciones o características sobre el objeto de estudio mediante revisión documental.

### **Según el enfoque**

En el artículo elaborado se presenta un enfoque cualitativo, debido a que se analiza la información expuesta por los diferentes autores, mediante la revisión bibliográfica, con el objetivo de nutrir al investigador con el conocimiento necesario para la elaboración del presente trabajo investigativo, tomando en consideración los diferentes puntos de vista, asumiendo así el método científico que orientará al investigador a clasificar la información que vaya acorde a las necesidades investigativas.

### **Según la finalidad**

Se puede establecer que la investigación bibliográfica que se realizó para el artículo es aplicada, debido a que se busca determinar las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición. Es necesario aclarar que, aunque el enfoque cualitativo presenta un panorama subjetivo, no deja de ser bibliográfica, ya que la investigación no se basa en meras opiniones de los investigadores, sino que sustenta sus argumentos en base a un estudio de varios autores con datos reales.

### **Población y Muestra**

En el artículo de estudio bibliográfico se elaboró un trabajo de revisión bibliográfico, con la finalidad de analizar las investigaciones y conocimientos de varios autores que están directamente relacionados con el tema de investigación, así como también un análisis específico de bibliografía clasificada.

En la presente investigación es importante incluir criterios de inclusión y exclusión de la información que ha sido utilizada para el análisis de la bibliografía seleccionada para el estudio, siendo una práctica fundamental cuando se crean protocolos de investigación de alta calidad, si se toma en consideración los criterios de inclusión se puede decir que se caracterizan por tomar en cuenta toda aquella información que está directamente relacionada con el tema de investigación, mientras que los criterios de exclusión, permiten analizar e interpretar los datos que no tienen

relación directa con el tema de investigación pero que influyen en el resultado obtenido, creando un enfoque mucho más claro y real para ser presentado en el artículo.

### **Materiales**

Para lograr un desarrollo de calidad sobre el tema de investigación, se tuvieron que utilizar materiales como libros, computadora, internet, revistas, artículos, entre otros que enriquecieron al estudio.

### **Resultados**

El análisis de datos se basa en la aplicación sistemática de técnicas estadísticas y de lógica para describir el alcance que pueden tener los datos recolectados, con la finalidad de modular su estructura, representarlos mediante gráficos, imágenes y tablas para obtener conclusiones representativas de datos de probabilidad. (Arteaga, 2020)

Dichos procesos analíticos permiten inducir la inferencia subyacente de los datos recopilados, cabe recalcar, que los datos se generan de manera permanente, por lo que el análisis debe ir a la par y realizarse de manera simultánea, garantizando la integridad y veracidad de los datos obtenidos durante un período de tiempo determinado. (Rivas, 2021)

Para lograr una recolección y análisis de datos de manera objetiva y fiable, se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Contar con las habilidades analíticas y los conocimientos necesarios para el análisis e interpretación de datos.
- Seleccionar los métodos de recolección y análisis de datos de manera estratégica para garantizar que el proceso a realizar será el óptimo.
- Determinar la significación estadística.
- Garantizar el uso de una inferencia legítima e imparcial.
- Garantizar la veracidad de los datos, al obtenerlos de fuentes reales, el uso adecuado del método de análisis de datos y las inferencias derivadas.
- Tomar en consideración el alcance que puede tener el análisis de los datos recopilados.
- Crear un proceso continuo de recolección y análisis de los datos. (Jhon, 2022)

Entre los métodos de análisis de datos que son más utilizados en la estadística, según el tipo de estudio que se desee realizar se puede tomar en consideración los siguientes:



**Análisis cualitativo:** Se busca respuestas a preguntas como ¿Por qué?, ¿Qué?, ¿Cómo?, que pueden ser obtenidas mediante resultados estándar, cuestionarios, encuestas, entrevistas, documentales, entre otros, que son técnicas cuantitativas que se presentan en textos, audio, video o narraciones, permitiendo el uso combinado de dos métodos. (Pérez, 2007)

