

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

“Simulación Monte Carlo para evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua de la empresa Servicios & Transportes Valcar S.A.C.– Trujillo”

Área de Investigación

Gestión empresarial

Autor(es):

Br. Loayza Alvarado, Nicolas Jonaiker
Br. Sotero Abanto, Danny Daniel

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. Cs. León Culquichicón, Jorge Iván

Vocal: Ms. Rodríguez Salvatierra, Daniel Baltazar

Asesor:

Ing° Terrones Romero, Julio Milton

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2876-9746>

TRUJILLO – PERÚ

2022

Fecha de sustentación:2022/07/23

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

“Simulación Monte Carlo para evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua de la empresa Servicios & Transportes Valcar S.A.C.– Trujillo”

Área de Investigación

Gestión empresarial

Autor(es):

Br. Loayza Alvarado, Nicolas Jonaiker
Br. Sotero Abanto, Danny Daniel

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. Cs. León Culquichicón, Jorge Iván

Vocal: Ms. Rodríguez Salvatierra, Daniel Baltazar

Asesor:

Ing° Terrones Romero, Julio Milton

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2876-9746>

TRUJILLO – PERÚ

2022

Fecha de sustentación: / /

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

“Simulación Monte Carlo para evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua de la empresa Servicios & Transportes Valcar S.A.C.– Trujillo”

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

PRESIDENTE: Dra. MARÍA ISABEL LANDERAS PILCO.
CIP N° 44282

SECRETARIO: Ms. Cs. JORGE IVÁN LEÓN CULQUICHICÓN
CIP N° 52831

VOCAL: Ms. DANIEL BALTAZAR RODRIGUEZ SALVATIERRA
CIP N° 24470

ASESOR: ING° JULIO MILTON TERRONES ROMERO
CIP N° C.I.P.: 24877

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de manera especial a mi familia, pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mi la base de responsabilidad y superación constante, ellos son mi modelo a seguir y el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus valores y virtudes me llevan admirarlos cada día más.

Danny Daniel Sotero Abanto

El presente trabajo de investigación va dedicado principalmente a Dios, por brindarme fortaleza y sabiduría constante para afrontar el día a día; a mis padres, que han trabajado duro para que yo hoy pueda estar donde estoy; a mis abuelos, que me inculcaron siempre la perseverancia y voluntad para no rendirme jamás; a mis amigos, que han estado conmigo desde el día uno, apoyándome. Finalmente, se lo dedico también a mis docentes; que resolvieron cada una de mis dudas durante mi estadía universitaria y me enseñaron todo lo que hoy sé.

Nicolas Jonaiker Loayza Alvarado

AGRADECIMIENTOS

Primero gracias a Dios por guiarnos en este arduo proceso y a nuestro asesor por el tiempo dedicado y sus conocimientos brindados a lo largo de este proyecto de investigación. A mi familia que me apoyó y me sigue apoyando en todo momento; a mis amigos Carolina, Jimena, André y Diego. Los cuales me acompañaron siempre y que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas y diversión, alentándome al largo de mi carrera y desarrollo de esta tesis.

Agradecer también a la empresa que me brindó la información necesaria para que sea evaluada y posteriormente desarrollada siendo el resultado de este proyecto una mejora para la empresa Transportes Valcar.

Danny Daniel Sotero Abanto

Agradezco a Dios, porque me permitió alcanzar mi meta universitaria y porque no me ha dejado caer ante nada; agradezco a mis padres y abuelos, que a diario estuvieron siempre apoyándome en cada uno de mis pasos y que lo seguirán haciendo; agradezco a mis hermanos, que le dan más alegría y me motivan a querer ser mejor; agradezco a mis amigos, que siempre han estado para mí cuando he necesitado palabras de aliento.

Finalmente, agradezco a mi asesor, por enseñarnos a mi pareja de tesis y a mí a mantenernos firmes y constantes en nuestro propósito. Gracias a todas y cada una de las personas que estuvieron alentándome para jamás darme por vencido.

Nicolás Jonaiker Loayza Alvarado

RESUMEN

La finalidad de esta investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua en la empresa Transportes Valcar a través de la simulación Montecarlo.

El sistema de distribución actual mostraba muchas deficiencias como se observará en los resultados obtenidos, muchas de estas falencias se producían por mala estrategia de distribución, mala gestión de transporte, mala toma de decisiones con respecto a la elección de clientes. Para ellos se recolectaron los datos proporcionados por la empresa, los cuales fueron trabajados bajo la metodología de la simulación obteniendo en primera instancia las probabilidades relativas y acumuladas. Una vez obtenido estos datos se construyó la matriz, creando intervalos que junto con los números pseudoaleatorios se simularía el comportamiento del sistema de suministro de agua. Los valores de la matriz nos ayudaron a crear indicadores de desempeño para comparar el los datos reales vs la simulación, obteniendo un 24% de ahorro en recursos.

En este contexto la evaluación del modelo planteado en contraste con los datos históricos, se pudo evidenciar que existen costos de transporte que no tienen un comportamiento lineal vs las demandas.

El análisis de Montecarlo si bien no es un método muy conocido, es capaz de simular un comportamiento en base a rutas y costos permitiendo optimizar la confiabilidad del sistema de distribución. El análisis presentado que se muestra en la tesis nos sirve para visualizar que existen factores que no se les está tomando la debida importancia y los cuales están afectando los costos de la empresa.

Palabras clave: Simulación Monte Carlo, Comportamiento del sistema.

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the behavior of the water supply system in the company Transports Valcar through the Monte Carlo simulation.

The current distribution system showed many deficiencies as will be observed in the results obtained, many of these shortcomings were produced by bad distribution strategy, bad transport management, bad decision making regarding the choice of customers. For them, the data provided by the company were collected, which were worked under the simulation methodology obtaining in the first instance the relative and accumulated probabilities. Once this data was obtained, the matrix was constructed, creating intervals that together with the pseudorandom numbers would simulate the behavior of the water supply system. The values of the matrix helped us to create performance indicators to compare the real data vs the simulation, obtaining a 24% saving in resources.

In this context, the evaluation of the model proposed in contrast to the historical data, it was possible to show that there are transport costs that do not have a linear behavior vs the demands.

The Monte Carlo analysis, although not a well-known method, is capable of simulating a behavior based on routes and costs, allowing to optimize the reliability of the distribution system. The analysis presented that is shown in the thesis helps us to visualize that there are factors that are not being taken due importance and which are affecting the costs of the company.

Key words: Monte Carlo Simulation, System Behavior.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCION	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA.....	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Marco Teórico.....	10
2.3 Marco Conceptual.....	18
2.4 Hipótesis.....	22
2.5 Variables e Indicadores.....	22
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	28
3.1 Tipo y nivel de investigación	28
3.1.1 Tipo de Investigación.....	28
3.1.2 Nivel de Investigación.....	28
3.2 Población y muestra de estudio	28
3.2.1 Población.....	28
3.2.2 Muestra	28
3.3 Diseño de investigación	29
3.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos	30
3.5 Procesamiento y Análisis de Datos	30
IV. PRESENTACION DE RESULTADOS.....	31

4.1	Análisis e interpretación de datos	31
4.1.1.	Resultados de Objetivo específico 1: Recolectar datos reales (empíricos) del sistema de suministro de agua.	31
4.1.2.	Resultados de Objetivo específico 2: Calcular las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada del sistema de suministro de agua.	32
4.1.3.	Resultados de Objetivo específico 3: Construir la matriz de simulación Método Monte Carlo, para un tamaño de muestra representativo del sistema de suministro de agua.	37
4.1.4.	Calcular Indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua.	44
4.1.5.	Evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, con propuestas de simulación.	47
5.1.	En relación al objetivo específico 1: Recolectar datos reales (empíricos) del sistema de suministro de agua.	48
5.2.	En relación al objetivo específico 2: Calcular las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada del sistema de suministro de agua:	48
5.3.	En relación al objetivo específico 3: Construir la matriz de simulación Método Monte Carlo, para un tamaño de muestra representativo del sistema de suministro de agua.	49
5.4.	En relación al objetivo específico 4: Calcular Indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua.	49
5.5.	En relación al objetivo específico 5: Evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, con propuestas de simulación.	50
VI.	CONCLUSIONES	51
VII.	RECOMENDACIONES	52
VIII.	REFERENCIAS	54
	ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

	Págs.
<i>Tabla 1 Operacionalización de variables.....</i>	1
<i>Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	30
<i>Tabla 3 Procedimientos y herramientas de procesamiento y análisis de datos</i>	30
<i>Tabla 4 Costos fijos.....</i>	38
<i>Tabla 5 Costo de combustible por kilómetro</i>	38
<i>Tabla 6 Precio de llantas.....</i>	39
<i>Tabla 7 Consumo de llantas por kilómetro recorrido</i>	39
<i>Tabla 8 Costos de lubricantes.....</i>	39
<i>Tabla 9 Consumo de lubricante por kilómetro recorrido</i>	40
<i>Tabla 10 Precio de filtro</i>	40
<i>Tabla 11 Costo de filtro por kilómetro recorrido.....</i>	40
<i>Tabla 12 Costo de mantenimiento de camión</i>	41
<i>Tabla 13 Resumen de costos variables.....</i>	41
<i>Tabla 14 Resumen de costos.....</i>	42
<i>Tabla 15 Lugares de abastecimiento con sus respectivas ubicaciones</i>	58
<i>Tabla 16 Data histórica de los kilómetros diarios recorridos.....</i>	48
<i>Tabla 17 Frecuencia absoluta de datos de kilometraje diario</i>	61
<i>Tabla 18 Probabilidades relativas y acumuladas de kilometraje diario</i>	33
<i>Tabla 19 Frecuencia absoluta de datos de tancadas diarias</i>	36
<i>Tabla 20 Probabilidades relativas y acumuladas para tancadas diarias... ¡Error!</i>	
Marcador no definido.	
<i>Tabla 21 Simulación</i>	72
<i>Tabla 22 Pseudoaleatorios bajo el método de algoritmos de productos medios</i>	76
<i>Tabla 23 Pseudoaleatorios bajo el método de algoritmos lineal</i>	85
<i>Tabla 24 Matriz Monte Carlo</i>	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

	Págs.
<i>Figuras 1 Fundamentos del método Monte Carlo.....</i>	12
<i>Figuras 2 Metodología de la Simulación Monte Carlo</i>	12
<i>Figuras 3 Evaluación de probabilidad de error Tipo I</i>	16
<i>Figuras 4 Evaluación de probabilidad de error Tipo II</i>	16
<i>Figuras 5 Definición de Simulación Monte Carlo</i>	21
<i>Figuras 6 Comportamiento del costo de transporte y las ventas – simulación... 46</i>	46
<i>Figuras 7 Comportamiento del costo de transporte y las ventas – datos reales 46</i>	46
<i>Figuras 8 Comportamiento del sistema de suministro de agua simulado y real47</i>	47
<i>Figuras 9 Mapeo en Google Maps de lugares de abastecimiento</i>	46
<i>Figuras 10 Diagrama Causa – efecto sobre el principal problema de la empresa</i>	47

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad Problemática

Las empresas se encuentran inmersas en un entorno caracterizado por cambios continuos, permanentes, y que condicionan las relaciones que estas sostienen con los proveedores, competencia, clientes, personal, etc. Esto se presenta debido a que las tendencias del mercado son cambiantes, y sobre todo en mercados emergentes, donde no existe claramente fidelidad del cliente hacia la marca o el producto de una compañía, ya sea nacional o internacional. El factor clave hoy en un mundo globalizado es la diferenciación. (Porter, 1991)

El Problema de Ruteo de Vehículos – VRP, permite establecer las rutas que debe seguir una flota de carros, con el propósito de optimizar las variables asociadas al transporte de mercancías o prestación de servicios, tales como costos, distancias, nivel de satisfacción al cliente, entre otros. Es por ello que, a partir del año 1959 ha sido uno de los principales objetivos de estudio de grandes organizaciones y académicos a nivel mundial. Adicionalmente, se ha establecido que el costo de transporte asociado, representa del 10% al 20% del valor total de los bienes o servicios brindados; lo cual ha acrecentado la necesidad de realizar estudios que permitan minimizar dicho valor, generando una reducción consecuente en la estructura de costos global. (Bernal García, Hontoria Hernández, & Aleksovski, 2013).

En el campo de desarrollo logístico a nivel mundial, se ha hecho notoria la necesidad de generar ventajas competitivas entre los diferentes países y las compañías inmersas en ellos; ya que, se ha considerado este enfoque como un apalancamiento en la nueva visión de potencia. Considerando el proceso logístico como la unión entre abastecimiento, producción y distribución, se ha establecido la implementación de estrategias que abarquen la mayor cantidad de operaciones inmersas en estos subprocesos. Uno de los focos relevantes de las últimas

décadas, ha sido el transporte, considerando su permanencia en dos de los grandes subprocesos mencionados, como lo son el abastecimiento y la distribución. El transporte, a su vez ha sido ampliamente abarcado a través del ruteo de vehículos; considerando restricciones asociadas a capacidad, tiempos de entrega oportunos y demás criterios implementados por las organizaciones, con el objetivo de brindar satisfacción a sus clientes. (Ma, Dong, & Wang, 2010, págs. 430-435)

En otros países, este problema se da por la ubicación de un grupo o conjunto de clientes, almacenes o depósitos que se encuentran dispersos geográficamente, los cuales son atendidos por una serie de vehículos la cual puede estar sujeta a restricciones. Estas mismas características pueden generar distintas variaciones del problema que se está estudiando.

(Ramirez, 2009) indica que “los limitantes son de distancia recorrida, tiempo de reparto, tiempo de carga y descarga, costo de transporte, tiempo de embotellamiento, entre otros determinados por el analista” (pág. 32)

En Perú, las empresas del rubro de transporte terrestre en general, buscan generar el mínimo costo transportando todos sus productos; sin embargo, existe un porcentaje considerable de entidades que tienen problemas con el abastecimiento debido a distintas variables presentadas en la demanda.

Asimismo, pueden existir problemas externos, los cuales no pueden ser manejados por las empresas, como: pistas en mal estado, congestión vehicular, huelgas, accidentes de tránsito; motivo por el cual se opta por tomar rutas alternas a las que se habían planteado.

Una de las principales causas, es la ubicación geográfica de los clientes; debido a que, no están establecidos en un solo punto de la

ciudad, sino que se encuentran dispersos geográficamente. Al darse este problema y no contar con una estrategia para contrarrestar la demanda, se produce una baja rentabilidad para las empresas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Aplicar la simulación Monte Carlo para evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua de la empresa Servicios & Transportes Valcar S.A.C.

1.2.2 Objetivos Específicos

OE1: Recolectar datos reales (empíricos) del sistema de suministro de agua.

OE2: Calcular las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada del sistema de suministro de agua.

OE3: Construir la matriz de simulación Método Monte Carlo, para un tamaño de muestra representativo del sistema de suministro de agua

OE4: Calcular Indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua

OE5: Evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, con propuestas de simulación.

1.3 Justificación del estudio

La presente investigación se enfocó en analizar el problema principal de la empresa en donde aplicamos el método Monte Carlo para dar solución a la demanda estocástica, puesto que la empresa se encuentra en la necesidad de buscar diferentes métodos de solución para mejorar los costos de la empresa y no reincidir en realizar

operaciones empíricamente omitiendo un gran conjunto de soluciones en las que se podría hallar soluciones factibles.

De esta manera se pretende que dar a conocer a la empresa los resultados obtenidos en esta investigación con el objetivo de que esta se implemente para que se pueda ver las mejorías en su sistema de distribución de agua en cisterna.

Finalmente perseguimos la contribución para la empresa a fin de que pueda optimizar su rentabilidad.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes

- (Castillo Nuñez, 2021), en su tesis titulada “Gestión de Puntos de Reposición Mediante Simulación Montecarlo”, para obtener el título de Magister, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

El problema de la empresa es que no cuentan con suficientes datos que puedan ser utilizados para la toma de decisiones, y los pocos datos que tienen desconocen cómo interpretarlos o emplearlos. Por otro lado, las decisiones tomadas están sujetas a distintos niveles de incertidumbre que llevan a resultados no deseados por parte de gerencia.

Su objetivo es establecer una metodología para el control de puntos de reposición correspondientes, conociendo la distribución estadística que siguen los datos de la demanda, con la ayuda de la configuración de una herramienta de MS Excel, la cual llega a ser automatizado y sistematizado, aplicando la Simulación Montecarlo.

Siendo esta metodología una herramienta útil en marcos de incertidumbre y poca información para tomar mejores decisiones.

En conclusión, fue factible generar una propuesta metodológica para estimar el punto de reposición de artículos de inventario de alta movilidad en base a la simulación Montecarlo. Como resultado de la

simulación se presenta un resumen donde se identifican los artículos de inventario cuyos saldos han alcanzado o superado el punto de reposición, dando una alerta que es requerido iniciar un proceso de reabastecimiento.

El aporte de la presente tesis permitirá en nuestra investigación tomar como base la metodología de Simulación Montecarlo, dicha metodología nos permitirá diseñar bajo la herramienta de MS Excel la simulación con la data histórica que se tiene por parte de la empresa, obteniendo conocimientos como la distribución estadística que sigue nuestra demanda.

- (Gonzalez, Orjuela, & Jaimes, 2015), en su artículo titulado “Modelo Matemático estocástico para el problema de ruteo de vehículos en la recolección de productos perecederos”, Medellín, Colombia.

En este artículo se presenta un problema de ruteo de vehículos con componentes estocásticos en demanda, tiempos de entrega y servicios para productos perecederos, considerando las condiciones de temperatura o daño a los productos debido a las operaciones de distribución y transporte.

El objetivo del trabajo es presentar una alternativa al problema de recogida del sector floricultor, mediante un modelo que refleja el comportamiento estocástico en el suministro de las flores, requeridas por las empresas productoras de ramos, en Colombia.

El modelo incorpora tres componentes estocásticos a la función objetivo y una restricción no reportada antes en la literatura. El método de solución incluye la clusterización de puntos de recolección, diseño de rutas, asignación de camiones a rutas, simulación de Montecarlo y un modelo de regresión para la obtención de la ecuación del costo total del sistema y el punto óptimo de reabastecimiento. Haciendo necesario reducir el grado de dificultad de la solución mediante fases, las cuales combinan diferentes técnicas estadísticas y de optimización.

En conclusión, el algoritmo de simulación de Montecarlo facilita la resolución del problema con múltiples variables estocásticas, aunque requiere una alta capacidad de procesamiento del equipo en el que se realiza. Al levantar datos y hacer el respectivo tratamiento estadístico de entrada se pueden corroborar los supuestos de entrada: Las demandas, los tiempos de recorrido y de servicios son aleatorias y se pueden representar mediante un modelo matemático, ya sea una función de densidad o una distribución de probabilidad.

Este aporte constata que el método de simulación Montecarlo, puede solucionar problemas en empresas que presentan dificultades en cuanto a la gestión de la demanda estocástica con un nivel elevado de variabilidad. Por lo que se decidió trabajar a detalle con esta metodología.

- (Inquilla Mamani & Rodriguez Limachi, 2019), en su artículo titulado “Análisis de riesgo mediante el método de simulación de Montecarlo aplicado a la inversión pública en el sector educativo peruano: el caso del departamento de Puno”, Puno, Perú.

El principal problema para el análisis de riesgo de un proyecto es importante tener en cuenta la variabilidad de algunos indicadores de rentabilidad social. A mayor variabilidad de la rentabilidad, mayor el riesgo del proyecto. Por ello, los tomadores de decisiones deben seleccionar los proyectos sobre la base de los resultados. Los proyectos que no incorporan el análisis de riesgo de variabilidad no deben tomarse en cuenta para la inversión; de lo contrario, se deben someter a una nueva revisión considerándose la variable riesgo

Aquí se propone una herramienta de análisis y evaluación de riesgos económico-financieros utilizando simulación Montecarlo para obtener información de calidad en la fase de Pre-Inversión del ciclo de vida de los puntos porcentuales y así contribuir a mejorar la toma de decisiones en la inversión pública.

Con el propósito de establecer un modelo que respondiera a la dinámica real del proyecto de inversión pública, vinculada al sector educación, se insertó el efecto de las incertidumbres presentes en el mismo contexto, utilizando como herramientas los programas Risk Simulator y Crystal Ball, mediante el uso de Simulación de Montecarlo. Este proceso permitió observar la asignación de una distribución determinada, visualizando el efecto de las fuentes de incertidumbre identificadas en el proceso de análisis de datos. Por tanto, para el presente estudio, el proceso metodológico que se siguió para realizar el análisis de riesgo en proyecto de inversión pública del sector educación.

Los resultados de la simulación, muestran que se tendría aproximadamente un 66.67% de PIPs exitosos elaborados con información de calidad de la herramienta implementada. La simulación, además, muestra que si se integran y utilizan las herramientas de análisis de decisiones y evaluación de riesgos en el proceso de elaboración de PIPs se lograría incrementar hasta 70.1% los proyectos eficientes y eficaces.

El aporte del presente artículo constata que la simulación Montecarlo tiene un efecto importante en la toma de decisiones a un nivel de confianza del 95%, obteniendo probabilidades del 100% positivos.

Siendo este una estadística importante para nuestra tesis con problemas de toma de decisiones empíricas.

- (Trigoso Yarlaque, 2018), en su tesis titulada “Estudio de Confiabilidad en Alimentadores de la Subestación Chiclayo Oeste Utilizando el Método Probabilístico de Simulación Montecarlo para Determinar Índices de Confiabilidad”, para obtener el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico, Chiclayo, Perú.

El problema principal son las pérdidas en distribución y transmisión debido a las interrupciones que sufre el sistema. Las fallas aleatorias en los componentes del sistema no pueden evitarse. La mayor parte de

las fallas de los sistemas de potencia ocurren en el sistema de distribución.

Su objetivo es realizar un estudio de confiabilidad en alimentadores de Subestación Chiclayo Oeste (SECHO) utilizando el método probabilístico de Simulación Montecarlo, permitiendo así evaluar, diagnosticar y predecir la confiabilidad en los alimentadores en base a un historial de eventos. Con el fin de reducir las fallas en los alimentadores o circuitos de una red eléctrica.

En conclusión, la utilización del método Montecarlo, les permitió trabajar con una base de datos pequeña y obtener resultados favorables con porcentajes de error pequeños. Si bien no es un método muy conocido, es capaz de simular un determinado número de fallas y realizar las programaciones adecuadas a fin de optimizar la confiabilidad de la red. El análisis presentado que se muestra en la tesis es para simular desde una posible falla hasta seis fallas en el periodo de vida del alimentador.

El aporte que nos atribuirá la presente tesis permitirá en nuestra investigación tomar como base la Simulación Montecarlo, para establecer los niveles de confiabilidad del sistema los cuales corresponden a los momentos de las distribuciones de probabilidad, combinando conceptos estadísticos con la capacidad que tiene el MS Excel para generar números pseudoaleatorios y automatizar cálculos.

- (Mendoza Rodriguez, 2019), en su tesis titulada “Diseño de un sistema de despacho multiplanta y su impacto en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo”, Trujillo, Perú.

La Planta de concreto de Trujillo se encuentra ubicada en el Parque industrial de la esperanza, Trujillo – La Libertad (a 25 minutos de la ciudad de Trujillo).

A medida que la ciudad de Trujillo va creciendo, su esparcimiento urbano también crece y se aleja en gran medida de la planta. Por tanto, el tiempo de ciclo (tiempos desde que carga el concreto hasta que regresa a planta para su siguiente vuelta) del mixer se está incrementando, con un ciclo promedio de 4 horas.

Asimismo, durante el día aumenta el flujo vehicular en horas punta (07:00 a 09:00 am y 6 pm a 8 pm); despachos a distancia; incremento de volumen no programado y saldos de clientes por error en cubicaje. Estos problemas conllevan a tener baja capacidad de respuesta hacia los clientes, reduciendo la eficiencia de mixer y operador en un aproximado de 25%.

Las demoras en el viaje, afectan directamente a la calidad del concreto puesto que es un producto perecible y tiene un tiempo de vida de 2.5 horas. Además, teniendo en cuenta que los operadores pueden trabajar un máximo de 12 horas según la legislativa laboral

vigente y por seguridad, ante los retrasos del día y en muchas ocasiones para cumplir con el programa de despachos se exceden el tiempo máximo permisible de trabajo, incumpliendo con el estándar. Finalmente, la suma de todos estos problemas, incrementa el tiempo de viaje, el costo de transporte y genera ineficiencia en el proceso de despacho de concreto premezclado. Por eso, es necesario definir el impacto de la implementación de un sistema de despacho multiplanta en la eficiencia, y así, en un posterior estudio definir su factibilidad de la implementación.

El objetivo es evaluar el impacto de la implementación de un sistema de despacho multiplanta en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo.

Para hacer efectivo el despacho multiplanta, se hizo una simulación de despachos diaria usando el método Montecarlo, basado en un histórico de programaciones de 03 meses, obteniendo el resultado de volumen de despacho de cada distrito por multiplanta.

Se optimizó el programa de despachos obteniendo que en un volumen de 638 en un día m³ se tendría que realizar 41 viajes de la planta Esperanza y 57 viajes de la planta moche.

El aporte de esta investigación, no permitirá tener una base para trabajar la simulación diaria teniendo un histórico de viajes recorridos en un tiempo específico y así poder determinar la cantidad de viajes óptimos en un día.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Historia

El empleo del método de Monte Carlo para fines de investigación comenzó con el desarrollo de la bomba atómica en la Segunda Guerra Mundial en el Laboratorio Nacional de Los Álamos. Durante el desarrollo de este proyecto, los científicos Von Neumann y Ulam perfeccionaron la técnica y la aplicaron a problemas de cálculo de difusión de neutrones en un material. Alrededor de 1970, los desarrollos teóricos en complejidad computacional comienzan a proveer mayor precisión y relación para el empleo del método Monte Carlo.

Actualmente el método Monte Carlo a veces es usado para analizar problemas que no tienen un componente aleatorio explícito; en estos casos un parámetro determinista del problema se expresa como una distribución aleatoria y se simula dicha distribución. La simulación de Monte Carlo también fue creada para resolver integrales (Soto Medrano, 2020)

2.2.1 Método de Monte Carlo

La simulación Monte Carlo es un método que combina el uso de los sistemas de información organizacional (información histórica principalmente) y la aleatoriedad para estimar la posibilidad de

ocurrencia de un evento. Aplicando la simulación Monte Carlo requiere la identificación de las variables claves que afectan el resultado a proyectar, así como la distribución de probabilidad que defina el comportamiento de estas variables en distintos escenarios deseables o no deseables, con el fin de tomar acciones inmediatas (Salazar Jiménez & Alzate Castro, 2018).

La herramienta de Monte Carlo escoge al azar un valor para cada evento de riesgo dentro de su rango de valores posibles, pero de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de cada uno de éstos. Luego se combinan los valores escogidos al azar para generar un solo resultado para una simulación. Este proceso se repite un cierto número de veces (típicamente más de 1,000 iteraciones), y se produce un rango de resultados potenciales igualmente probables.

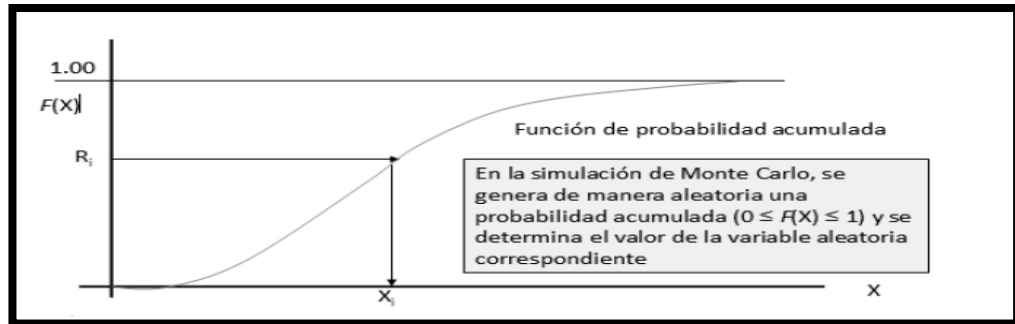
El proceso se fundamenta en el hecho de utilizar una entrada invertida en una función de probabilidad acumulada $F(x)$. Así, a través de la generación de números aleatorios entre $(0, 1)$ se genera una probabilidad acumulada, la que permite, si se conoce la función $F(x)$, generar un valor de la variable aleatoria $X_i = f(x)$. La figura 1 presenta este proceso. El paso más importante es la determinación de la variable aleatoria y la distribución acumulada correspondiente. Es en esta etapa que se genera el modelo probabilístico del sistema a simular.

Una vez definida esta función acumulada, la etapa de generación de un número aleatorio $R_i \sim U(0, 1)$ permitirá entonces generar los datos individuales de la variable X_i .

La precisión del método está dada en función a $1/\sqrt{N}$, por lo que, a mayor cantidad de corridas en la simulación, mayor la precisión de los resultados obtenidos en el proceso. (Alvarez, 2011).

Figuras 1

Fundamento del Método Monte Carlo

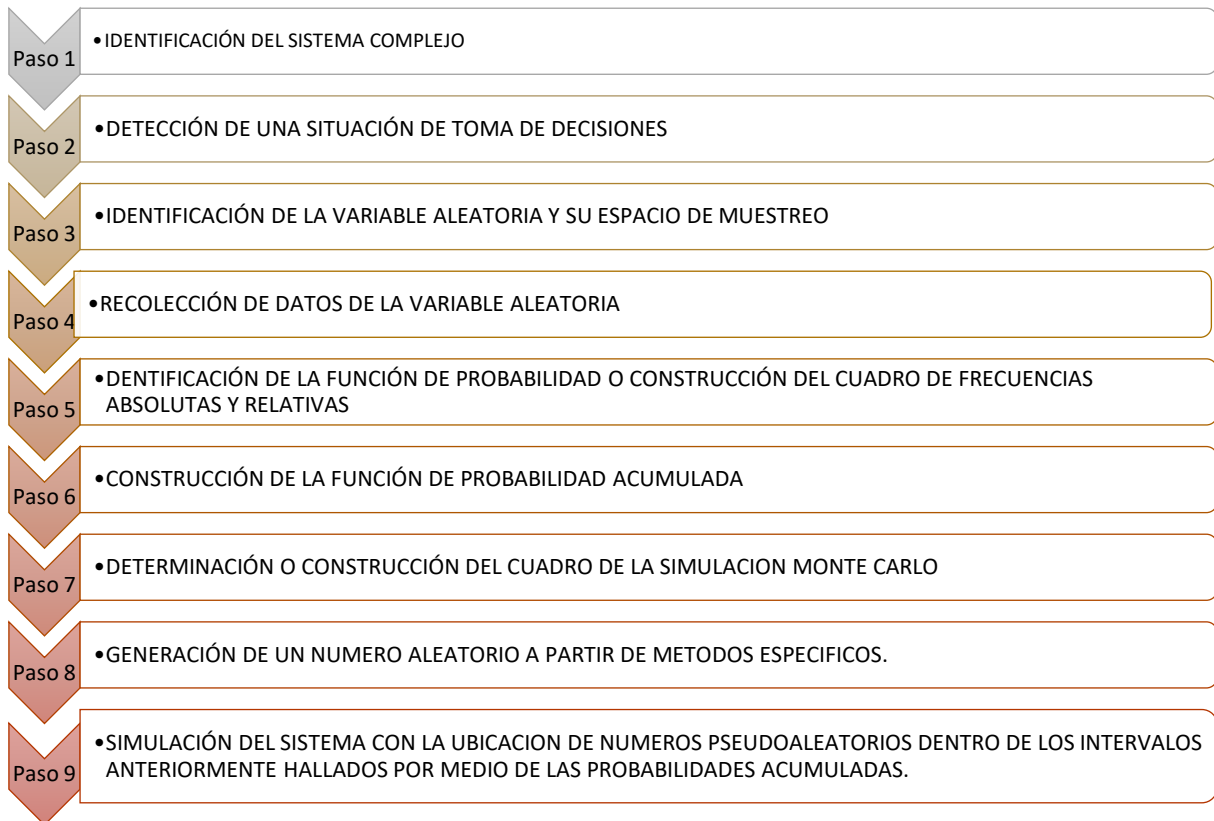


Fuente: Revista Espacios – Aplicación de la simulación Monte Carlo en la proyección del estado de resultados

2.2.2 Proceso de Monte Carlo

Figuras 2

Metodología de la Simulación Monte Carlo



Fuente: Academiaedu – Pasos para elaboración de la matriz Monte Carlo.

2.2.3 Número Pseudoaleatorios

Según (Barranco Rodriguez, 2015), la generación de una buena secuencia de números aleatorios es la base probabilística del método de Monte Carlo. Cada número aleatorio debe ser totalmente independiente de los otros números de la secuencia. Además, dos generadores aleatorios independientes deben proporcionar estadísticamente el mismo valor promedio de salida. Comúnmente las secuencias de números se obtienen de algún algoritmo y se denominan números pseudoaleatorios, mostrando así el origen determinístico. Este algoritmo ha de generar números de una manera realmente estocástica si se quieren simular correctamente los sucesos de interacción que sufren las partículas en la materia.

Esto hace que los generadores tengan que cumplir una serie de características:

- a) Buena distribución: se entiende que los números obtenidos estén uniformemente distribuidos en el intervalo en el que se obtienen $[0, 1]$. Si tomamos un subintervalo cualquiera, la fracción de números aleatorios que aparece respecto del total tiene que ser la misma para todo subintervalo de la misma amplitud.
- b) Al ser generados mediante un algoritmo, siempre tienen un ciclo más o menos largo. En el caso de simulaciones en que se usa una gran cantidad de números aleatorios es importante que éstos no se repitan para que evitar las correlaciones.
- c) Es importante que se pueda reproducir la sucesión de números usados. Si se repite la simulación en las mismas condiciones el resultado ha de ser el mismo.

2.2.4 Muestreo Monte Carlo

2.2.4.1 Obtención del grado de significación en el contraste de la hipótesis

El fundamento del muestreo Monte Carlo para evaluar el grado de significación de una prueba de contraste de hipótesis es el siguiente. Sea x una variable aleatoria extraída de una población y , sea $t(x)$ una función que define el estadístico de contraste de una prueba sobre x . Dado que x es una variable aleatoria, $t(x)$ será también una variable aleatoria que tiene su propia función de probabilidad. La probabilidad de que $t(x)$ pueda ser mayor o igual a un valor determinado (h), definida por la distribución muestral de $t(x)$, se describe formalmente por:

$$\text{prob } \{t(x) \geq h\}$$

Si $t(x^0)$ es el valor obtenido al aplicar la prueba estadística en la muestra original de datos, la prueba de significación consistirá en calcular cuán inusual es $t(x^0)$ en relación a la distribución muestral de $t(x)$. Es decir, el grado de significación de la prueba estadística es

$$\text{prob } \{t(x) \geq t(x^0)\}$$

Y la regla para rechazar la hipótesis nula (H_0) es

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } \text{prob } \{t(x) \geq t(x^0)\} \leq \alpha$$

Siendo α el nivel de significación establecido “a priori” (habitualmente 0.05). Por tanto, el cálculo de grado de significación se basa en estimar la distribución muestral del estadístico de contraste $t(x)$ bajo la hipótesis nula. De este modo, el grado de significación unilateral es simplemente la proporción de muestras simuladas en las cuales el valor de $t(x)$ es mayor o

igual al valor obtenido en la muestra original $t(x^0)$. (Losilla Vidal, 1994)

2.2.4.2 Evaluación de probabilidades de error Tipo I y Tipo II

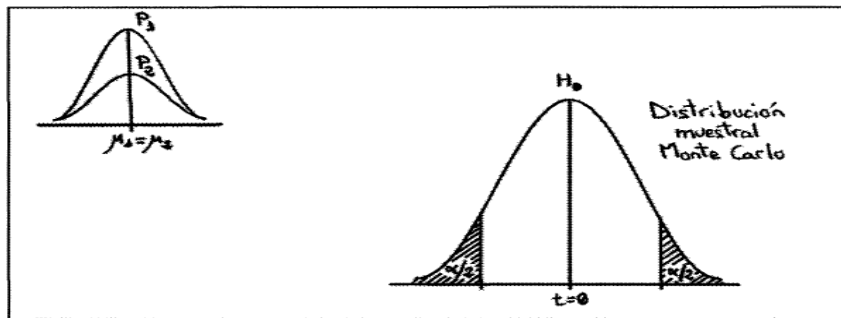
El muestreo Monte Carlo no sólo se utiliza en el campo de la investigación aplicada, sino que es también una potente herramienta para evaluar las consecuencias de la violación de determinados supuestos en los que se fundamentan las pruebas estadísticas, o la comparación de las probabilidades de error Tipo I y Tipo II entre diferentes estadísticos de contraste en estas situaciones.

En estos casos, generalmente los datos se extraen aleatoriamente a partir de las distribuciones que tiene características distintas de las que asumen los test estadísticos (por ejemplo, distribuciones que difieren de la normal, asimetrías, variancias o covariancias heterogéneas, variables con escalas de medida muy limitadas, muestras muy pequeñas, etc.). El test estadístico de interés se aplica a un gran número de muestras de datos simulados (típicamente entre 1000 y 10000 muestras), registrando para cada una de ellas si el resultado del test (o de los test, si se está comparando la robustez o la potencia de varias pruebas) es significativo ($p \leq \alpha$) o no significativo ($p > \alpha$).

Si la distribución teórica se ha definido de forma que la hipótesis nula (H_0) es cierta, entonces podemos considerar la proporción de resultados significativos del test como una estimación empírica de la probabilidad de cometer un error Tipo I. Si las consecuencias de las violaciones de los supuestos son poco importantes, entonces esta probabilidad debería ser similar al nivel nominal α fijado a priori, ver Figura 3.

Figuras 3

Evaluación de probabilidad de error Tipo I

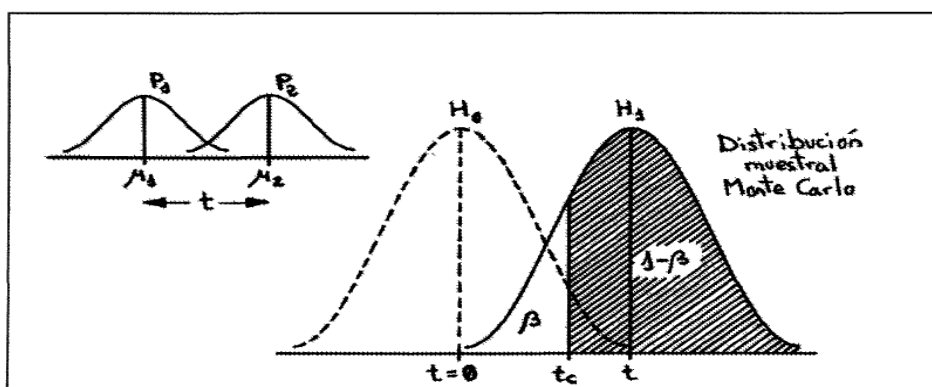


Fuente: Dialnet – Prueba t bilateral de comparación de dos medias iguales

Si la distribución teórica se ha definido de forma que H_0 es falsa, entonces la proporción de test significativos es una estimación empírica de la potencia de la prueba estadística, $1-\beta$. Este valor puede compararse con el valor teórico de la potencia esperada para el test en esta situación. Si las consecuencias de la violación de los supuestos del test son poco importantes, entonces el valor empírico y el valor teórico deberían ser similares. Ver figura 4 – Anexos.

Figuras 4

Evaluación de probabilidad de error Tipo I



Fuente: Dialnet – Prueba t bilateral de comparación de dos medias diferentes.

2.2.5 Ventajas y Desventajas

2.2.5.1 Ventajas

- Permite variar datos y/o valores para analizar diversos casos de estudio.
- Supera restricciones de los enfoques analíticos en la planificación de proyectos que las hacen inutilizables en situaciones prácticas. (Williams, 2003)
- La simulación de Monte Carlo maneja miles de datos y, por lo tanto, miles de caminos que pueden ser analizados. (Kwak & Ingall, 2007)

2.2.5.2 Desventajas

- Toma grandes cantidades de tiempo para recolectar y procesar todos los datos. (Williams, 2003)
- Alto escepticismo en la industria por falta de conocimiento. (Flores Araya, 2015)
- Incapacidad de estimar correctamente los valores límites de distribución; es decir que, se debe poner énfasis en la revisión de las estimaciones de valores y la elección de las distribuciones de probabilidad. (Flores Araya, 2015)

2.2.6 Características y Aplicaciones

2.2.6.1 Características

(Zapata, Piñeros, & Castaño, 2004), comentan que:

- La simulación Monte Carlo presenta valores esperados de los índices de confiabilidad. Un valor esperado puede tener una probabilidad baja de ocurrir.

- Utiliza cualquier distribución con la intención de modelar los tiempos para salida y restauración de los componentes. Asimismo, resuelve sistemas donde no existe una solución analítica para la misma por medio de la distribución.
- Obtiene distribuciones de probabilidad de índices de confiabilidad de puntos de carga, previniendo el riesgo de que se presenten distintos valores en los índices.
- Realiza cambios del sistema en la base de datos sin que sea necesario realizar cambios en algún software.

2.2.6.2 Aplicaciones

Métodos de Monte Carlo son especialmente útiles para la simulación de fenómenos con incertidumbre en los insumos y sistemas con un gran número de grados de libertad acoplados. Las áreas de aplicación incluyen:

- Ciencias Físicas
- Ingeniería
- Biología Computacional
- Estadística Aplicada
- Diseño y Visuales
- Finanzas y negocios
- Telecomunicaciones.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Rutas

Se denomina ruta a cualquier secuencia de arcos que conecte el nodo origen con el destino, la resolución consiste en encontrar la más corta posible. Usualmente los arcos no están

orientados, es decir, se permite el tráfico en ambos sentidos, salvo que se indique lo contrario. (Barreno, 2013)

2.3.2 Distancia

Es un factor importante del costo de transporte porque contribuye directamente a los gastos variables, como la mano de obra, el combustible y el mantenimiento. (J. Closs & J. Bowersox, 2007).

2.3.3 Camión cisterna

Es una variedad de camión que se utiliza para el transporte de multitud de tipos de líquidos, como puede ser el agua, los combustibles o algunos productos químicos, o para su mantenimiento durante un largo período de tiempo, en función de qué características presentan. (Helloauto, 2022)

2.3.4 Flota de Vehículos

Se puede conocer el número de vehículos disponibles o puede ser una variable de decisión. Los vehículos suelen tener una capacidad limitada, que se puede expresar, por ejemplo, mediante peso y volumen. Cuando todos los vehículos comparten los mismos atributos se habla de flota homogénea, mientras que si hay diferencias entre ellos se trata de una flota heterogénea. Se puede asociar un coste fijo a cada vehículo por el hecho de usarlo y un coste variable proporcional a la distancia recorrida. (Medrán, 2017).