**Análisis cuantitativo:** Este tipo de análisis se lo realiza en términos numéricos, presentando los datos en una escala de medición que facilita una mayor manipulación estadística, se realiza tras un proceso de tabulación que recopila toda la información del tema de estudio (Hernández, 2014)

**Análisis estadístico:** Este método requiere la recopilación, interpretación y validación de los datos, con la finalidad de cuantificar los datos de observación obtenidos tras una investigación o estudio, normalmente se utilizan herramientas como SAS, SPSS, STAT SOFT, entre otros, a este método también se lo conoce como descriptivo. (Ortega, 2022)

**Análisis diagnóstico:** Es un análisis más especializado, conocido también como causa raíz, debido a que incluye procesos de descubrimiento de datos al buscar información adicional para identificar las correlaciones de naturaleza causal de este tipo de información. (Arriaga, 2021)

**Análisis predictivo:** Se utilizan datos históricos para ingresarlos en el modelo de aprendizaje de la máquina para buscar patrones y tendencias críticas, se puede introducir una gran cantidad de datos que se procesan por si solos mediante herramientas tecnológicas.

**Análisis prescriptivo:** Este proceso permite escoger entre varios cursos de acción y genera posibles implicaciones que se pueden lograr tras realizar un análisis predictivo, cabe recalcar que requiere de una dirección algorítmica específica para crear decisiones o recomendaciones de manera automática por quienes utilizan las técnicas analíticas. (Martinez, 2020)

## **Discusión**

Es importante recalcar que existen técnicas para el análisis estadístico, pero que si se desea realizar un análisis de técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición es necesario hablar sobre la metrología, donde el proceso de medición es de naturaleza probabilística y los modelos de medición, con características de complejidad y aleatoriedad, siendo un área de oportunidad para los métodos de simulación.

En esta área existen dos tipos de métodos de simulación que permiten el análisis de datos de medición que son:

**Método Monte Carlo:**

Este método no es determinista o estadístico numérico, sino una técnica matemática, la cual busca predecir posibles resultados de un evento incierto, se lo utiliza principalmente en proyectos de inversión para poder realizar valoraciones, teniendo en consideración que se cuenta con variables de estudio que no son ciertas, sino que pueden hacer referencia a varios valores, proporcionando soluciones aproximadas a una diversidad de problemas matemáticos, dando la posibilidad de realizar experimentos con muestreos de números pseudoaleatorios mediante el uso de la tecnología. Este método se puede aplicar a cualquier tipo de problema numérico, ya sea estocástico o determinista, utilizando la fórmula del teorema del límite central que tiene un error absoluto de la estimación que crece como  $1/\sqrt{N}$ , permitiendo realizar los cálculos esperados.

Cabe recalcar que las simulaciones de Monte Carlo brindan múltiples salidas posibles y la probabilidad de cada una de estas se basa en un gran conjunto de muestras de datos aleatorios, ofreciendo un panorama mucho más amplio acerca de la previsión determinista, permitiendo evaluar los riesgos y realizar predicciones mucho más precisas a largo plazo, facilitando la toma de decisiones sobre un tema en específico. (López E. , 2019)

#### **Método de remuestreo de Bootstrap:**

Este método es un mecanismo propio de la estadística y la econometría que se enfoca en el remuestreo de datos dentro de una muestra al azar o aleatoria, cuyo principal objetivo es hallar una aproximación a la distribución de la variable analizada, como fruto de los estudios en el campo del muestreo estadístico por el matemático Bradley Efron a finales de los años 70.

Este método se utiliza principalmente para reducir el sesgo dentro del análisis, es decir que se aproxima a la varianza debido al remuestreo aleatorio de la muestra inicial y no de la población, haciéndolo más sencillo al momento de desarrollar o elaborar la construcción de modelos de estadística mediante la creación de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis. (Carmona, 2023)

Una de las características principales del Bootstrap es realizar un remuestreo posterior para conseguir expresiones cerradas y encontrar soluciones matemáticas complejas a ciertas operaciones, una de las ventajas que se han desarrollado actualmente son los avances tecnológicos los cuales facilitan el desarrollo del remuestreo complejo, esta técnica permite avanzar al estudiar muestras de datos de una determinada población, permitiendo crear nuevos supuestos, sustituyendo valores adicionales de la muestra.