2.3.5 Sistema

Un sistema puede definirse como “un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, en interacción que desarrollan una actividad para lograr un objetivo o propósito operando

como datos, energía y suministro de información. (Chiavenato, 1999).

2.3.6 Red de Transporte

Se describe la red como un grafo donde los arcos representan las vías y los vértices se corresponden con los nodos de la red, donde se encuentran situados los clientes o los depósitos. Se puede tener un grafo dirigido o no, dependiendo de si se permite la circulación en uno o en ambos sentidos. (Medrán, 2017)

2.3.7 Variable Aleatoria

Una variable aleatoria es un valor numérico que corresponde a un resultado de un experimento aleatorio. Algunos ejemplos son: número de caras obtenidas al lanzar seis veces una moneda, número de llamadas que recibe un teléfono durante una hora, tiempo de fallo de una componente eléctrica, etc. (Dominguez, 2020)

2.3.8 Proceso Estocástico

Un proceso estocástico es un concepto matemático que se utiliza para manejar magnitudes aleatorias que varían con el tiempo o para caracterizar una sucesión de variables aleatorias llamadas estocásticas, que evolucionan en función de otra variable. (Universidad de Alcalá, 2022)

2.3.9 Modelo Matemático

Un modelo matemático describe teóricamente un objeto que existe fuera del campo de las Matemáticas. Las previsiones del tiempo y los pronósticos económicos, por ejemplo, están basados en modelos matemáticos. Su éxito o fracaso depende

de la precisión con la que se construya esta representación numérica, la fidelidad con la que se concreten hechos y situaciones naturales en forma de variables relacionadas entre sí. (Pérez Porto & Gardey, 2008 - 2012).

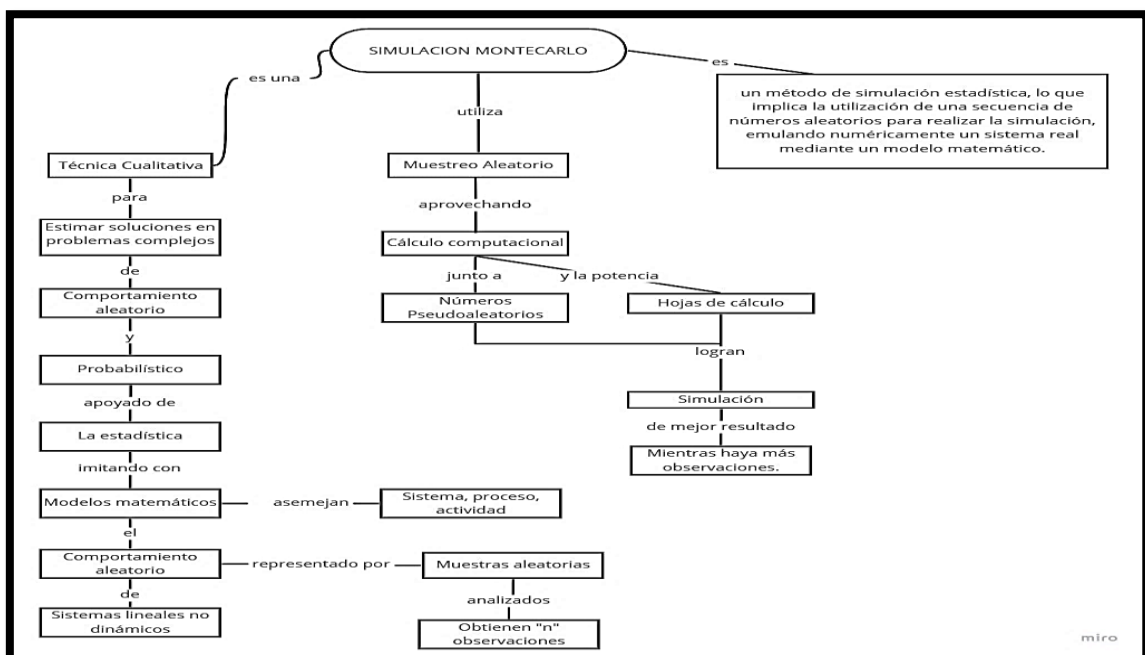
2.3.10 Muestreo Aleatorio

Es aquel procedimiento de selección de la muestra en el que todos y cada uno de los elementos de la población tiene una cierta probabilidad de resultar elegidos. De esta forma, si tenemos una población de N elementos y estamos interesados en obtener una muestra de n elementos (muestra de tamaño n), cada subconjunto de n elementos de la población tendrá también una cierta probabilidad de resultar la muestra elegida. (Martínez de Lejarza, 2019).

2.3.11 Mapa de Simulación Monte Carlo

Figuras 5

Definición de Simulación Monte Carlo



2.4 Hipótesis

La simulación Monte Carlo evaluará el comportamiento del sistema de suministro de agua de la empresa Servicios & Transportes Valcar S.A.C.

2.5 Variables e Indicadores

En el presente proyecto se presentan las siguientes variables:

1. Variable Independiente: Simulación Monte Carlo
2. Variable Dependiente: Comportamiento del sistema.

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p>Variable Independiente:</p>	<p>Es un método que combina el uso de los sistemas de información organizacional (información histórica principalmente) y la aleatoriedad para estimar la posibilidad de ocurrencia de un evento</p>	<p>Se recolectará datos reales del sistema de suministro de agua, calculando las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada para construir la matriz de simulación Monte Carlo en base a un tamaño de muestra representativo para calcular los indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua.</p>	<p>Recolectar datos reales (empíricos) del sistema de suministro de agua.</p>	<p>Formato</p>	<p>Cardinal</p>
			<p>Calcular las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada</p>	<p><u>Probabilidad Relativa</u> $Pr_{(i)} = \frac{Fi}{N}$ Donde Fi: Frecuencia absoluta de la observación</p>	<p>Razón</p>

			<p>del sistema de suministro de agua.</p>	<p>N: Número total de observaciones de la muestra</p> <p><u>Probabilidad Acumulada</u></p> <p>$PA_{(i)} = Pr_{(i)}$</p> <p>$PA_{(i)1} = PA_{(i)} + Pr_{(i)1}$</p> <p>$PA_{(i)2} = PA_{(i)1} + Pr_{(i)2} \dots$</p> <p>Donde</p> <p>$Pr_{(i)}$: Probabilidad Relativa</p> <p>$PA_{(i)}$: Probabilidad Acumulada</p>	
--	--	--	---	---	--

			<p>Calcular Indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua</p>	<p>Kpi's de Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distancia recorrida = \sum Distancias recorridas • Demanda Simulada = \sum Demanda • Distancia vs Demanda <p>$Distancia = \frac{Distancia\ recorrida}{volúmen\ transportado}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingreso Bruto = $\sum(Distancia * Costo\ por\ Kilómetro)$ + $(Demanda\ Costo\ por\ tancada)$ 	Razón
--	--	--	--	--	-------

				<ul style="list-style-type: none"> Índice de costo de transporte sobre ventas: $= \frac{COSTO\ TOTAL\ DE\ TRANSPORTE}{COSTO\ DE\ VENTAS}$ 	
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Comportamiento del sistema</p>	<p>Consiste en la distribución de agua mediante camiones cisternas a diferentes puntos dispersos geográficamente.</p>	<p>Se evaluará el comportamiento del sistema de suministro de agua con la propuesta de mejora.</p>	<p>Evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, con propuestas de mejora.</p>	<p>Tablas de Comparación: Data histórica vs Simulación MC</p>	<p>Razón</p>

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Tipo de investigación por su objetivo.

Por el tipo de la investigación, el presente proyecto reúne las condiciones metodológicas de una investigación explicativa, en base a que se utilizaron conocimientos sobre Investigación de Operaciones y Logística de Transporte a fin de resolverlas en este caso específico a fin de determinar la ruta del menor costo en una red de distribución determinada.

3.1.2 Nivel de Investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo - transversal, lo cual nos va a permitir recopilar información de la realidad objetivo tal cual a través de un conjunto de visitas durante el tiempo considerado para la investigación.

3.2 Población y muestra de estudio

3.2.1 Población

La cantidad de pedidos de agua en tancadas de forma infinita

3.2.2 Muestra

La cantidad de pedidos de agua en tancadas de forma finita, calculada para una variable cuantitativa que expresa promedio de compra, a través de la siguiente formula:

$$N = \left(\frac{K \cdot x \cdot \partial}{e \cdot x} \right)^2 + 1$$

Donde:

N = Tamaño de muestra

NC = nivel de confianza (96%)

∂ = desviación estándar de (25 datos piloto)

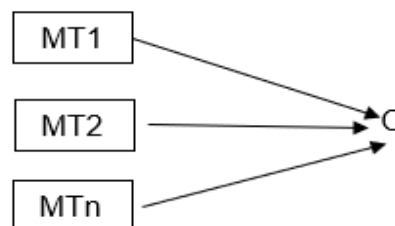
e = error máximo tolerable (4%)

x = promedio de frecuencias

K = Coeficiente de riesgo (se asume un riesgo de error del 5%, por consiguiente, K = 2)

3.3 Diseño de investigación

La investigación es no experimental y de forma transversal, donde los datos serán recolectados en diferentes tiempos para su recurrente análisis, por consiguiente la investigación le corresponde el diseño Transversal tal como:



Donde:

MT1 -----MTn: representan muestras en diferentes tiempos.

O: la observación que se hace en un tiempo determinado.

3.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumentos
Observación	Guía de observación
Análisis documental	Formato de análisis

3.5 Procesamiento y Análisis de Datos

Tabla 3

Procedimientos y herramientas de procesamiento y análisis de datos

Procedimientos	Herramientas
Calificación – causa raíz	Diagrama Causa- efecto
Redacción y cálculos	Ms Office 2019

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de datos

4.1.1. Resultados de Objetivo específico 1: Recolectar datos reales (empíricos) del sistema de suministro de agua.

Se trabajó con los datos de kilómetros recorridos de la data histórica equivalente a 1 año **ver Tabla 16 – anexos** proporcionados por la empresa, tomando como muestra piloto 25 datos, aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{K \times \partial}{e * x} \right)^2 + 1$$

Donde:

N = Tamaño de muestra

NC = nivel de confianza (96%)

∂ = desviación estándar de (25 datos piloto)

e = error máximo tolerable (4%)

x = promedio de frecuencias

K = Coeficiente de riesgo (se asume un riesgo de error del 5%, por consiguiente, K = 2)

Obteniendo un resultado de muestra total de 109 datos:

$$N = \left(\frac{2 \times 0.2}{0.04 * 1.04} \right)^2 + 1 = 109 \text{ datos}$$

Así mismo se trabajó para el cálculo de muestra de tancadas diarias. Se tomó una muestra piloto de 12 datos.

Obteniendo un resultado de muestra total de 272 datos:

$$N = \left(\frac{2 \times 0.3015}{0.04 * 1.0909} \right)^2 + 1 = 272 \text{ datos}$$

4.1.2. Resultados de Objetivo específico 2: Calcular las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada del sistema de suministro de agua.

Se utilizaron las frecuencias halladas **ver Tabla 17 – anexos**. Luego se prosiguió a calcular las probabilidades relativas y acumuladas mediante las siguientes fórmulas:

1. Probabilidad Relativa:

$$Pr_{(km)} = \left(\frac{f_i}{N} \right)$$

Donde:

f_i = Frecuencia absoluta de la observación.

N = Número total de observaciones de la muestra

2. Probabilidad Acumulada:

$$PA_{(km)} = Pr_{(i)}$$

$$PA_{(km)1} = PA_{(i)} + Pr_{(i)1}$$

$$PA_{(km)2} = PA_{(i)1} + Pr_{(i)2} \dots$$

Donde:

$Pr_{(km)}$: Probabilidad Relativa

$PA_{(km)}$: Probabilidad Acumulada

Tabla 4*Probabilidades relativas y acumuladas de kilometraje diario.*

KILOMETRAJE	FRECUENCIA	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA
91.50	1	0.009174312	0.009174312
50.90	1	0.009174312	0.018348624
174.70	1	0.009174312	0.027522936
136.90	1	0.009174312	0.036697248
163.00	1	0.009174312	0.04587156
138.50	2	0.018348624	0.064220183
132.46	1	0.009174312	0.073394495
185.40	1	0.009174312	0.082568807
43.80	1	0.009174312	0.091743119
151.00	1	0.009174312	0.100917431
107.50	1	0.009174312	0.110091743
88.90	2	0.018348624	0.128440367
124.90	1	0.009174312	0.137614679
139.20	1	0.009174312	0.146788991
139.90	1	0.009174312	0.155963303
70.30	1	0.009174312	0.165137615
136.60	1	0.009174312	0.174311927
163.10	1	0.009174312	0.183486239
104.45	1	0.009174312	0.19266055
120.90	1	0.009174312	0.201834862
118.90	2	0.018348624	0.220183486
75.40	1	0.009174312	0.229357798
114.60	1	0.009174312	0.23853211
54.20	1	0.009174312	0.247706422
121.70	1	0.009174312	0.256880734
140.40	1	0.009174312	0.266055046
113.60	1	0.009174312	0.275229358

93.49	1	0.009174312	0.28440367
46.00	1	0.009174312	0.293577982
136.53	1	0.009174312	0.302752294
106.75	1	0.009174312	0.311926606
96.90	1	0.009174312	0.321100917
146.50	1	0.009174312	0.330275229
149.10	1	0.009174312	0.339449541
118.00	2	0.018348624	0.357798165
46.50	1	0.009174312	0.366972477
94.00	1	0.009174312	0.376146789
101.00	1	0.009174312	0.385321101
124.00	1	0.009174312	0.394495413
102.00	1	0.009174312	0.403669725
122.80	1	0.009174312	0.412844037
123.00	1	0.009174312	0.422018349
45.50	1	0.009174312	0.431192661
131.20	1	0.009174312	0.440366972
109.70	1	0.009174312	0.449541284
150.90	1	0.009174312	0.458715596
105.15	1	0.009174312	0.467889908
115.60	1	0.009174312	0.47706422
119.10	1	0.009174312	0.486238532
78.80	1	0.009174312	0.495412844
27.70	1	0.009174312	0.504587156
73.50	1	0.009174312	0.513761468
77.20	1	0.009174312	0.52293578
37.50	1	0.009174312	0.532110092
51.90	1	0.009174312	0.541284404
39.40	1	0.009174312	0.550458716
58.40	1	0.009174312	0.559633028
132.90	1	0.009174312	0.568807339
72.20	1	0.009174312	0.577981651

80.50	1	0.009174312	0.587155963
96.50	1	0.009174312	0.596330275
65.00	1	0.009174312	0.605504587
88.20	1	0.009174312	0.614678899
86.10	1	0.009174312	0.623853211
81.30	1	0.009174312	0.633027523
83.60	1	0.009174312	0.642201835
107.90	1	0.009174312	0.651376147
90.90	1	0.009174312	0.660550459
109.90	1	0.009174312	0.669724771
76.70	1	0.009174312	0.678899083
48.50	1	0.009174312	0.688073394
73.80	1	0.009174312	0.697247706
77.00	1	0.009174312	0.706422018
89.10	1	0.009174312	0.71559633
78.20	1	0.009174312	0.724770642
87.10	1	0.009174312	0.733944954
90.53	1	0.009174312	0.743119266
147.00	1	0.009174312	0.752293578
113.20	1	0.009174312	0.76146789
57.70	1	0.009174312	0.770642202
54.80	1	0.009174312	0.779816514
61.70	1	0.009174312	0.788990826
21.10	1	0.009174312	0.798165138
51.70	1	0.009174312	0.80733945
84.50	2	0.018348624	0.825688073
70.80	1	0.009174312	0.834862385
41.40	1	0.009174312	0.844036697
58.90	1	0.009174312	0.853211009
58.70	1	0.009174312	0.862385321
67.00	1	0.009174312	0.871559633
96.00	1	0.009174312	0.880733945

49.00	1	0.009174312	0.889908257
79.60	1	0.009174312	0.899082569
71.50	1	0.009174312	0.908256881
64.80	1	0.009174312	0.917431193
74.30	1	0.009174312	0.926605505
77.80	1	0.009174312	0.935779817
71.90	1	0.009174312	0.944954128
67.40	1	0.009174312	0.95412844
79.90	1	0.009174312	0.963302752
79.20	1	0.009174312	0.972477064
50.10	1	0.009174312	0.981651376
87.30	1	0.009174312	0.990825688
74.00	1	0.009174312	1
TOTAL	109	1	

Así mismo, para el cálculo de las tancadas se usó las frecuencias ver **Tabla 19 – anexos**, obteniendo 40 datos.

Tabla 5

Probabilidades relativas y acumuladas para tancadas diarias.

PEDIDOS	FRECUENCIA	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA
4	1	0.00368	0.00368
5	4	0.01471	0.01838
6	2	0.00735	0.02574
7	4	0.01471	0.04044
8	2	0.00735	0.04779
9	1	0.00368	0.05147
10	3	0.01103	0.06250
11	6	0.02206	0.08456
12	6	0.02206	0.10662
13	3	0.01103	0.11765
14	9	0.03309	0.15074

15	11	0.04044	0.19118
16	8	0.02941	0.22059
17	7	0.02574	0.24632
18	10	0.03676	0.28309
19	8	0.02941	0.31250
20	5	0.01838	0.33088
21	8	0.02941	0.36029
22	12	0.04412	0.40441
23	11	0.04044	0.44485
24	16	0.05882	0.50368
25	10	0.03676	0.54044
26	15	0.05515	0.59559
27	9	0.03309	0.62868
28	16	0.05882	0.68750
29	14	0.05147	0.73897
30	5	0.01838	0.75735
31	13	0.04779	0.80515
32	11	0.04044	0.84559
33	9	0.03309	0.87868
34	7	0.02574	0.90441
35	4	0.01471	0.91912
36	5	0.01838	0.93750
37	2	0.00735	0.94485
38	5	0.01838	0.96324
39	5	0.01838	0.98162
41	1	0.00368	0.98529
42	1	0.00368	0.98897
43	2	0.00735	0.99632
46	1	0.00368	1
TOTAL	272	1	

4.1.3. Resultados de Objetivo específico 3: Construir la matriz de simulación Método Monte Carlo, para un tamaño de muestra representativo del sistema de suministro de agua.

En base a las probabilidades acumulativas se crearon los intervalos para tancadas y kilometrajes diarios. **ver Tabla 21 – anexo**, posteriormente a esto se calcularon los pseudoaleatorios con un promedio total de 3 corridas para obtener más confiabilidad bajo el método de algoritmo de productos medios **ver Tabla 22 y**

23 – anexos, así mismo la empresa nos proporcionó los costos asociados.

4.2.3.1 Determinación y elaboración de costos asociados a las rutas

4.2.3.1.1 Costos Fijos

Tabla 6

Costos fijos

N.º	Cargo	Sueldo	Total ingresos	Total
1	Chofer	S/ 1,600.00	S/ 1,400.00	S/ 2,330.00
1	Ayudante	S/ 930.00	S/ 930.00	

Nota: Después de los cálculos obtenidos anteriormente se obtiene un costo fijo de S/. 3.09 soles, puesto que se dividió entre los días del mes y sobre el kilómetro diario promedio.

4.2.3.1.2 Costos Variables

Las características del camión actual, los motores consumen petróleo El consumo (Gal/Km) de petróleo del vehículo se obtuvo mediante la información brindada por la empresa.

Tabla 7

Costo de combustible por kilometro

TIPO	Consumo (gal/km)	Petróleo (S/. / gal)	Costo combustible (S/ /km)
Camioncito	12	S/ 15	S/ 1.25

Nota: Para el cálculo del costo de combustible se utilizó la siguiente

$$\text{fórmula: } \text{Costo Consumo de Combustible} = \frac{\text{Precio petróleo } (\frac{\text{S}}{\text{Gal}})}{\text{Consumo (Gal/km)}}$$

Consumo de llantas

Tabla 8

Precio de llantas

Cantidad	Tipo de llanta	Cambio por desgaste (Km)	Precio llantas (S/)
2	Direccional	35000	1300
4	Tracción	35000	2600

Tabla 9

Consumo de llantas por kilómetro recorrido

Consumo de llantas			
Tipo de llanta		Costo de llanta	Costo de llanta x Km (S/ / Km)
Direccional	Tracción	3900	0.111

Nota: Para determinar el costo de llantas por kilómetro, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo llanta por kilometro} = \sum \frac{\text{N}^\circ \text{ llantas} \times \text{precio de llanta (S/.)}}{\text{Duración de llanta (km)}}$$

Consumo de lubricantes

Tabla 10

Costos de lubricantes

Lubricante	Marca	Cambio (Km)	Precio Balde
Motor y caja	MOBIL	5000	S/.280.00
Engrase de muelles	Grasa	5000	S/.210.00

Tabla 11*Consumo de lubricante por kilómetro recorrido*

Modelo Camión	Lubricantes		Costo total lubricantes	Costo lubricación por km (S//Km)
	Motor (Gal)	Engrase de muelles (Gal)		
CAMIONCITO	5	2	S/490.00	S/0.098

Nota: Para calcular el consumo de lubricante por kilómetro de usó la siguiente fórmula

$$\text{Costo lubricante por kilometro} = \frac{\text{Baldes usados} * \text{precio Balde(S/.)}}{\text{Cambio de lubricantes (km)}}$$

Consumo de filtros**Tabla 12***Precio de filtro*

Filtro	Marca	Cambio (Km)	Precio
Aire	Purolator	5000	S/.100.00
Combustible	Purolator	5000	S/.120.00

Tabla 13*Costo de filtro por kilómetro recorrido*

Modelo Camión	Filtros		Costo total filtros	Costo filtros por km (S//Km)
	Aire	Combustible		
CAMIONCITO	1	1	S/220.00	S/0.044

Nota: Para calcular el costo de filtro de aceite, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Filtro por kilometro} = \sum \frac{\text{N}^\circ \text{ filtros} \times \text{Costo del filtro (S/.)}}{\text{Cambio de filtro (km)}}$$

Costo de mantenimiento

Tabla 14

Costo de mantenimiento del camión

Modelo Camión	Costo mantenimiento general	Cambio (Km)	Costo mantenimiento general (S//Km)
CAMIONCITO	S/1,000.00	10000	S/0.10

Nota: Para calcular el costo de mantenimiento, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de Mantenimineto} = \frac{\text{Costo mantenimiento general (S/.)}}{\text{Cambio (km)}}$$

Luego del análisis para cada costo variable, se obtiene un cuadro con todos los costos:

Tabla 15

Resumen de costos variables

Modelo camión	Costo combustible por Km (S//Km)	Costo llantas por Km (S//Km)	Costo lubricación por km (S//Km)	Costo filtros por km (S//Km)	Costo mantenimiento general (S//Km)	Costo recorrido por Km (S//Km)
CAMIONCITO	S/1.25	S/0.111	S/0.098	S/0.044	S/0.10	S/1.603

Nota: Después de los cálculos obtenidos anteriormente se obtiene un costo variable por kilómetro de S/.1.603

4.2.3.1.3 Cuadro resumen de costos

Tabla 16

Resumen de costos

Tipo	Costo unitario (S//Km)	Total
Fijo	S/1.637	S/3.240
Variable	S/1.603	

Nota: Después de los cálculos y resultados obtenidos del costo fijo y variable, se obtiene el costo unitario por kilómetro recorrido.

4.2.3.2 Costo por tancada:

Para el costo por tancada se solicitó la información al área administrativa de la empresa, los cuáles nos indicaron específicamente que ellos manejar un costo estándar para cualquier pedido, siendo este de S/. 12.5 0.

En base a toda la información calculada y brindada, se procedió a elaborar la matriz.

Tabla 17

Matriz Monte Carlo

SIMULACIÓN CON 60 DÍAS

DIAS	DEMANDA (TANCADAS)	COSTO POR TANCADA	KILOMETROS RECORRIDOS	COSTO POR KILOMETRO RECORRIDO	INGRESO
1	7	12.5	46.5	3.24	238.16
2	18	12.5	150.9	3.24	713.92
3	28	12.5	122.8	3.24	747.87
4	24	12.5	94	3.24	604.56
5	25	12.5	94	3.24	617.06
6	34	12.5	118.9	3.24	810.24
7	24	12.5	80.5	3.24	560.82
8	24	12.5	90.53	3.24	593.32
9	19	12.5	150.9	3.24	726.42

10	32	12.5	65	3.24	610.60
11	18	12.5	51.9	3.24	393.16
12	26	12.5	115.6	3.24	699.54
13	32	12.5	76.7	3.24	648.51
14	25	12.5	105.15	3.24	653.19
15	28	12.5	73.5	3.24	588.14
16	22	12.5	121.7	3.24	669.31
17	17	12.5	118	3.24	594.82
18	26	12.5	139.2	3.24	776.01
19	18	12.5	109.7	3.24	580.43
20	22	12.5	77.2	3.24	525.13
21	27	12.5	72.2	3.24	571.43
22	22	12.5	86.1	3.24	553.96
23	28	12.5	78.2	3.24	603.37
24	23	12.5	122.8	3.24	685.37
25	29	12.5	123	3.24	761.02
26	28	12.5	81.3	3.24	613.41
27	32	12.5	78.8	3.24	655.31
28	29	12.5	80.5	3.24	623.32
29	28	12.5	114.6	3.24	721.30
30	22	12.5	90.9	3.24	569.52
31	21	12.5	118.9	3.24	647.74
32	24	12.5	39.4	3.24	427.66
33	25	12.5	65	3.24	523.10
34	26	12.5	58.4	3.24	514.22
35	24	12.5	115.6	3.24	674.54
36	31	12.5	109.7	3.24	742.93
37	24	12.5	88.2	3.24	585.77
38	26	12.5	81.3	3.24	588.41
39	24	12.5	115.6	3.24	674.54
40	27	12.5	37.5	3.24	459.00
41	26	12.5	96.9	3.24	638.96
42	32	12.5	96.9	3.24	713.96
43	20	12.5	118.9	3.24	635.24
44	22	12.5	118	3.24	657.32
45	17	12.5	76.7	3.24	461.01
46	17	12.5	131.2	3.24	637.59
47	27	12.5	87.1	3.24	619.70
48	22	12.5	105.15	3.24	615.69
49	27	12.5	113.6	3.24	705.56
50	26	12.5	102	3.24	655.48
51	26	12.5	57.7	3.24	511.95
52	22	12.5	87.1	3.24	557.20
53	23	12.5	86.1	3.24	566.46

54	24	12.5	124	3.24	701.76
55	17	12.5	46.5	3.24	363.16
56	27	12.5	45.5	3.24	484.92
57	32	12.5	147	3.24	876.28
58	28	12.5	80.5	3.24	610.82
59	31	12.5	109.7	3.24	742.93
60	26	12.5	115.6	3.24	699.54

4.1.4. Calcular Indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua.

4.2.4.1 Distancia recorrida

La finalidad de este indicador es trazar planes de mantenimiento preventivo que mantengan las unidades de transporte (cisternas) en estado óptimo para operar,

$$\sum \text{Distancias recorridas} = 5,706.83 \text{ km}$$

4.2.4.2 Demanda Simulada:

La finalidad de este indicador es tener un conocimiento sobre la capacidad de compra de los clientes y así poder proyectar la demanda para tomar decisiones acertadas sobre precios, magnitudes de inversión y/o estrategias de crecimiento empresarial y potencial del mercado.

$$\sum \text{Demanda} = 1,481 \text{ m}^3$$

4.2.4.3 Distancia vs demanda:

Este indicador nos permitirá calcular la distancia recorrida versus la demanda (tancadas) en un periodo de tiempo indicando así que mientras mayor sea la cantidad de demanda a repartir y menor sea el costo por kilómetro recorrido, más eficiente será nuestro sistema de distribución.

$$Distancia = \frac{Distancia\ recorrida}{volúmen\ transportado} = \frac{5,706.83\ km}{1481\ m^3} = 3.853\ km/m^3$$

4.2.4.4 Ingreso Bruto:

Este indicador nos permitirá tener un estimado del ingreso bruto que podríamos tener en un determinado tiempo, este cálculo se hizo en base a 60 días. Con el resultado obtenido podríamos proyectar los ingresos brutos antes de descuentos.

$$Ingreso\ Bruto = \sum(Distancia * Costo\ por\ Kilómetro) + (Demanda\ Costo\ por\ tancada)$$

$$Ingreso\ Bruto = S/. 37,002.63$$

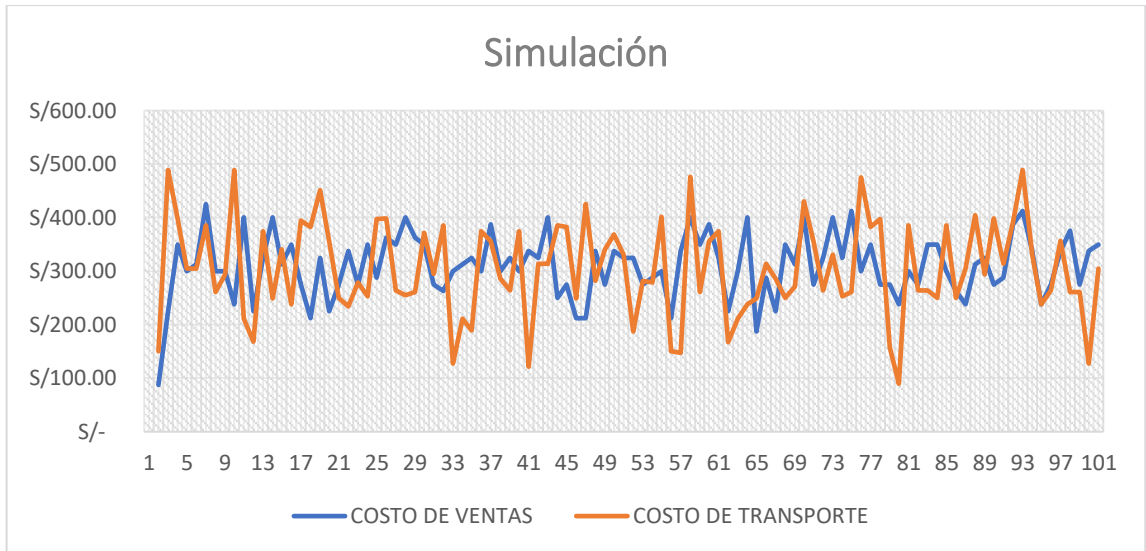
4.2.4.5 Índice del transporte sobre las ventas:

Con este indicador podremos controlar el costo de transporte, relativo a las ventas que la empresa ha tenido. Esta relación debería mantenerse siempre lineal entre 0 y 1, es decir, si bajan las ventas, deben bajar los costos de transporte, y viceversa.

$$I = \frac{COSTO\ TOTAL\ DE\ TRANSPORTE}{COSTO\ DE\ VENTAS} = \frac{S/.18,490.13}{S/.18,512.50} = 0.9987$$

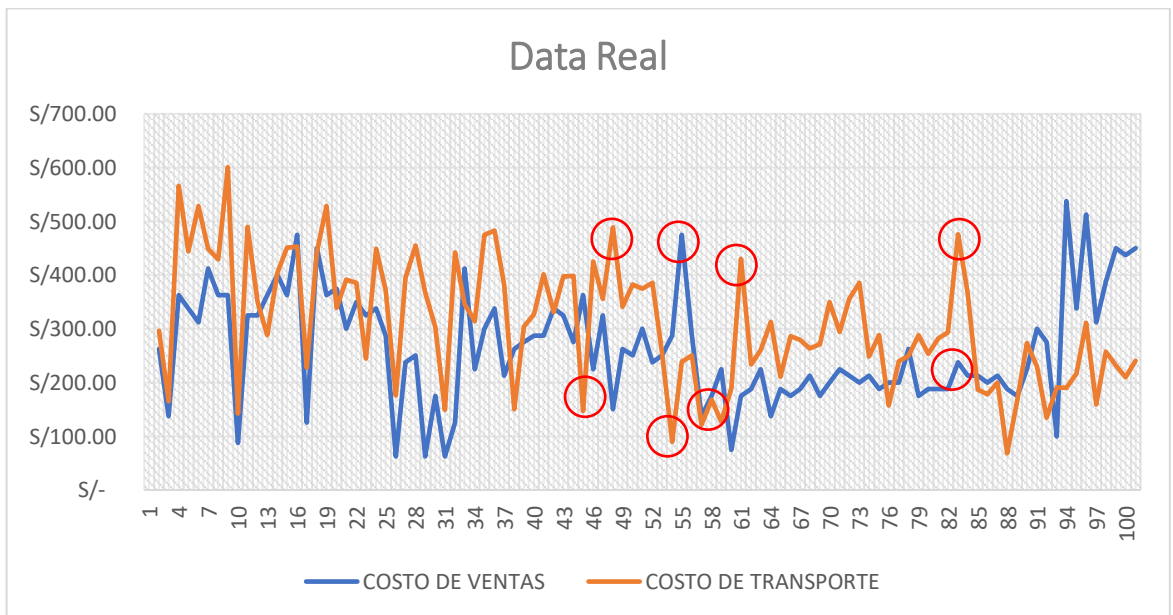
Figuras 6

Comportamiento del costo de transporte y las ventas - simulación



Figuras 7

Comportamiento del costo de transporte y las ventas – datos reales



Como se puede observar los datos de la simulación se van ajustando a un rango de linealidad más concreto, a diferencia de los datos reales que en algunos puntos son extremos el uno del otro puesto que su índice fue de

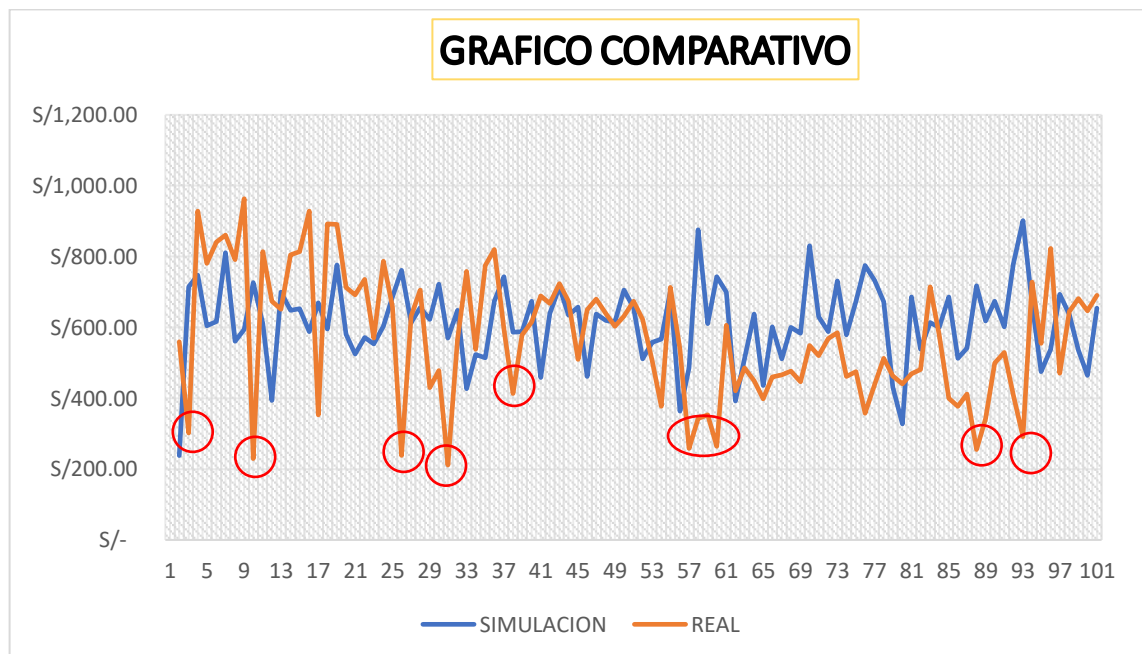
1.17. De estos datos podemos inferir que existen malas gestiones para la distribución de agua por medio de cisternas donde no se evalúan criterios importantes como: costo de una tancada, distancia recorrida, lejanía de clientes, etc.

4.1.5. Evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, con propuestas de simulación.

En relación al objetivo específico 5, para la evaluación del comportamiento del sistema de suministro de agua se compararon los ingresos brutos de un determinado periodo utilizando los datos simulados vs los datos reales brindados por la empresa.

Figuras 8

Comportamiento del sistema de suministro de agua simulado y real



Como resultado de esta comparación podemos observar picos de descensos en los datos reales, los cuales nos indican que tenemos puntos donde nuestros ingresos son muy bajos con respecto a lo simulado. Esto puede deberse a la disminución de ventas por mala estrategia de

distribución, mala gestión de transporte, mala toma de decisiones con respecto a la elección de clientes, etc.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. En relación al objetivo específico 1: Recolectar datos reales (empíricos) del sistema de suministro de agua.

Se elaboraron cuadros en los que trabajamos las tancadas y kilometraje diario recorrido. Para este objetivo al hacer el levantamiento de datos y hacer el respectivo procesamiento estadístico se pudo corroborar que los datos eran aleatorios y se pueden representar mediante un modelo matemático en este caso una distribución de probabilidad.

A diferencia de (Castillo Nuñez, 2021), en su tesis titulada “Gestión de Puntos de Reposición Mediante Simulación Montecarlo”, para obtener el título de Magister, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Cuyo problema de la empresa es que no contaban con suficientes datos que puedan ser utilizados para la toma de decisiones, y los pocos datos que tienen desconocen cómo interpretarlos o emplearlos. Por otro lado, las decisiones tomadas están sujetas a distintos niveles de incertidumbre que llevan a resultados no deseados por parte administrativa.

5.2. En relación al objetivo específico 2: Calcular las distribuciones de probabilidad relativa y acumulada del sistema de suministro de agua:

Una vez realizada la recolección de datos y procesamiento de información, se trabajó con la frecuencia de los datos agrupados puesto que la distribución de frecuencia de estos grupos sirve como un medio conveniente para resumir o analizar los datos. El objetivo fundamental de agrupar los datos es que el análisis de los mismos

pueda ser más sencillo, de manera que se pueda hacer una primera aproximación a los resultados de forma rápida.

La diferencia entre datos agrupados y datos no agrupados no reside ni en la forma de obtenerlos ni en el tipo de datos que son. La diferencia se encuentra en el tratamiento que se les ha dado a los datos una vez que han sido recogidos.

5.3. En relación al objetivo específico 3: Construir la matriz de simulación Método Monte Carlo, para un tamaño de muestra representativo del sistema de suministro de agua.

Se construyó la matriz de Simulación Monte Carlo con las probabilidades relativas y acumuladas anteriormente obtenidas. Posteriormente a esto se elaboraron los intervalos en base a la probabilidad acumulada, una vez realizado este procedimiento continuamos con la elaboración de pseudoaleatorios, los cuales nos ayudarán para realizar correctamente la simulación correspondiente en base a los resultados obtenidos, se podrán clasificar dentro de los intervalos antes obtenidos.

Al igual que (Salazar Jiménez & Alzate Castro, 2018), en su tesis titulada “Aplicación de la simulación Monte Carlo en la proyección del estado de resultados”, nosotros como analistas escogimos la cantidad de simulaciones a realizar que apoyados en la teoría de grandes números, en cuanto más simulaciones realicemos, mejor estimación obtendremos de los valores muestrales.

5.4. En relación al objetivo específico 4: Calcular Indicadores de desempeño del sistema de suministro de agua.

Una vez ejecutado la simulación Monte Carlo, la creación de escenarios y análisis de información se pudo calcular indicadores de desempeño que nos permiten gestionar el comportamiento de: demanda, costos, análisis de linealidad entre costo de transporte y

ventas, ingresos brutos con la finalidad de prever la utilidad antes de impuestos.

En cuanto a la estimación de los resultados para la proyección del estado de resultados, es fundamental definir las variables que afectan el resultado junto con la distribución de probabilidad y sus parámetros, una vez identificados, se realiza la simulación mediante el uso de Microsoft Excel. El programa crea una cantidad de números aleatorios tantos como sea posibles o tanto como te indique el dato de tu muestra halada. Estos números aleatorios se ubican entre 0 y 1. Cada uno de ellos plantea una probabilidad y un resultado vinculado a dicha probabilidad. En la medida en que se establezcan rangos en las variaciones estimadas del resultado, se plantea escenarios entre los que se puede encontrar el resultado proyectado.

De esta manera, la simulación Monte Carlo nos permite ubicar el resultado normal, la mayor pérdida o ganancia esperada acorde al escenario propuesto. Para la elección de este, es necesario complementar su análisis con el diagnóstico de la situación interna y externa prevista para el futuro cercano, de esta manera los resultados de la proyección Monte Carlo adquieren mayor lógica y sentido para la toma de decisiones.

5.5. En relación al objetivo específico 5: Evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, con propuestas de simulación.

Para evaluar el comportamiento del sistema de suministro de agua, nos basamos en la evaluación de 100 días de la data histórica con 100 datos simulados. Al hacer esta evaluación se tuvo que definir el impacto de una variable y es posible que el impacto de ser positivo se refleje en incremento de beneficios o ahorro.

Así como (Correa Espinal, Cogollo Flórez, & Salazar , 2011), en su artículo “Solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad usando la teoría de grafos”, propusieron el uso de la herramienta informática para dar solución a su problema de distribución de rutas en Colombia. Obteniendo resultados de un 22% de ahorro en recursos Se debe tener en cuenta que, en la optimización de recursos del transporte. Cabe resaltar que influye mucho el tipo de modelo y las variables a considerar, puesto que existen casos complejos que no se pueden resolver de manera directa, sino que necesitan softwares especializados que modelen el problema. Asimismo, en la práctica es difícil establecer rutas óptimas para el transporte ya que influye mucho las condiciones de la ciudad y se pueden llegar a tener muchas otras variables no contempladas en los modelos, como el tráfico vehicular, desvío de rutas y horas pico, que incitan al conductor a seguir rutas fuera de los parámetros establecidos.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo al histórico de datos, se determinó que cerca del 70% de pedidos se ubican en el centro de Trujillo, por lo que debe dar prioridad a estos sitios para hacer la planificación diaria de abastecimiento, así mismo evaluar constantemente el flujo vehicular y tiempos de abastecimiento para poder tener costos más reales y precisos.
- El análisis de Montecarlo si bien no es un método muy conocido, es capaz de simular un comportamiento en base a rutas y costos permitiendo optimizar la confiabilidad del sistema de distribución. El análisis presentado que se muestra en la tesis nos sirve para visualizar que existen factores que no se les está tomando la debida importancia y los cuales están afectando los costos de la empresa.
- En el caso de los modelos estocásticos de VRP la complejidad se incrementa debido a la aleatoriedad de los parámetros y variables a estudiar. En los últimos años los modelos estocásticos han presentado un interés particular. Para esta tesis se usó la Simulación Monte Carlo con la

finalidad de simular las demandas y distancias. En este contexto la evaluación del modelo planteado en contraste con los datos históricos, se pudo evidenciar que existen costos de transporte que no tienen un comportamiento lineal vs las demandas.