Una de las ventajas del Bootstrap es que simplifica los métodos estadísticos en el sentido de que, sustituido la construcción de diferentes modelos matemáticos clásicos de gran complejidad del cálculo mediante el uso de software específicos gracias a la tecnología, facilitando su uso o acceso a otras áreas que requieren ser estudiadas o analizadas.

Cabe recalcar que este método es mucho más accesible o abierto en comparación con los otros tipos de modelos que son más utilizados o los clásicos, lo que le convierte en una herramienta mucho más útil para resolver grandes números de problemas matemáticos. (Sánchez, 2016)

### **Conclusiones**

Las técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición permiten dar respuesta a elementos de predicción que cuenta con variables que son inciertas y de difícil interpretación, sin embargo, con los avances tecnológicos este problema a disminuido significativamente, ya que, actualmente existen varios softwares que realizan este proceso de manera automática generando varias respuestas distintas, según las variables utilizadas en cada investigación o proyecto de estudio.

Las inferencias y las probabilidades estadísticas que se calculan a raíz de un análisis de datos facilitan la toma de decisiones al tener fundamentos claros sobre el tema de investigación o estudio, descartando el sesgo humano propio de una recolección de datos. Motivo por el cual es indispensable elegir correctamente el método para el análisis de datos, tomando en consideración el alcance que se desea obtener, sus limitaciones y viabilidad.

La simulación de Monte Carlo es considerada un modelo probabilístico en el cual se pueden adicionar elementos de incertidumbre o aleatoriedad en su predicción o estimación, mediante valoraciones con respecto a determinados proyectos de inversión o tomando en consideración que las variables que se van a utilizar no son ciertas y pueden dar varios resultados cada vez que se busca una respuesta, usando datos aleatorios.

Una distribución de muestreo describe la probabilidad que existe de obtener cada valor estadístico de una muestra aleatoria de una población, es decir que proporciona un valor a todas las muestras aleatorias que se desean investigar, por lo tanto, el proceso de Bootstrap es un método que estima la distribución de muestreo al tomar múltiples muestras con reemplazo de una sola muestra aleatoria, denominadas muestras repetitivas.

## Referencias

- Arriaga, M. (2021). Análisis diagnóstico. Atenas, 9-15.
- Arteaga, G. (2020). ¿Qué es el análisis de datos? Testsiteforme, 1-5.
- Bravo, G. (2018). Aplicación de sistemas de simulación en la industria. ITCL, 3-6.
- Carmona, F. (2023). Introducción al Bootstrap. Cursos, 1-4.
- Hernández, F. (2014). Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta. Recursos, 8-12.
- Jhon, F. (2022). Método estadístico. Excel para todos, 3-6.
- López, E. (2019). ¿Qué es la simulación Monte Carlo? AWS, 1-6.
- López, M. (2022). Simulación Estadística. Estudio Static, 1-5.
- Martinez, J. (2020). Análisis descriptivo, predictivo y prescriptivo de datos. Iartificial, 7-9.
- Ortega, C. (2022). Análisis estadístico. Question Pro, 3-5.
- Padilla, J. (2007). Escalas de Medición. Universidad de la Rioja, 8-12.
- Patiño, D. (2021). Simulación de procesos. Elogistica, 1-4.
- Pérez, F. (2007). Enfoque cualitativo. Eumed, 5.
- Rivas, M. (2021). ¿Qué es la simulación de procesos? Centro de formación técnica para la industria, 1-2.
- Sánchez, J. (2016). Bootstrap. Economipedia, 3-7.
- Villa, E. (2017). Técnicas de simulación para el análisis estadístico de datos de medición. Centro de Investigación en matemáticas, 3-5.
- Yirda, A. (2021). Definición de Medición. ConceptoDefinición, 4-6.