- De acuerdo a los indicadores con respecto a la simulación de demanda y kilómetros recorridos, son resultados importantes porque nos ayudarán en el caso de kilómetros recorridos a trazar un plan preventivo para la flota de camiones y así evitar fallas en los vehículos que provoquen retrasos. Y en el caso de la demanda, tener un proyectado para evaluar el comportamiento de los clientes potenciales y así poder trazar estrategias de crecimiento en distintos sectores.

VII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda a Transportes Valcar S.A.C, seguir realizando el estudio comparativo cada 3 meses para llevar un adecuado control con respecto a los ingresos.
- La empresa necesita una reestructuración respecto a la planificación de las rutas y elección de clientes, se debería crear una base de datos con la ubicación de los clientes y además debería tener las coordenadas de ubicación de los clientes, esto complementado a un software especializado como OMPM Logistics, en donde los tiempos de cálculo se incrementan aplicando la técnica, la reducción de la incertidumbre permite tener un incremento en la eficiencia. Así mismo como complemento a todo esto debido a que el flujo vehicular y los tiempos recorridos en la ciudad de Trujillo son variables es necesario que a través del operador GPS se vayan actualizando los tiempos y así se obtenga costos más reales.
- Se recomienda en caso no se adquiriera la compra de un software especializado, que se trabaje con un día de anticipación, puesto que esto ayudará a planificar correctamente las rutas a seguir para el día siguiente y evitar contratiempos u otros factores que se podrían producir al querer planificar el mismo día.

- Se recomienda también para reducir los costos operativos, realizar un análisis técnico económico para reemplazo de camión cisterna.
- La empresa debería evaluar en establecer precios por tipos ubicación, puesto que hay clientes que demandan más tiempo de transporte, por ende, se incurre en mayores gastos de combustible, los cuales no están siendo controlados.

VIII. REFERENCIAS

- Alvarez, H. (2011). *Introducción a la Simulación*. Documento de Apoyo, Universidad Tecnológica de Panamá, Departamento de Producción, Panamá. Recuperado el 09 de 02 de 2022, de https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/51/documento_completo.pdf
- Barranco Rodriguez, F. (2015). *Calculos de Citricidad y blindaje para contenedores en seco de combustible gastado del reactor TRIGA MARK III*. Tesis Maestría, Instituto Politecnico Nacional, Departamento de Ingeniería, México. Recuperado el 09 de 02 de 2022, de <file:///C:/Users/Danny/Desktop/TESIS%20UPAO/BARRANCO%20RODRIGUEZ%20FABIAN.pdf>
- Barreno, P. (Mayo de 2013). *Investigación Operativa*. Obtenido de Investigación Operativa: <http://investigacionoperativacuarto.blogspot.com/2013/05/modelo-de-la-ruta-mas-corta.html>
- Bernal García, J. J., Hontoria Hernández, E., & Aleksovski, D. (2013). *El problema del enrutamiento de vehículos*. Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Castillo Nuñez, R. (2021). *Gestión de Puntos de Reposición Mediante Simulación MonteCarlo*. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca: Cohorte. Recuperado el 09 de 02 de 2022
- Chiavenato, I. (1999). *Administración de Recursos Humanos* (Novena Edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- Correa Espinal, A., Cogollo Flórez, J., & Salazar , L. J. (2011). Solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad usando la teoría de grafos. *Revistas UN*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33198>

- Dominguez, N. (2020). *Variables Aleatorias*. Instituto Tecnológico de Linares, Estadística. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-linares/estadistica/variable-aleatoria/10285188>
- Flores Araya, F. (2015). *Aplicación del método de monte carlo en la planificación de proyectos de ingeniería civil*. Tesis, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile. Obtenido de https://www.academia.edu/36931806/Aplicacion_del_metodo_de_monte_carlo_en_la_planificacion_de
- Gonzalez, E. C., Orjuela, C. J., & Jaimes, W. A. (Febrero de 2015). Modelo matemático estocástico para el problema de ruteo de. *Dyna*, 82(189), 9. Recuperado el 11 de 02 de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49635366026.pdf>
- Helloauto. (2022). *Helloauto*. Obtenido de Helloauto: <https://helloauto.com/glosario/camion-cisterna>
- Inquilla Mamani, J., & Rodriguez Limachi, O. (2019). *Análisis de riesgo mediante el método de simulación de Montecarlo aplicado a la inversión pública en el sector educativo peruano: el caso del departamento de Puno*. Artículo, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Puno. Obtenido de <file:///C:/Users/Danny/Downloads/Dialnet-AnalisisDeRiesgoMedianteElMetodoDeSimulacionDeMont-7437386.pdf>
- J. Closs, D., & J. Bowersox, D. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro*. México: Mc Graw Hill.
- Kwak, Y. H., & Ingall, L. (2007). *Exploring Monte Carlo Simulation Applications for Project Management*. *Risk Management*.
- Losilla Vidal, J. M. (1994). *MonteCarlo: Herramientas para un laboratorio de estadística fundamentado en técnicas Monte Carlo*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Psicología de la Salud, Barcelona. Recuperado el 15 de 02 de 2022

- Ma, W.-m., Dong, D.-D., & Wang, K. (17 de Junio de 2010). Competitive analysis for the on-line vehicle routing problem. *New Trends in Information Science and Service Science*. *New Trends in Information Science and Service Science* (págs. 430-435). Gyeongju, South Korea: International Standard Book Number. Obtenido de IEEE Xplore Digital Library.
- Martínez de Lejarza, J. (2019). *Proyecto Ceaces*. Obtenido de Proyecto Ceaces: <https://www.uv.es/ceaces/tex1t/3%20infemues/t%20muestreo.htm>
- Medrán, S. (2017). *Resolución heurística de un problema de rutado con aplicaciones para el comercio electrónico*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Mendoza Rodriguez, T. (2019). *Diseño de un sistema de despacho multiplanta y su impacto en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Norte Pacasmayo SRL en la Ciudad de Trujillo*. Tesis, Universidad Privada del Norte, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24084/TESIS%20PDF%20TOTAL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008 - 2012). *Definición.de*. Obtenido de Definición.de: <https://definicion.de/modelo-matematico/>
- Porter, M. E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*. España: Plaza Y Janés. Recuperado el 31 de 01 de 2022, de https://www.academia.edu/2917951/La_ventaja_competitiva_de_las_naciones
- Ramirez, A. C. (2009). *Manual de gestión logística y del transporte y distribución de mercancías*. Barranquilla: UniNorte.
- Salazar Jiménez, E., & Alzate Castro, W. (22 de 12 de 2018). Aplicación de la simulación Monte Carlo en la proyección del estado de resultados. Un estudio de caso. *ESPACIOS*, 39(51), 8. Recuperado el 09 de 02 de 2022, de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n51/a18v39n51p11.pdf>

Soto Medrano, A. L. (2020). *Investigación Método Montecarlo*. UNIVERSIDAD UTONOMA DE CIUDAD JUAREZ, Departamento de Ingeniería.

Trigoso Yarlaque, J. (2018). *Estudio de confiabilidad en alimentadores de la subestación chiclayo oeste utilizando el método probabilístico de simulación montecarlo para determinar índices de confiabilidad*. Tesis, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo , Departamento de Ingeniería, Chiclayo. Recuperado el 09 de 02 de 2022

Universidad de Alcalá. (20 de 07 de 2022). *Máster Finanzas Cuantitativas*. Obtenido de Máster Finanzas Cuantitativas: <https://www.master-finanzas-cuantitativas.com/masters6704/>

Williams, T. (Enero de 2003). The Contribution of Mathematical Modelling to the Practice of Project Management. *researchgate*. doi:<https://doi.org/10.1093/imaman/14.1.3>

Zapata, C., Piñeros, L., & Castaño, D. (Mayo de 2004). El método de simulación de Montecarlo en estudios de confiabilidad de sistemas de distribución de energía eléctrica. *Redalyc*, X(24), 55-60.

Valls, M. (2014). *Introducción a las Finanzas (Segunda ed.)*. Difusora Larousse - Ediciones Parámide

Williams, T. (2003). The contribution of mathematical modelling to the practice of project management. *IMA Journal of Management Mathematics*, 14(1), 3-30.

ANEXOS

Tabla 18

Lugares de abastecimiento con sus respectivas ubicaciones

Número	Lugares	Dirección
1	Rosatel Trujillo	Av. Larco 1037, Trujillo
2	Hospedajes Astros	Mz A Lt 9 Avenida Francisco de, Montesinos, Trujillo 13001
3	Villa Marina	Trujillo
4	Margareth Eventos y Recepciones	Av. Metropolitana I
5	Parque Reservorio San Isidro	Calle 25 2, Victor Larco Herrera
6	La Chacarilla	Moche
7	Chong Wha	Avenida América Sur, Trujillo 2491, Lima
8	Parque del Reservorio de la Noria	Lucio Seneca 393, Trujillo 13007
9	Cevicheria La Ramada De Toto	5 Jr. Zepita 383 Trujillo, La Libertad
10	Polleria Rico's Sabores	Manzana, Republica Dominicana 9, Trujillo 13008
11	INKA GOLD FARMS	Calle Atahualpa 100, Victor Larco Herrera
12	PRIMAX	Primax - España, Av. España 1051, Trujillo 13001
13	Parque Alipio Ponce	Av. Larco, Calle Bolivia
14	Parrilladas Buffalo Beef	Francisco Borja 141, Trujillo
15	Casa de un Cliente	Calle Capitán William Guzmán

16	Casa de un Cliente	José de Sucre, Moche 13610
17	Taller Cerro Blanco	Carretera campiña de moche 502, Moche
18	AGERSA SRL	CARRETERA PANAMERICANA NORTE - KM. 558
19	Botica Lucero Belen	Ayar Cachi 3051, Trujillo
20	Glorioso Y Emblemático Colegio Nacional De San Juan	Av. Salvador Lara s/n, Trujillo
21	Panoti	Estados Unidos 175, Trujillo
22	Mercado Francisco Morales Bermudez	Av. Moche 834, Trujillo
23	Botica Montalvo	San Martín 772, Moche
24	Sevillano Imprenta	Av Mansiche 369, Trujillo
25	Mercado de Abastos Miramar	Crolungo, Moche 13610
26	Parque de la Amistad	Sta Catalina, Trujillo
27	Colegio Santa Edelmira	Las Orquídeas, Victor Larco Herrera
28	I.E.P. Santa Maria de Guadalupe	Titu Cusi Hualpa 455, Trujillo
29	Parque Cesar Vallejo - Santa Maria	Santa Maria V Etapa, Trujillo
30	Los Cocoteros	Victor Larco Herrera
31	Sevillano Print	Av. Juan Pablo II 277, Trujillo 13008
32	Asu Mare	Centro Civico Pasaje España 154 Trujillo, La Libertad
33	Rustica	Av. Larco 699, Trujillo 13008

34	El Mochica de Doña Fresia	Sta Mariana, Trujillo
35	PECSA	Ov. La Marina
36	Clean Energy Del Peru srl	Auxiliar Panamericana Nte. 530, Trujillo
37	Hamburguesería Gitanillos	Av. Larco, Trujillo
38	Transportes Rodrigo Carranza SAC	Auxiliar Panamericana Nte., Trujillo
39	Galilea	Jirón Independencia 265, Trujillo 13001
40	Paraiso Hotel	Jirón San Martín 240, Trujillo
41	Hotel El Gran Marques	Calle Diaz de Cienfuegos 145 147 151 Urb., Trujillo
42	Centro Comercial APIAT	Av. España 1800, Trujillo
43	Centro Comercial Boulevard	Av. España 2350, Trujillo
44	Academia Max Planck	Estados Unidos 215, Trujillo
45	El Caminito	II Etapa, Avenida Juan Pablo III, 511, Trujillo
46	El Caminito	Gonzales Prada 702, Trujillo
47	Wawqui Restobar	Jirón Francisco Pizarro 391, Trujillo 13001
48	Parque de la Familia	El Palmar 269, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
49	Parroquia San Pablo	Av José María Eguren 460, Trujillo 13006
50	Centro Recreacional Cerro Blanco	Carretera Industrial Km 18 Laredo, Cerro blanco, Trujillo
51	Hotel La Hacienda	Jirón San Martín 780, Trujillo 13001

52	Rey sol Piscina	Carretera campiña de moche, Moche 13600
53	Parque Bolognesi	Bolognesi, Laredo 13101
54	Parque San Martin	Calle Razuri, Laredo 13101
55	Hotel Gran Bolivar	Jirón Bolivar 957, Trujillo 13001
56	Hotel El Frayle	Calle Argentina N°289 - Urb. El Recreo, Trujillo
57	Colegio Talentos	Trujillo 13008
58	Villa Maria Casa de Campo	Campiña la Merced, Mz B Lote 1, Laredo
59	Colegio Schoenstatt	Francisco Borja 210 Urb, Trujillo 13008
60	Hotel Chimu	Vista Hermosa Mz. H lote 8 044, Trujillo
61	KVC CONTRATISTAS	Av. Los Angeles 221, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
62	Obra Santo Dominguito	Nicolas Corpancho 29
63	Piscina Contadores	Parque Los Contadores, Av Del Contador 28, Trujillo 13007
64	Los Tilos	Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
65	Ladricorp	av 13007, Av. Federico Villarreal 960, Trujillo
66	Huanchaco Garita de Control	Huanchaco 13000
67	Obra Milagro	Túpac Amaru, Distrito de Víctor Larco Herrera 13014
68	Piscina Sabrisa Corp	Carretera Industrial 240, Distrito de Víctor Larco Herrera 13007
69	Hotel Costa del Sol	Jirón Independencia 485, Trujillo 15333

70	Polleria - Restaurante San Isidro	Urb. San Isidro Mz. L1 lt. 8, Trujillo 13001
71	Casa Salaverry (Sr William)	San Francisco 515, Moche 13610
72	Casa Las Delicias (Sr Gamarra)	Las Delicias moche 13000
73	Piscina Conafovicer	Au. Panamericana Nte. 1320, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
74	Panadería Pastelería El Chinito	Jirón San Martín 125, Trujillo 13001
75	Obra El Porveniir	Manuel Ubalde 916
76	Obra Avenida 28 de Julio	Avenida 28 de Julio
77	Residencial Los Jardines De San Isidro	Trujillo 13011
78	Hostal Isis	Mz. K 1 Lote 30, Urbanizacion San Isidro Segunda Etapa
79	NORTMIX S.A.C.	Mz Ñ Lote 4A, 13100
80	Nasho Car Wash	Av. América Oeste Mz Z lote 16
81	Restaurant "El Chualino"	Laredo-Samne 120, Bello Horizonte 13100
82	Obra el Golf	Los jardines del golf
83	Hotel Chavimochic	Av César Vallejo Nº 1341, Trujillo 13007
84	Inkafarma	Av. América Nte. 1369, Trujillo 13001
85	Gran Recreo Hotel	Jirón Estete 466, Trujillo 13001
86	Cafeteria & Sangucheria Fonzi	Jirón Orbegoso 312, Trujillo 13001
87	Cochera (al costado del colegio Fleming)	Av América Sur 3701, Trujillo 13008

88	Municipalidad Distrital de Laredo	La Reforma 360, Laredo 13101
89	Hotel Huankarute	Av la Ribera 312, Huanchaco 13000
90	Alfajores Y Kingkones Primavera	Los Zafiros 162, Trujillo 13011
91	Urbanización Portales del Golf	Residencial Larco, Av. Víctor Larco Herrera, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
92	Piscina El Edén	Prolongación César Vallejo 2757, Distrito de Víctor Larco Herrera 13007
93	Obra Buenos Aires	Bolivia, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
94	Piscina VillaSan Campestre	Distrito de Víctor Larco Herrera 13100
95	Piscina (al frente del grifo "El Che")	Au. Panamericana Nte., Moche 13600
96	Macchiato Café Market	Av Prol César Vallejo, Trujillo 13009
97	NEXT BAR	San Andrés V Etapa, Mz M3 Lote 20, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
98	Restaurant Turístico El Sombrero	Av Mansiche 267, Trujillo 13011
99	Conache lagunas	Laredo 13100
100	Cevicheria El Bacan	Moche 13610
101	Obra en las Delicias	Jiron Real 357
102	La Insurgencia	Trujillo 13011
103	Hidrandina S.A	Chimbote 02803
104	Parque Buenos Aires	Trujillo 13011
105	Avenida Ricardo Palma	Ricardo Palma 1399

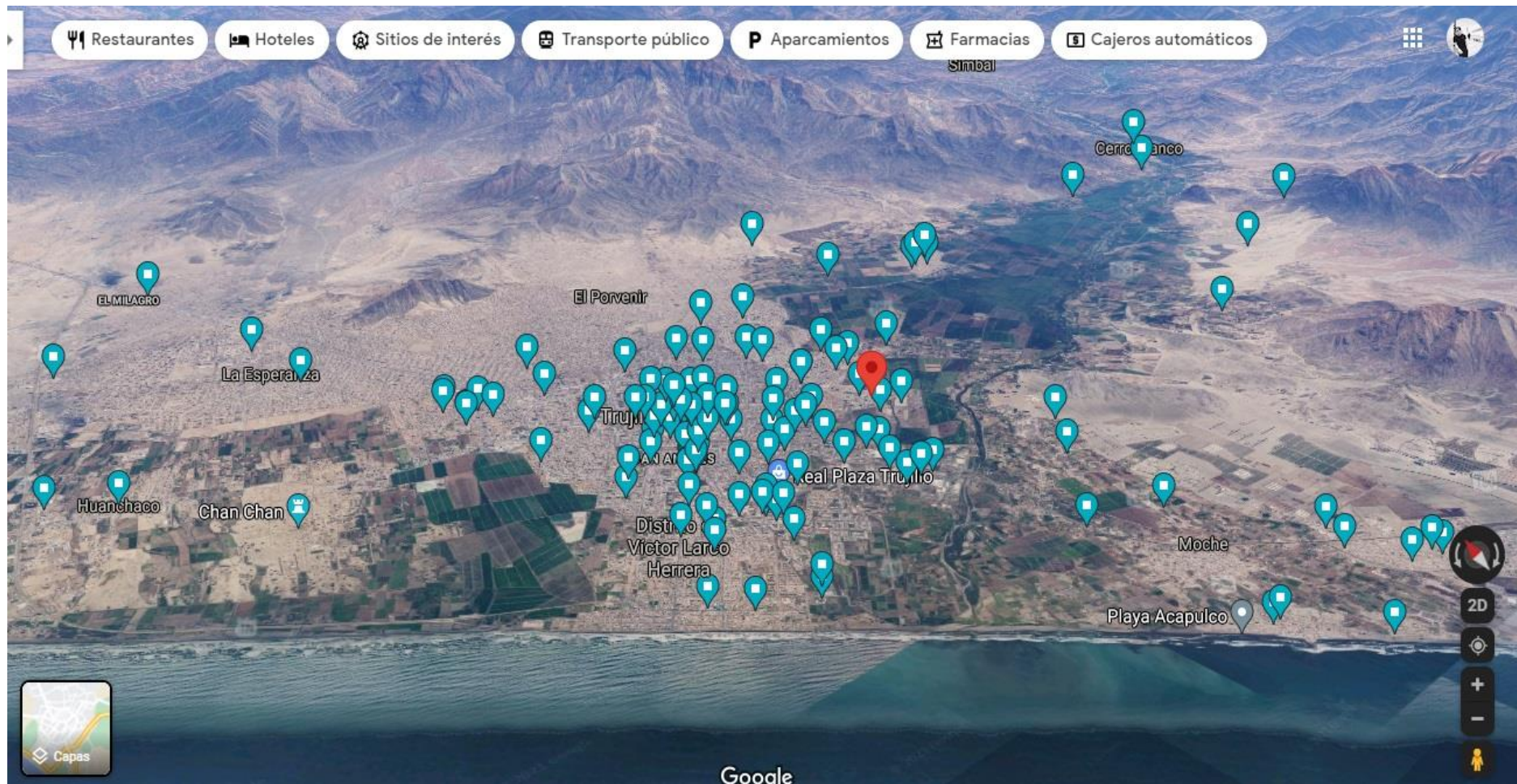
106	Valle el Sol	Ca. La Zaña, Laredo 13100
107	Obra la Esperanza	Cahuide 1146
108	Empresa de Transportes El Icaro	Huanchaco 13000
109	Las Lomas de Santo Domingo	Unnamed Road, 13100
110	Iglesia Adventista del Séptimo Dia Galindo	Montán, Galindo, Laredo
111	Restaurant Karito	Felix Aldao 535, Distrito de Víctor Larco Herrera 13012
112	Restarurante Los Charoles	Av. Juan Pablo II 137, Trujillo 13008
113	Tecsup Norte	Via de Evitamiento s/n, Distrito de Víctor Larco Herrera
114	Obra Laredo	Calle Mariscal Cáceres, Laredo
115	Hostal El Condor	Samuel Morse 695, Trujillo 13001
116	Medicentro El Golf	Av. El Golf 362, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
117	Avicola Rocio	Carretera Industrial 180, Distrito de Víctor Larco Herrera 13007
118	Demarco	Av. Larco 1033, Trujillo 13008
119	Norblock	Huanchaco 13000
120	Mercado Santa Rosa	Manco Capac 702, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
121	Platinum Auto Spa	Av Prol César Vallejo 454, Distrito de Víctor Larco Herrera 13009
122	Mercado Central	Trujillo 13001
123	Planta Coca Cola	Urb lindley, Trujillo 13007

124	KIKIRIKI	Av. España, Trujillo 13001
125	Group Cronos	Federico Gerdes 291, Trujillo 13001
126	Avicola Yugoslavia	Moche 13610
127	TOMASITA PEZ Cevicheria Laredo	Av Julian Arce Larreta 205, Laredo 13101
128	Las Brisas	Ricardo Palma, Huanchaco 13000
129	La Patita	Mz. B Lt. 1, Arquimedes, Trujillo 13006
130	Fundo El Palmo	Trujillo 13007
131	TRANSPESA	Av Nicolini, Distrito de Víctor Larco Herrera 13008
132	Granja Italia	Independencia, Moche 13600
133	COAM CONTRATISTA	Av. Fátima 127, Trujillo 13008
134	INKAFERRO	MZ A2 LT 17 , La Esperanza, Trujillo 13001

Fuente: Administración de la empresa

Figuras 9

Mapeo en Google Maps de lugares de abastecimiento



Figuras 10

Diagrama causa – efecto (Determinación de causa raíz).

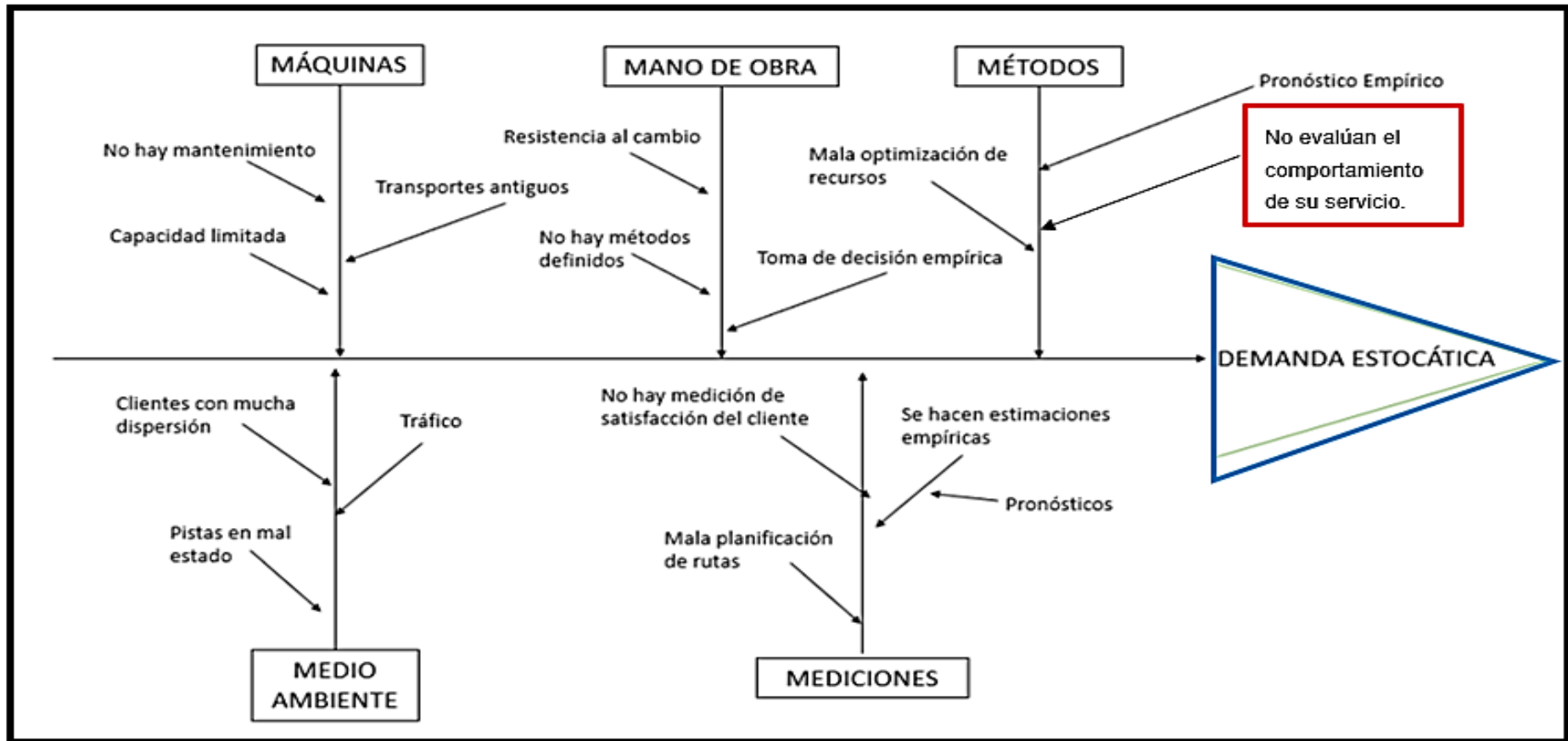


Tabla 19

Data histórica de los kilómetros diarios recorridos

MES	FECHA	KILOMETRAJE
ENERO	1/01/2021	95.60
	2/01/2021	100.70
	3/01/2021	146.20
	4/01/2021	171.80
	5/01/2021	134.75
	6/01/2021	149.90
	7/01/2021	121.60
	8/01/2021	182.20
	9/01/2021	26.80
	10/01/2021	98.00
	11/01/2021	115.70
	12/01/2021	136.10
	13/01/2021	137.20
	14/01/2021	109.79
	15/01/2021	163.03
	16/01/2021	109.60
	17/01/2021	143.10
	18/01/2021	122.20
	19/01/2021	62.00
	20/01/2021	114.90
	21/01/2021	109.00

	22/01/2021	82.30
	23/01/2021	144.80
	24/01/2021	146.10
	25/01/2021	89.60
	26/01/2021	61.50
	27/01/2021	96.80
	28/01/2021	115.00
	29/01/2021	82.10
	30/01/2021	68.80
	31/01/2021	108.00
FEBBREO	1/02/2021	91.50
	2/02/2021	50.90
	3/02/2021	174.70
	4/02/2021	136.90
	5/02/2021	163.00
	6/02/2021	138.50
	7/02/2021	132.46
	8/02/2021	185.40
	9/02/2021	43.80
	10/02/2021	151.00
	11/02/2021	107.50
	12/02/2021	88.90
	13/02/2021	124.90

	14/02/2021	139.20
	15/02/2021	139.90
	16/02/2021	70.30
	17/02/2021	136.60
	18/02/2021	163.10
	19/02/2021	104.45
	20/02/2021	120.90
	21/02/2021	118.90
	22/02/2021	75.40
	23/02/2021	138.50
	24/02/2021	114.60
	25/02/2021	54.20
	26/02/2021	121.70
	27/02/2021	140.40
28/02/2021	113.60	
MARZO	1/03/2021	93.49
	2/03/2021	46.00
	3/03/2021	136.53
	4/03/2021	106.75
	5/03/2021	96.90
	6/03/2021	146.50
	7/03/2021	149.10
	8/03/2021	118.00
	9/03/2021	46.50
	10/03/2021	94.00

	11/03/2021	101.00	
	12/03/2021	124.00	
	13/03/2021	102.00	
	14/03/2021	122.80	
	15/03/2021	123.00	
	16/03/2021	45.50	
	17/03/2021	131.20	
	18/03/2021	109.70	
	19/03/2021	150.90	
	20/03/2021	105.15	
	21/03/2021	118.00	
	22/03/2021	115.60	
	23/03/2021	119.10	
	24/03/2021	78.80	
	25/03/2021	27.70	
	26/03/2021	73.50	
	27/03/2021	77.20	
	28/03/2021	37.50	
	29/03/2021	51.90	
	30/03/2021	39.40	
	31/03/2021	58.40	
	ABRIL	1/04/2021	132.90
		2/04/2021	72.20
		3/04/2021	80.50
		4/04/2021	96.50
		5/04/2021	65.00
		6/04/2021	88.20
		7/04/2021	86.10
		8/04/2021	81.30

	9/04/2021	83.60	
	10/04/2021	107.90	
	11/04/2021	90.90	
	12/04/2021	109.90	
	13/04/2021	118.90	
	14/04/2021	76.70	
	15/04/2021	88.90	
	16/04/2021	48.50	
	17/04/2021	73.80	
	18/04/2021	77.00	
	19/04/2021	89.10	
	20/04/2021	78.20	
	21/04/2021	87.10	
	22/04/2021	90.53	
	23/04/2021	147.00	
	24/04/2021	113.20	
	25/04/2021	57.70	
	26/04/2021	54.80	
	27/04/2021	61.70	
	28/04/2021	21.10	
	29/04/2021	51.70	
	30/04/2021	84.50	
	MAYO	1/05/2021	70.80
		2/05/2021	41.40
		3/05/2021	58.90
		4/05/2021	58.70
		5/05/2021	67.00
		6/05/2021	96.00
		7/05/2021	49.00

	8/05/2021	79.60	
	9/05/2021	71.50	
	10/05/2021	64.80	
	11/05/2021	74.30	
	12/05/2021	77.80	
	13/05/2021	71.90	
	14/05/2021	84.50	
	15/05/2021	67.40	
	16/05/2021	79.90	
	17/05/2021	79.20	
	18/05/2021	50.10	
	19/05/2021	87.30	
	20/05/2021	74.00	
	21/05/2021	83.90	
	22/05/2021	113.80	
	23/05/2021	96.10	
	24/05/2021	55.60	
	25/05/2021	74.65	
	26/05/2021	58.30	
	27/05/2021	63.50	
	28/05/2021	60.40	
	29/05/2021	82.80	
	30/05/2021	71.40	
	31/05/2021	25.60	
	01 JUNIO	1/06/2021	148.10
		2/06/2021	110.30
		3/06/2021	153.50
		4/06/2021	96.80
		5/06/2021	104.90

	6/06/2021	155.60	
	7/06/2021	115.20	
	8/06/2021	122.70	
	9/06/2021	102.40	
	10/06/2021	120.90	
	11/06/2021	115.40	
	12/06/2021	186.40	
	13/06/2021	143.10	
	14/06/2021	99.40	
	15/06/2021	126.20	
	16/06/2021	110.60	
	17/06/2021	164.22	
	18/06/2021	124.80	
	19/06/2021	119.00	
	20/06/2021	147.70	
	21/06/2021	117.40	
	22/06/2021	183.20	
	23/06/2021	243.30	
	24/06/2021	64.10	
	25/06/2021	74.60	
	26/06/2021	70.40	
	27/06/2021	86.80	
	28/06/2021	46.30	
	29/06/2021	18.40	
	30/06/2021	17.30	
	JULIO	1/07/2021	192.79
		2/07/2021	61.90
		3/07/2021	196.53
		4/07/2021	166.03

	5/07/2021	161.70
	6/07/2021	161.33
	7/07/2021	259.70
	8/07/2021	132.40
	9/07/2021	57.50
	10/07/2021	60.00
	11/07/2021	142.76
	12/07/2021	149.30
	13/07/2021	129.56
	14/07/2021	101.80
	15/07/2021	90.40
	16/07/2021	34.70
	17/07/2021	33.70
	18/07/2021	134.60
	19/07/2021	137.60
	20/07/2021	121.80
	21/07/2021	120.80
	22/07/2021	46.90
	23/07/2021	154.20
	24/07/2021	147.40
	25/07/2021	100.10
	26/07/2021	40.70
	27/07/2021	113.35
	28/07/2021	90.53
	29/07/2021	88.40
	30/07/2021	95.70
	31/07/2021	105.70
AGO STO	1/08/2021	287.80
	2/08/2021	259.00

	3/08/2021	319.80
	4/08/2021	111.30
	5/08/2021	128.50
	6/08/2021	201.23
	7/08/2021	391.80
	8/08/2021	287.73
	9/08/2021	107.10
	10/08/2021	73.50
	11/08/2021	128.30
	12/08/2021	299.70
	13/08/2021	77.40
	14/08/2021	144.80
	15/08/2021	177.70
	16/08/2021	32.60
	17/08/2021	44.60
	18/08/2021	132.70
	19/08/2021	138.60
	20/08/2021	135.10
	21/08/2021	203.50
	22/08/2021	158.10
	23/08/2021	101.70
	24/08/2021	152.53
	25/08/2021	62.00
	26/08/2021	151.20
	27/08/2021	99.60
	28/08/2021	68.40
	29/08/2021	46.80
	30/08/2021	113.70
	31/08/2021	143.70

SEPTIEMBRE	1/09/2021	84.60
	2/09/2021	101.50
	3/09/2021	70.80
	4/09/2021	90.50
	5/09/2021	101.00
	6/09/2021	160.70
	7/09/2021	132.20
	8/09/2021	148.50
	9/09/2021	124.90
	10/09/2021	103.80
	11/09/2021	133.70
	12/09/2021	191.50
	13/09/2021	116.30
	14/09/2021	60.20
	15/09/2021	153.00
	16/09/2021	128.60
	17/09/2021	36.80
	18/09/2021	144.50
	19/09/2021	114.60
	20/09/2021	103.10
	21/09/2021	150.96
	22/09/2021	115.50
	23/09/2021	165.22
	24/09/2021	141.10
	25/09/2021	105.60
	26/09/2021	175.70
	27/09/2021	127.80
	28/09/2021	83.90
	29/09/2021	97.90

	30/09/2021	123.40
OCTUBRE	1/10/2021	106.06
	2/10/2021	85.20
	3/10/2021	128.50
	4/10/2021	57.20
	5/10/2021	97.40
	6/10/2021	116.90
	7/10/2021	82.56
	8/10/2021	95.43
	9/10/2021	132.05
	10/10/2021	113.40
	11/10/2021	122.20
	12/10/2021	24.70
	13/10/2021	140.40
	14/10/2021	123.70
	15/10/2021	117.60
	16/10/2021	163.50
	17/10/2021	121.90
	18/10/2021	14.90
	19/10/2021	118.10
	20/10/2021	108.00
	21/10/2021	144.20
	22/10/2021	100.90
	23/10/2021	146.80
	24/10/2021	119.40
	25/10/2021	117.60
	26/10/2021	117.40
	27/10/2021	133.36
	28/10/2021	117.36

	29/10/2021	139.80
	30/10/2021	136.20
	31/10/2021	62.00
NOVEMBRE	1/11/2021	159.00
	2/11/2021	152.50
	3/11/2021	128.50
	4/11/2021	153.60
	5/11/2021	138.50
	6/11/2021	48.60
	7/11/2021	128.10
	8/11/2021	184.50
	9/11/2021	203.90
	10/11/2021	140.40
	11/11/2021	101.10
	12/11/2021	159.50
	13/11/2021	242.10
	14/11/2021	59.00
	15/11/2021	148.00
	16/11/2021	142.80
	17/11/2021	190.40
	18/11/2021	245.10
	19/11/2021	117.93
	20/11/2021	137.60
	21/11/2021	157.30
	22/11/2021	152.00
	23/11/2021	108.40
	24/11/2021	155.90
25/11/2021	47.20	
26/11/2021	87.10	

	27/11/2021	258.60
	28/11/2021	104.50
	29/11/2021	77.70
	30/11/2021	339.70
DICIEMBRE	1/12/2021	144.60
	2/12/2021	155.50
	3/12/2021	107.80
	4/12/2021	92.20
	5/12/2021	149.30
	6/12/2021	338.93
	7/12/2021	163.60
	8/12/2021	312.70
	9/12/2021	213.40
	10/12/2021	118.10
	11/12/2021	100.06
	12/12/2021	102.80
	13/12/2021	104.30
	14/12/2021	203.70
	15/12/2021	147.70
	16/12/2021	143.80
	17/12/2021	84.50
	18/12/2021	85.50
	19/12/2021	147.10
	20/12/2021	198.40
	21/12/2021	132.90
	22/12/2021	82.30
	23/12/2021	200.50
	24/12/2021	184.10
	25/12/2021	66.00
	26/12/2021	123.50
	27/12/2021	161.00
	28/12/2021	180.70

	29/12/2021	179.80
	30/12/2021	251.70
	31/12/2021	107.20

Tabla 20

Frecuencia absoluta de datos de kilometraje diario.

FEECHA	KILOMETRAJE	KILOMETRAJE	FRECUENCIA
1/02/2021	91.50	91.50	1
2/02/2021	50.90	50.90	1
3/02/2021	174.70	174.70	1
4/02/2021	136.90	136.90	1
5/02/2021	163.00	163.00	1
6/02/2021	138.50	138.50	2
7/02/2021	132.46	132.46	1
8/02/2021	185.40	185.40	1
9/02/2021	43.80	43.80	1
10/02/2021	151.00	151.00	1
11/02/2021	107.50	107.50	1
12/02/2021	88.90	88.90	2
13/02/2021	124.90	124.90	1
14/02/2021	139.20	139.20	1
15/02/2021	139.90	139.90	1
16/02/2021	70.30	70.30	1
17/02/2021	136.60	136.60	1
18/02/2021	163.10	163.10	1
19/02/2021	104.45	104.45	1
20/02/2021	120.90	120.90	1
21/02/2021	118.90	118.90	2
22/02/2021	75.40	75.40	1
23/02/2021	138.50	114.60	1

24/02/2021	114.60	54.20	1
25/02/2021	54.20	121.70	1
26/02/2021	121.70	140.40	1
27/02/2021	140.40	113.60	1
28/02/2021	113.60	93.49	1
1/03/2021	93.49	46.00	1
2/03/2021	46.00	136.53	1
3/03/2021	136.53	106.75	1
4/03/2021	106.75	96.90	1
5/03/2021	96.90	146.50	1
6/03/2021	146.50	149.10	1
7/03/2021	149.10	118.00	2
8/03/2021	118.00	46.50	1
9/03/2021	46.50	94.00	1
10/03/2021	94.00	101.00	1
11/03/2021	101.00	124.00	1
12/03/2021	124.00	102.00	1
13/03/2021	102.00	122.80	1
14/03/2021	122.80	123.00	1
15/03/2021	123.00	45.50	1
16/03/2021	45.50	131.20	1
17/03/2021	131.20	109.70	1
18/03/2021	109.70	150.90	1
19/03/2021	150.90	105.15	1
20/03/2021	105.15	115.60	1
21/03/2021	118.00	119.10	1
22/03/2021	115.60	78.80	1
23/03/2021	119.10	27.70	1
24/03/2021	78.80	73.50	1
25/03/2021	27.70	77.20	1
26/03/2021	73.50	37.50	1
27/03/2021	77.20	51.90	1

28/03/2021	37.50	39.40	1
29/03/2021	51.90	58.40	1
30/03/2021	39.40	132.90	1
31/03/2021	58.40	72.20	1
1/04/2021	132.90	80.50	1
2/04/2021	72.20	96.50	1
3/04/2021	80.50	65.00	1
4/04/2021	96.50	88.20	1
5/04/2021	65.00	86.10	1
6/04/2021	88.20	81.30	1
7/04/2021	86.10	83.60	1
8/04/2021	81.30	107.90	1
9/04/2021	83.60	90.90	1
10/04/2021	107.90	109.90	1
11/04/2021	90.90	76.70	1
12/04/2021	109.90	48.50	1
13/04/2021	118.90	73.80	1
14/04/2021	76.70	77.00	1
15/04/2021	88.90	89.10	1
16/04/2021	48.50	78.20	1
17/04/2021	73.80	87.10	1
18/04/2021	77.00	90.53	1
19/04/2021	89.10	147.00	1
20/04/2021	78.20	113.20	1
21/04/2021	87.10	57.70	1
22/04/2021	90.53	54.80	1
23/04/2021	147.00	61.70	1
24/04/2021	113.20	21.10	1
25/04/2021	57.70	51.70	1
26/04/2021	54.80	84.50	2
27/04/2021	61.70	70.80	1
28/04/2021	21.10	41.40	1

29/04/2021	51.70	58.90	1
30/04/2021	84.50	58.70	1
1/05/2021	70.80	67.00	1
2/05/2021	41.40	96.00	1
3/05/2021	58.90	49.00	1
4/05/2021	58.70	79.60	1
5/05/2021	67.00	71.50	1
6/05/2021	96.00	64.80	1
7/05/2021	49.00	74.30	1
8/05/2021	79.60	77.80	1
9/05/2021	71.50	71.90	1
10/05/2021	64.80	67.40	1
11/05/2021	74.30	79.90	1
12/05/2021	77.80	79.20	1
13/05/2021	71.90	50.10	1
14/05/2021	84.50	87.30	1
15/05/2021	67.40	74.00	1
16/05/2021	79.90	TOTAL	109
17/05/2021	79.20		
18/05/2021	50.10		
19/05/2021	87.30		
20/05/2021	74.00		

Tabla 21*Frecuencia absoluta de datos de tancadas diarias.*

FECHA	Total de tancadas	TANCADAS	FRECUENCIA
1/01/2019	23	4	1
2/01/2019	14	5	4
3/01/2019	26	6	2
4/01/2019	38	7	4
5/01/2019	36	8	2
6/01/2019	39	9	1
7/01/2019	33	10	3
8/01/2019	43	11	6
9/01/2019	11	12	6
10/01/2019	22	13	3
11/01/2019	31	14	9
12/01/2019	22	15	11
13/01/2019	33	16	8
14/01/2019	22	17	7
15/01/2019	30	18	10
16/01/2019	23	19	8
17/01/2019	31	20	5
18/01/2019	24	21	8
19/01/2019	12	22	12
20/01/2019	24	23	11
21/01/2019	22	24	16
22/01/2019	22	25	10
23/01/2019	32	26	15
24/01/2019	31	27	9
25/01/2019	19	28	16
26/01/2019	15	29	14
27/01/2019	20	30	5
28/01/2019	24	31	13
29/01/2019	23	32	11
30/01/2019	11	33	9
31/01/2019	29	34	7
1/02/2019	22	35	4
2/02/2019	14	36	5
3/02/2019	31	37	2

4/02/2019	34	38	5
5/02/2019	37	39	5
6/02/2019	34	41	1
7/02/2019	29	42	1
8/02/2019	38	43	2
9/02/2019	7	46	1
10/02/2019	30	TOTAL	272
11/02/2019	26		
12/02/2019	22		
13/02/2019	28		
14/02/2019	33		
15/02/2019	32		
16/02/2019	13		
17/02/2019	28		
18/02/2019	39		
19/02/2019	25		
20/02/2019	26		
21/02/2019	26		
22/02/2019	21		
23/02/2019	25		
24/02/2019	19		
25/02/2019	12		
26/02/2019	28		
27/02/2019	27		
28/02/2019	21		
1/03/2019	21		
2/03/2019	11		
3/03/2019	29		
4/03/2019	27		
5/03/2019	25		
6/03/2019	33		
7/03/2019	29		
8/03/2019	29		
9/03/2019	7		
10/03/2019	26		
11/03/2019	26		
12/03/2019	29		
13/03/2019	32		
14/03/2019	29		
15/03/2019	38		
16/03/2019	10		
17/03/2019	36		

18/03/2019	29
19/03/2019	30
20/03/2019	24
21/03/2019	28
22/03/2019	26
23/03/2019	27
24/03/2019	23
25/03/2019	5
26/03/2019	19
27/03/2019	20
28/03/2019	5
29/03/2019	14
30/03/2019	5
31/03/2019	10
1/04/2019	33
2/04/2019	18
3/04/2019	24
4/04/2019	27
5/04/2019	17
6/04/2019	21
7/04/2019	22
8/04/2019	23
9/04/2019	23
10/04/2019	27
11/04/2019	26
12/04/2019	22
13/04/2019	29
14/04/2019	18
15/04/2019	26
16/04/2019	12
17/04/2019	21
18/04/2019	20
19/04/2019	24
20/04/2019	19
21/04/2019	20
22/04/2019	23
23/04/2019	38
24/04/2019	23
25/04/2019	11
26/04/2019	14
27/04/2019	18
28/04/2019	6

29/04/2019	14
30/04/2019	15
1/05/2019	18
2/05/2019	11
3/05/2019	15
4/05/2019	14
5/05/2019	15
6/05/2019	17
7/05/2019	14
8/05/2019	16
9/05/2019	18
10/05/2019	17
11/05/2019	16
12/05/2019	17
13/05/2019	15
14/05/2019	16
15/05/2019	16
16/05/2019	21
17/05/2019	14
18/05/2019	15
19/05/2019	15
20/05/2019	15
21/05/2019	19
22/05/2019	17
23/05/2019	17
24/05/2019	16
25/05/2019	17
26/05/2019	15
27/05/2019	14
28/05/2019	18
29/05/2019	24
30/05/2019	22
31/05/2019	8
1/06/2019	43
2/06/2019	27
3/06/2019	41
4/06/2019	25
5/06/2019	31
6/06/2019	36
7/06/2019	35
8/06/2019	36
9/06/2019	26

10/06/2019	37
11/06/2019	26
12/06/2019	38
13/06/2019	35
14/06/2019	29
15/06/2019	33
16/06/2019	34
17/06/2019	39
18/06/2019	22
19/06/2019	34
20/06/2019	28
21/06/2019	28
22/06/2019	31
23/06/2019	31
24/06/2019	18
25/06/2019	12
26/06/2019	19
27/06/2019	18
28/06/2019	12
29/06/2019	5
30/06/2019	4
1/07/2019	31
2/07/2019	16
3/07/2019	32
4/07/2019	31
5/07/2019	33
6/07/2019	29
7/07/2019	42
8/07/2019	31
9/07/2019	13
10/07/2019	16
11/07/2019	36
12/07/2019	30
13/07/2019	35
14/07/2019	24
15/07/2019	25
16/07/2019	6
17/07/2019	10
18/07/2019	24
19/07/2019	32
20/07/2019	27
21/07/2019	29

22/07/2019	7
23/07/2019	31
24/07/2019	28
25/07/2019	24
26/07/2019	11
27/07/2019	25
28/07/2019	23
29/07/2019	22
30/07/2019	24
31/07/2019	28
1/08/2019	32
2/08/2019	32
3/08/2019	39
4/08/2019	27
5/08/2019	28
6/08/2019	15
7/08/2019	32
8/08/2019	28
9/08/2019	24
10/08/2019	27
11/08/2019	28
12/08/2019	34
13/08/2019	18
14/08/2019	28
15/08/2019	13
16/08/2019	9
17/08/2019	12
18/08/2019	26
19/08/2019	34
20/08/2019	32
21/08/2019	46
22/08/2019	33
23/08/2019	31
24/08/2019	26
25/08/2019	18
26/08/2019	39
27/08/2019	25
28/08/2019	15
29/08/2019	8
30/08/2019	24
31/08/2019	34
1/09/2019	23

2/09/2019	26
3/09/2019	19
4/09/2019	24
5/09/2019	20
6/09/2019	35
7/09/2019	29
8/09/2019	32
9/09/2019	29
10/09/2019	25
11/09/2019	25
12/09/2019	32
13/09/2019	25
14/09/2019	16
15/09/2019	28
16/09/2019	23
17/09/2019	7
18/09/2019	31
19/09/2019	26
20/09/2019	21
21/09/2019	28
22/09/2019	24
23/09/2019	28
24/09/2019	21
25/09/2019	28
26/09/2019	33
27/09/2019	30
28/09/2019	19
29/09/2019	24

Tabla 22

Simulación con intervalos

KILOMETRAJE	FRECUENCIA	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA	INTERVALOS		
91.50	1	0.009174312	0.009174312	0	-	0.0091743
50.90	1	0.009174312	0.018348624	0.0091743	-	0.0183486
174.70	1	0.009174312	0.027522936	0.0183486	-	0.0275229
136.90	1	0.009174312	0.036697248	0.0275229	-	0.0366972
163.00	1	0.009174312	0.04587156	0.0366972	-	0.0458716
138.50	2	0.018348624	0.064220183	0.0458716	-	0.0642202
132.46	1	0.009174312	0.073394495	0.0642202	-	0.0733945
185.40	1	0.009174312	0.082568807	0.0733945	-	0.0825688
43.80	1	0.009174312	0.091743119	0.0825688	-	0.0917431
151.00	1	0.009174312	0.100917431	0.0917431	-	0.1009174
107.50	1	0.009174312	0.110091743	0.1009174	-	0.1100917
88.90	2	0.018348624	0.128440367	0.1100917	-	0.1284404
124.90	1	0.009174312	0.137614679	0.1284404	-	0.1376147
139.20	1	0.009174312	0.146788991	0.1376147	-	0.146789
139.90	1	0.009174312	0.155963303	0.146789	-	0.1559633
70.30	1	0.009174312	0.165137615	0.1559633	-	0.1651376
136.60	1	0.009174312	0.174311927	0.1651376	-	0.1743119
163.10	1	0.009174312	0.183486239	0.1743119	-	0.1834862
104.45	1	0.009174312	0.19266055	0.1834862	-	0.1926606
120.90	1	0.009174312	0.201834862	0.1926606	-	0.2018349
118.90	2	0.018348624	0.220183486	0.2018349	-	0.2201835
75.40	1	0.009174312	0.229357798	0.2201835	-	0.2293578
114.60	1	0.009174312	0.23853211	0.2293578	-	0.2385321
54.20	1	0.009174312	0.247706422	0.2385321	-	0.2477064
121.70	1	0.009174312	0.256880734	0.2477064	-	0.2568807
140.40	1	0.009174312	0.266055046	0.2568807	-	0.266055
113.60	1	0.009174312	0.275229358	0.266055	-	0.2752294

93.49	1	0.009174312	0.28440367	0.2752294	-	0.2844037
46.00	1	0.009174312	0.293577982	0.2844037	-	0.293578
136.53	1	0.009174312	0.302752294	0.293578	-	0.3027523
106.75	1	0.009174312	0.311926606	0.3027523	-	0.3119266
96.90	1	0.009174312	0.321100917	0.3119266	-	0.3211009
146.50	1	0.009174312	0.330275229	0.3211009	-	0.3302752
149.10	1	0.009174312	0.339449541	0.3302752	-	0.3394495
118.00	2	0.018348624	0.357798165	0.3394495	-	0.3577982
46.50	1	0.009174312	0.366972477	0.3577982	-	0.3669725
94.00	1	0.009174312	0.376146789	0.3669725	-	0.3761468
101.00	1	0.009174312	0.385321101	0.3761468	-	0.3853211
124.00	1	0.009174312	0.394495413	0.3853211	-	0.3944954
102.00	1	0.009174312	0.403669725	0.3944954	-	0.4036697
122.80	1	0.009174312	0.412844037	0.4036697	-	0.412844
123.00	1	0.009174312	0.422018349	0.412844	-	0.4220183
45.50	1	0.009174312	0.431192661	0.4220183	-	0.4311927
131.20	1	0.009174312	0.440366972	0.4311927	-	0.440367
109.70	1	0.009174312	0.449541284	0.440367	-	0.4495413
150.90	1	0.009174312	0.458715596	0.4495413	-	0.4587156
105.15	1	0.009174312	0.467889908	0.4587156	-	0.4678899
115.60	1	0.009174312	0.47706422	0.4678899	-	0.4770642
119.10	1	0.009174312	0.486238532	0.4770642	-	0.4862385
78.80	1	0.009174312	0.495412844	0.4862385	-	0.4954128
27.70	1	0.009174312	0.504587156	0.4954128	-	0.5045872
73.50	1	0.009174312	0.513761468	0.5045872	-	0.5137615
77.20	1	0.009174312	0.52293578	0.5137615	-	0.5229358
37.50	1	0.009174312	0.532110092	0.5229358	-	0.5321101
51.90	1	0.009174312	0.541284404	0.5321101	-	0.5412844
39.40	1	0.009174312	0.550458716	0.5412844	-	0.5504587
58.40	1	0.009174312	0.559633028	0.5504587	-	0.559633
132.90	1	0.009174312	0.568807339	0.559633	-	0.5688073
72.20	1	0.009174312	0.577981651	0.5688073	-	0.5779817

80.50	1	0.009174312	0.587155963	0.5779817	-	0.587156
96.50	1	0.009174312	0.596330275	0.587156	-	0.5963303
65.00	1	0.009174312	0.605504587	0.5963303	-	0.6055046
88.20	1	0.009174312	0.614678899	0.6055046	-	0.6146789
86.10	1	0.009174312	0.623853211	0.6146789	-	0.6238532
81.30	1	0.009174312	0.633027523	0.6238532	-	0.6330275
83.60	1	0.009174312	0.642201835	0.6330275	-	0.6422018
107.90	1	0.009174312	0.651376147	0.6422018	-	0.6513761
90.90	1	0.009174312	0.660550459	0.6513761	-	0.6605505
109.90	1	0.009174312	0.669724771	0.6605505	-	0.6697248
76.70	1	0.009174312	0.678899083	0.6697248	-	0.6788991
48.50	1	0.009174312	0.688073394	0.6788991	-	0.6880734
73.80	1	0.009174312	0.697247706	0.6880734	-	0.6972477
77.00	1	0.009174312	0.706422018	0.6972477	-	0.706422
89.10	1	0.009174312	0.71559633	0.706422	-	0.7155963
78.20	1	0.009174312	0.724770642	0.7155963	-	0.7247706
87.10	1	0.009174312	0.733944954	0.7247706	-	0.733945
90.53	1	0.009174312	0.743119266	0.733945	-	0.7431193
147.00	1	0.009174312	0.752293578	0.7431193	-	0.7522936
113.20	1	0.009174312	0.76146789	0.7522936	-	0.7614679
57.70	1	0.009174312	0.770642202	0.7614679	-	0.7706422
54.80	1	0.009174312	0.779816514	0.7706422	-	0.7798165
61.70	1	0.009174312	0.788990826	0.7798165	-	0.7889908
21.10	1	0.009174312	0.798165138	0.7889908	-	0.7981651
51.70	1	0.009174312	0.80733945	0.7981651	-	0.8073394
84.50	2	0.018348624	0.825688073	0.8073394	-	0.8256881
70.80	1	0.009174312	0.834862385	0.8256881	-	0.8348624
41.40	1	0.009174312	0.844036697	0.8348624	-	0.8440367
58.90	1	0.009174312	0.853211009	0.8440367	-	0.853211
58.70	1	0.009174312	0.862385321	0.853211	-	0.8623853
67.00	1	0.009174312	0.871559633	0.8623853	-	0.8715596
96.00	1	0.009174312	0.880733945	0.8715596	-	0.8807339

49.00	1	0.009174312	0.889908257	0.8807339	-	0.8899083
79.60	1	0.009174312	0.899082569	0.8899083	-	0.8990826
71.50	1	0.009174312	0.908256881	0.8990826	-	0.9082569
64.80	1	0.009174312	0.917431193	0.9082569	-	0.9174312
74.30	1	0.009174312	0.926605505	0.9174312	-	0.9266055
77.80	1	0.009174312	0.935779817	0.9266055	-	0.9357798
71.90	1	0.009174312	0.944954128	0.9357798	-	0.9449541
67.40	1	0.009174312	0.95412844	0.9449541	-	0.9541284
79.90	1	0.009174312	0.963302752	0.9541284	-	0.9633028
79.20	1	0.009174312	0.972477064	0.9633028	-	0.9724771
50.10	1	0.009174312	0.981651376	0.9724771	-	0.9816514
87.30	1	0.009174312	0.990825688	0.9816514	-	0.9908257
74.00	1	0.009174312	1	0.9908257	-	1
TOTAL	109	1				

PEDIDOS	fi	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA	INTERVALOS		
4	1	0.00368	0.00368	0	-	0.00368
5	4	0.01471	0.01838	0.00368	-	0.01838
6	2	0.00735	0.02574	0.01838	-	0.02574
7	4	0.01471	0.04044	0.02574	-	0.04044
8	2	0.00735	0.04779	0.04044	-	0.04779
9	1	0.00368	0.05147	0.04779	-	0.05147
10	3	0.01103	0.06250	0.05147	-	0.06250
11	6	0.02206	0.08456	0.06250	-	0.08456
12	6	0.02206	0.10662	0.08456	-	0.10662
13	3	0.01103	0.11765	0.10662	-	0.11765
14	9	0.03309	0.15074	0.11765	-	0.15074
15	11	0.04044	0.19118	0.15074	-	0.19118

16	8	0.02941	0.22059	0.19118	-	0.22059
17	7	0.02574	0.24632	0.22059	-	0.24632
18	10	0.03676	0.28309	0.24632	-	0.28309
19	8	0.02941	0.31250	0.28309	-	0.31250
20	5	0.01838	0.33088	0.31250	-	0.33088
21	8	0.02941	0.36029	0.33088	-	0.36029
22	12	0.04412	0.40441	0.36029	-	0.40441
23	11	0.04044	0.44485	0.40441	-	0.44485
24	16	0.05882	0.50368	0.44485	-	0.50368
25	10	0.03676	0.54044	0.50368	-	0.54044
26	15	0.05515	0.59559	0.54044	-	0.59559
27	9	0.03309	0.62868	0.59559	-	0.62868
28	16	0.05882	0.68750	0.62868	-	0.68750
29	14	0.05147	0.73897	0.68750	-	0.73897
30	5	0.01838	0.75735	0.73897	-	0.75735
31	13	0.04779	0.80515	0.75735	-	0.80515
32	11	0.04044	0.84559	0.80515	-	0.84559
33	9	0.03309	0.87868	0.84559	-	0.87868
34	7	0.02574	0.90441	0.87868	-	0.90441
35	4	0.01471	0.91912	0.90441	-	0.91912
36	5	0.01838	0.93750	0.91912	-	0.93750
37	2	0.00735	0.94485	0.93750	-	0.94485
38	5	0.01838	0.96324	0.94485	-	0.96324
39	5	0.01838	0.98162	0.96324	-	0.98162
41	1	0.00368	0.98529	0.98162	-	0.98529
42	1	0.00368	0.98897	0.98529	-	0.98897
43	2	0.00735	0.99632	0.98897	-	0.99632
46	1	0.00368	1	0.99632	-	1
TOTAL	272	1				

Tabla 23

Pseudoaleatorios bajo el método algoritmos de productos medios

1 CORRIDA	
Datos	
Semilla X0	3120
Semilla X1	8018
D=	4

N	X_0	X_1	X_2	Y_i	R_i
1	3120	8018	25016160	0161	0.0161
2	8018	0161	1290898	2908	0.2908
3	0161	2908	468188	6818	0.6818
4	2908	6818	19826744	8267	0.8267
5	6818	8267	56364406	3644	0.3644
6	8267	3644	30124948	1249	0.1249
7	3644	1249	4551356	5513	0.5513
8	1249	5513	6885737	8857	0.8857
9	5513	8857	48828641	8286	0.8286
10	8857	8286	73389102	3891	0.3891
11	8286	3891	32240826	2408	0.2408
12	3891	2408	9369528	3695	0.3695
13	2408	3695	8897560	8975	0.8975
14	3695	8975	33162625	1626	0.1626
15	8975	1626	14593350	5933	0.5933
16	1626	5933	9647058	6470	0.647
17	5933	6470	38386510	3865	0.3865
18	6470	3865	25006550	0065	0.0065
19	3865	0065	251225	5122	0.5122
20	0065	5122	332930	3293	0.3293
21	5122	3293	16866746	8667	0.8667
22	3293	8667	28540431	5404	0.5404
23	8667	5404	46836468	8364	0.8364
24	5404	8364	45199056	1990	0.199
25	8364	1990	16644360	6443	0.6443
26	1990	6443	12821570	8215	0.8215
27	6443	8215	52929245	9292	0.9292
28	8215	9292	76333780	3337	0.3337
29	9292	3337	31007404	0074	0.0074
30	3337	0074	246938	4693	0.4693
31	0074	4693	347282	4728	0.4728
32	4693	4728	22188504	1885	0.1885
33	4728	1885	8912280	9122	0.9122
34	1885	9122	17194970	1949	0.1949
35	9122	1949	17778778	7787	0.7787
36	1949	7787	15176863	1768	0.1768
37	7787	1768	13767416	7674	0.7674
38	1768	7674	13567632	5676	0.5676
39	7674	5676	43557624	5576	0.5576
40	5676	5576	31649376	6493	0.6493
41	5576	6493	36204968	2049	0.2049

42	6493	2049	13304157	3041	0.3041
43	2049	3041	6231009	2310	0.231
44	3041	2310	7024710	0247	0.0247
45	2310	0247	570570	7057	0.7057
46	0247	7057	1743079	7430	0.743
47	7057	7430	52433510	4335	0.4335
48	7430	4335	32209050	2090	0.209
49	4335	2090	9060150	0601	0.0601
50	2090	0601	1256090	2560	0.256
51	0601	2560	1538560	5385	0.5385
52	2560	5385	13785600	7856	0.7856
53	5385	7856	42304560	3045	0.3045
54	7856	3045	23921520	9215	0.9215
55	3045	9215	28059675	0596	0.0596
56	9215	0596	5492140	4921	0.4921
57	0596	4921	2932916	9329	0.9329
58	4921	9329	45908009	9080	0.908
59	9329	9080	84707320	7073	0.7073
60	9080	7073	64222840	2228	0.2228
61	7073	2228	15758644	7586	0.7586
62	2228	7586	16901608	9016	0.9016
63	7586	9016	68395376	3953	0.3953
64	9016	3953	35640248	6402	0.6402
65	3953	6402	25307106	3071	0.3071
66	6402	3071	19660542	6605	0.6605
67	3071	6605	20283955	2839	0.2839
68	6605	2839	18751595	7515	0.7515
69	2839	7515	21335085	3350	0.335
70	7515	3350	25175250	1752	0.1752
71	3350	1752	5869200	8692	0.8692
72	1752	8692	15228384	2283	0.2283
73	8692	2283	19843836	8438	0.8438
74	2283	8438	19263954	2639	0.2639
75	8438	2639	22267882	2678	0.2678
76	2639	2678	7067242	0672	0.0672
77	2678	0672	1799616	7996	0.7996
78	0672	7996	5373312	3733	0.3733
79	7996	3733	29849068	8490	0.849
80	3733	8490	31693170	6931	0.6931
81	8490	6931	58844190	8441	0.8441
82	6931	8441	58504571	5045	0.5045
83	8441	5045	42584845	5848	0.5848
84	5045	5848	29503160	5031	0.5031
85	5848	5031	29421288	4212	0.4212

86	5031	4212	21190572	1905	0.1905
87	4212	1905	8023860	0238	0.0238
88	1905	0238	453390	5339	0.5339
89	0238	5339	1270682	2706	0.2706
90	5339	2706	14447334	4473	0.4473
91	2706	4473	12103938	1039	0.1039
92	4473	1039	4647447	6474	0.6474
93	1039	6474	6726486	7264	0.7264
94	6474	7264	47027136	0271	0.0271
95	7264	0271	1968544	9685	0.9685
96	0271	9685	2624635	6246	0.6246
97	9685	6246	60492510	4925	0.4925
98	6246	4925	30761550	7615	0.7615
99	4925	7615	37503875	5038	0.5038
100	7615	5038	38364370	3643	0.3643
101	5038	3643	18353434	3534	0.3534
102	3643	3534	12874362	8743	0.8743
103	3534	8743	30897762	8977	0.8977
104	8743	8977	78485911	4859	0.4859
105	8977	4859	43619243	6192	0.6192
106	4859	6192	30086928	0869	0.0869
107	6192	0869	5380848	3808	0.3808
108	0869	3808	3309152	3091	0.3091
109	3808	3091	11770528	7705	0.7705

2 CORRIDA	
Datos	
Semilla X0	2561
Semilla X1	7258
D=	4

N	X_0	X_1	X_i	Y_i	R_i
1	2561	7258	18587738	5877	0.5877
2	7258	5877	42655266	6552	0.6552
3	5877	6552	38506104	5061	0.5061
4	6552	5061	33159672	1596	0.1596
5	5061	1596	8077356	0773	0.0773

6	1596	0773	1233708	2337	0.2337
7	0773	2337	1806501	8065	0.8065
8	2337	8065	18847905	8479	0.8479
9	8065	8479	68383135	3831	0.3831
10	8479	3831	32483049	4830	0.483
11	3831	4830	18503730	5037	0.5037
12	4830	5037	24328710	3287	0.3287
13	5037	3287	16556619	5566	0.5566
14	3287	5566	18295442	2954	0.2954
15	5566	2954	16441964	4419	0.4419
16	2954	4419	13053726	0537	0.0537
17	4419	0537	2373003	3730	0.373
18	0537	3730	2003010	0030	0.003
19	3730	0030	111900	1190	0.119
20	0030	1190	35700	5700	0.57
21	1190	5700	6783000	7830	0.783
22	5700	7830	44631000	6310	0.631
23	7830	6310	49407300	4073	0.4073
24	6310	4073	25700630	7006	0.7006
25	4073	7006	28535438	5354	0.5354
26	7006	5354	37510124	5101	0.5101
27	5354	5101	27310754	3107	0.3107
28	5101	3107	15848807	8488	0.8488
29	3107	8488	26372216	3722	0.3722
30	8488	3722	31592336	5923	0.5923
31	3722	5923	22045406	0454	0.0454
32	5923	0454	2689042	6890	0.689
33	0454	6890	3128060	1280	0.128
34	6890	1280	8819200	8192	0.8192
35	1280	8192	10485760	4857	0.4857
36	8192	4857	39788544	7885	0.7885
37	4857	7885	38297445	2974	0.2974
38	7885	2974	23449990	4499	0.4499
39	2974	4499	13380026	3800	0.38
40	4499	3800	17096200	0962	0.0962
41	3800	0962	3655600	6556	0.6556
42	0962	6556	6306872	3068	0.3068
43	6556	3068	20113808	1138	0.1138
44	3068	1138	3491384	4913	0.4913
45	1138	4913	5590994	5909	0.5909
46	4913	5909	29030917	0309	0.0309
47	5909	0309	1825881	8258	0.8258
48	0309	8258	2551722	5517	0.5517
49	8258	5517	45559386	5593	0.5593

50	5517	5593	30856581	8565	0.8565
51	5593	8565	47904045	9040	0.904
52	8565	9040	77427600	4276	0.4276
53	9040	4276	38655040	6550	0.655
54	4276	6550	28007800	0078	0.0078
55	6550	0078	510900	1090	0.109
56	0078	1090	85020	5020	0.502
57	1090	5020	5471800	4718	0.4718
58	5020	4718	23684360	6843	0.6843
59	4718	6843	32285274	2852	0.2852
60	6843	2852	19516236	5162	0.5162
61	2852	5162	14722024	7220	0.722
62	5162	7220	37269640	2696	0.2696
63	7220	2696	19465120	4651	0.4651
64	2696	4651	12539096	5390	0.539
65	4651	5390	25068890	0688	0.0688
66	5390	0688	3708320	7083	0.7083
67	0688	7083	4873104	8731	0.8731
68	7083	8731	61841673	8416	0.8416
69	8731	8416	73480096	4800	0.48
70	8416	4800	40396800	3968	0.3968
71	4800	3968	19046400	0464	0.0464
72	3968	0464	1841152	8411	0.8411
73	0464	8411	3902704	9027	0.9027
74	8411	9027	75926097	9260	0.926
75	9027	9260	83590020	5900	0.59
76	9260	5900	54634000	6340	0.634
77	5900	6340	37406000	4060	0.406
78	6340	4060	25740400	7404	0.7404
79	4060	7404	30060240	0602	0.0602
80	7404	0602	4457208	4572	0.4572
81	0602	4572	2752344	7523	0.7523
82	4572	7523	34395156	3951	0.3951
83	7523	3951	29723373	7233	0.7233
84	3951	7233	28577583	5775	0.5775
85	7233	5775	41770575	7705	0.7705
86	5775	7705	44496375	4963	0.4963
87	7705	4963	38239915	2399	0.2399
88	4963	2399	11906237	9062	0.9062
89	2399	9062	21739738	7397	0.7397
90	9062	7397	67031614	0316	0.0316
91	7397	0316	2337452	3374	0.3374
92	0316	3374	1066184	0661	0.0661
93	3374	0661	2230214	2302	0.2302

94	0661	2302	1521622	5216	0.5216
95	2302	5216	12007232	0072	0.0072
96	5216	0072	375552	7555	0.7555
97	0072	7555	543960	4396	0.4396
98	7555	4396	33211780	2117	0.2117
99	4396	2117	9306332	3063	0.3063
100	2117	3063	6484371	4843	0.4843
101	3063	4843	14834109	8341	0.8341
102	4843	8341	40395463	3954	0.3954
103	8341	3954	32980314	9803	0.9803
104	3954	9803	38761062	7610	0.761
105	9803	7610	74600830	6008	0.6008
106	7610	6008	45720880	7208	0.7208
107	6008	7208	43305664	3056	0.3056
108	7208	3056	22027648	0276	0.0276
109	3056	0276	843456	4345	0.4345

3 CORRIDA	
Datos	
Semilla X0	1566
Semilla X1	7963
D=	4

N	X_0	X_1	X_i	Y_i	R_i
1	1566	7963	12470058	4700	0.47
2	7963	4700	37426100	4261	0.4261
3	4700	4261	20026700	0267	0.0267
4	4261	0267	1137687	1376	0.1376
5	0267	1376	367392	6739	0.6739
6	1376	6739	9272864	2728	0.2728

N	PROMEDIO
1	0.357933
2	0.457367
3	0.404867
4	0.374633
5	0.371867
6	0.210467

7	6739	2728	18383992	3839	0.3839
8	2728	3839	10472792	4727	0.4727
9	3839	4727	18146953	1469	0.1469
10	4727	1469	6943963	9439	0.9439
11	1469	9439	13865891	8658	0.8658
12	9439	8658	81722862	7228	0.7228
13	8658	7228	62580024	5800	0.58
14	7228	5800	41922400	9224	0.9224
15	5800	9224	53499200	4992	0.4992
16	9224	4992	46046208	0462	0.0462
17	4992	0462	2306304	3063	0.3063
18	0462	3063	1415106	4151	0.4151
19	3063	4151	12714513	7145	0.7145
20	4151	7145	29658895	6588	0.6588
21	7145	6588	47071260	0712	0.0712
22	6588	0712	4690656	6906	0.6906
23	0712	6906	4917072	9170	0.917
24	6906	9170	63328020	3280	0.328
25	9170	3280	30077600	0776	0.0776
26	3280	0776	2545280	5452	0.5452
27	0776	5452	4230752	2307	0.2307
28	5452	2307	12577764	5777	0.5777
29	2307	5777	13327539	3275	0.3275
30	5777	3275	18919675	9196	0.9196
31	3275	9196	30116900	1169	0.1169
32	9196	1169	10750124	7501	0.7501
33	1169	7501	8768669	7686	0.7686
34	7501	7686	57652686	6526	0.6526
35	7686	6526	50158836	1588	0.1588
36	6526	1588	10363288	3632	0.3632
37	1588	3632	5767616	7676	0.7676
38	3632	7676	27879232	8792	0.8792
39	7676	8792	67487392	4873	0.4873
40	8792	4873	42843416	8434	0.8434
41	4873	8434	41098882	0988	0.0988
42	8434	0988	8332792	3327	0.3327
43	0988	3327	3287076	2870	0.287
44	3327	2870	9548490	5484	0.5484
45	2870	5484	15739080	7390	0.739
46	5484	7390	40526760	5267	0.5267
47	7390	5267	38923130	9231	0.9231
48	5267	9231	48619677	6196	0.6196
49	9231	6196	57195276	1952	0.1952
50	6196	1952	12094592	0945	0.0945

7	0.580567
8	0.735433
9	0.452867
10	0.605333
11	0.536767
12	0.473667
13	0.678033
14	0.460133
15	0.511467
16	0.248967
17	0.355267
18	0.141533
19	0.448567
20	0.519367
21	0.573633
22	0.620667
23	0.720233
24	0.409200
25	0.419100
26	0.625600
27	0.490200
28	0.586733
29	0.235700
30	0.660400
31	0.211700
32	0.542533
33	0.602933
34	0.555567
35	0.474400
36	0.442833
37	0.610800
38	0.632233
39	0.474967
40	0.529633
41	0.319767
42	0.314533
43	0.210600
44	0.354800
45	0.678533
46	0.433533
47	0.727467
48	0.460100
49	0.271533
50	0.402333

51	1952	0945	1844640	8446	0.8446
52	0945	8446	7981470	9814	0.9814
53	8446	9814	82889044	8890	0.889
54	9814	8890	87246460	2464	0.2464
55	8890	2464	21904960	9049	0.9049
56	2464	9049	22296736	2967	0.2967
57	9049	2967	26848383	8483	0.8483
58	2967	8483	25169061	1690	0.169
59	8483	1690	14336270	3362	0.3362
60	1690	3362	5681780	6817	0.6817
61	3362	6817	22918754	9187	0.9187
62	6817	9187	62627779	6277	0.6277
63	9187	6277	57666799	6667	0.6667
64	6277	6667	41848759	8487	0.8487
65	6667	8487	56582829	5828	0.5828
66	8487	5828	49462236	4622	0.4622
67	5828	4622	26937016	9370	0.937
68	4622	9370	43308140	3081	0.3081
69	9370	3081	28868970	8689	0.8689
70	3081	8689	26770809	7708	0.7708
71	8689	7708	66974812	9748	0.9748
72	7708	9748	75137584	1375	0.1375
73	9748	1375	13403500	4035	0.4035
74	1375	4035	5548125	5481	0.5481
75	4035	5481	22115835	1158	0.1158
76	5481	1158	6346998	3469	0.3469
77	1158	3469	4017102	0171	0.0171
78	3469	0171	593199	9319	0.9319
79	0171	9319	1593549	5935	0.5935
80	9319	5935	55308265	3082	0.3082
81	5935	3082	18291670	2916	0.2916
82	3082	2916	8987112	9871	0.9871
83	2916	9871	28783836	7838	0.7838
84	9871	7838	77368898	3688	0.3688
85	7838	3688	28906544	9065	0.9065
86	3688	9065	33431720	4317	0.4317
87	9065	4317	39133605	1336	0.1336
88	4317	1336	5767512	7675	0.7675
89	1336	7675	10253800	2538	0.2538
90	7675	2538	19479150	4791	0.4791
91	2538	4791	12159558	1595	0.1595
92	4791	1595	7641645	6416	0.6416
93	1595	6416	10233520	2335	0.2335
94	6416	2335	14981360	9813	0.9813

51	0.762367
52	0.731533
53	0.616167
54	0.391900
55	0.357833
56	0.430267
57	0.751000
58	0.587100
59	0.442900
60	0.473567
61	0.799767
62	0.599633
63	0.509033
64	0.675967
65	0.319567
66	0.610333
67	0.698000
68	0.633733
69	0.561300
70	0.447600
71	0.630133
72	0.402300
73	0.716667
74	0.579333
75	0.324533
76	0.349367
77	0.407567
78	0.681867
79	0.500900
80	0.486167
81	0.629333
82	0.628900
83	0.697300
84	0.483133
85	0.699400
86	0.372833
87	0.132433
88	0.735867
89	0.421367
90	0.319333
91	0.200267
92	0.451700
93	0.396700
94	0.510000

95	2335	9813	22913355	9133	0.9133	95	0.629667
96	9813	9133	89622129	6221	0.6221	96	0.667400
97	9133	6221	56816393	8163	0.8163	97	0.582800
98	6221	8163	50782023	7820	0.782	98	0.585067
99	8163	7820	63834660	8346	0.8346	99	0.548233
100	7820	8346	65265720	2657	0.2657	100	0.371433
101	8346	2657	22175322	1753	0.1753	101	0.454267
102	2657	1753	4657721	6577	0.6577	102	0.642467
103	1753	6577	11529481	5294	0.5294	103	0.802467
104	6577	5294	34818638	8186	0.8186	104	0.688500
105	5294	8186	43336684	3366	0.3366	105	0.518867
106	8186	3366	27554076	5540	0.554	106	0.453900
107	3366	5540	18647640	6476	0.6476	107	0.444667
108	5540	6476	35877040	8770	0.877	108	0.404567
109	6476	8770	56794520	7945	0.7945	109	0.666500

Tabla 24

Pseudoaleatorios bajo el método algoritmos lineal.

PRIMERA CORRIDA

Datos	
k	11
Xo	18
a	45
c	17
m	16384
m	16383

$$X_{i+1} = (aX_i + c) \bmod(m) \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$$

n	(aXi+c)	Xi	ri
1	827	827	0.0505
2	37232	4464	0.2725
3	200897	4289	0.2618
4	193022	12798	0.7812
5	575927	2487	0.1518
6	111932	13628	0.8318
7	613277	7069	0.4315
8	318122	6826	0.4167
9	307187	12275	0.7493
10	552392	11720	0.7154
11	527417	3129	0.1910
12	140822	9750	0.5951
13	438767	12783	0.7803
14	575252	1812	0.1106
15	81557	16021	0.9779
16	720962	66	0.0040
17	2987	2987	0.1823
18	134432	3360	0.2051
19	151217	3761	0.2296
20	169262	5422	0.3310
21	244007	14631	0.8931
22	658412	3052	0.1863
23	137357	6285	0.3836
24	282842	4314	0.2633
25	194147	13923	0.8498
26	626552	3960	0.2417
27	178217	14377	0.8776
28	646982	8006	0.4887
29	360287	16223	0.9902
30	730052	9156	0.5589
31	412037	2437	0.1488
32	109682	11378	0.6945
33	512027	4123	0.2517
34	185552	5328	0.3252
35	239777	10401	0.6349
36	468062	9310	0.5683
37	418967	9367	0.5718
38	421532	11932	0.7283
39	536957	12669	0.7733
40	570122	13066	0.7975
41	587987	14547	0.8879
42	654632	15656	0.9556
43	704537	25	0.0015

44	1142	1142	0.0697
45	51407	2255	0.1376
46	101492	3188	0.1946
47	143477	12405	0.7572
48	558242	1186	0.0724
49	53387	4235	0.2585
50	190592	10368	0.6329
51	466577	7825	0.4776
52	352142	8078	0.4931
53	363527	3079	0.1879
54	138572	7500	0.4578
55	337517	9837	0.6004
56	442682	314	0.0192
57	14147	14147	0.8635
58	636632	14040	0.8570
59	631817	9225	0.5631
60	415142	5542	0.3383
61	249407	3647	0.2226
62	164132	292	0.0178
63	13157	13157	0.8031
64	592082	2258	0.1378
65	101627	3323	0.2028
66	149552	2096	0.1279
67	94337	12417	0.7579
68	558782	1726	0.1054
69	77687	12151	0.7417
70	546812	6140	0.3748
71	276317	14173	0.8651
72	637802	15210	0.9284
73	684467	12723	0.7766
74	572552	15496	0.9459
75	697337	9209	0.5621
76	414422	4822	0.2943
77	217007	4015	0.2451
78	180692	468	0.0286
79	21077	4693	0.2865
80	211202	14594	0.8908
81	656747	1387	0.0847
82	62432	13280	0.8106
83	597617	7793	0.4757
84	350702	6638	0.4052
85	298727	3815	0.2329
86	171692	7852	0.4793
87	353357	9293	0.5672

88	418202	8602	0.5251
89	387107	10275	0.6272
90	462392	3640	0.2222
91	163817	16361	0.9987
92	736262	15366	0.9379
93	691487	3359	0.2050
94	151172	3716	0.2268
95	167237	3397	0.2073
96	152882	5426	0.3312
97	244187	14811	0.9040
98	666512	11152	0.6807
99	501857	10337	0.6310
100	465182	6430	0.3925
101	289367	10839	0.6616
102	487772	12636	0.7713
103	568637	11581	0.7069
104	521162	13258	0.8093
105	596627	6803	0.4152
106	306152	11240	0.6861
107	505817	14297	0.8727
108	643382	4406	0.2689
109	198287	1679	0.1025
110	75572	10036	0.6126
111	451637	9269	0.5658
112	417122	7522	0.4591
113	338507	10827	0.6609
114	487232	12096	0.7383
115	544337	3665	0.2237
116	164942	1102	0.0673
117	49607	455	0.0278
118	20492	4108	0.2507
119	184877	4653	0.2840
120	209402	12794	0.7809
121	575747	2307	0.1408
122	103832	5528	0.3374
123	248777	3017	0.1842
124	135782	4710	0.2875
125	211967	15359	0.9375
126	691172	3044	0.1858
127	136997	5925	0.3617
128	266642	4498	0.2746
129	202427	5819	0.3552
130	261872	16112	0.9835
131	725057	4161	0.2540

132	187262	7038	0.4296
133	316727	5431	0.3315
134	244412	15036	0.9178
135	676637	4893	0.2987
136	220202	7210	0.4401
137	324467	13171	0.8039
138	592712	2888	0.1763
139	129977	15289	0.9332
140	688022	16278	0.9936
141	732527	11631	0.7099
142	523412	15508	0.9466
143	697877	9749	0.5951
144	438722	12738	0.7775
145	573227	16171	0.9871
146	727712	6816	0.4160
147	306737	11825	0.7218
148	532142	7854	0.4794
149	353447	9383	0.5727
150	422252	12652	0.7723
151	569357	12301	0.7508
152	553562	12890	0.7868
153	580067	6627	0.4045
154	298232	3320	0.2026
155	149417	1961	0.1197
156	88262	6342	0.3871
157	285407	6879	0.4199
158	309572	14660	0.8948
159	659717	4357	0.2659
160	196082	15858	0.9680
161	713627	9115	0.5564
162	410192	592	0.0361
163	26657	10273	0.6271
164	462302	3550	0.2167
165	159767	12311	0.7514
166	554012	13340	0.8143
167	600317	10493	0.6405
168	472202	13450	0.8210
169	605267	15443	0.9426
170	694952	6824	0.4165
171	307097	12185	0.7438
172	548342	7670	0.4682
173	345167	1103	0.0673
174	49652	500	0.0305
175	22517	6133	0.3744

176	276002	13858	0.8459
177	623627	1035	0.0632
178	46592	13824	0.8438
179	622097	15889	0.9698
180	715022	10510	0.6415
181	472967	14215	0.8677
182	639692	716	0.0437
183	32237	15853	0.9676
184	713402	8890	0.5426
185	400067	6851	0.4182
186	308312	13400	0.8179
187	603017	13193	0.8053
188	593702	3878	0.2367
189	174527	10687	0.6523
190	480932	5796	0.3538
191	260837	15077	0.9203
192	678482	6738	0.4113
193	303227	8315	0.5075
194	374192	13744	0.8389
195	618497	12289	0.7501
196	553022	12350	0.7538
197	555767	15095	0.9214
198	679292	7548	0.4607
199	339677	11997	0.7323
200	539882	15594	0.9518
201	701747	13619	0.8313
202	612872	6664	0.4068
203	299897	4985	0.3043
204	224342	11350	0.6928
205	510767	2863	0.1748
206	128852	14164	0.8646
207	637397	14805	0.9037
208	666242	10882	0.6642
209	489707	14571	0.8894
210	655712	352	0.0215
211	15857	15857	0.9679
212	713582	9070	0.5536
213	408167	14951	0.9126
214	672812	1068	0.0652
215	48077	15309	0.9344
216	688922	794	0.0485
217	35747	2979	0.1818
218	134072	3000	0.1831
219	135017	3945	0.2408

220	177542	13702	0.8364
221	616607	10399	0.6347
222	467972	9220	0.5628
223	414917	5317	0.3245
224	239282	9906	0.6047
225	445787	3419	0.2087
226	153872	6416	0.3916
227	288737	10209	0.6231
228	459422	670	0.0409
229	30167	13783	0.8413
230	620252	14044	0.8572
231	631997	9405	0.5741
232	423242	13642	0.8327
233	613907	7699	0.4699
234	346472	2408	0.1470
235	108377	10073	0.6148
236	453302	10934	0.6674
237	492047	527	0.0322
238	23732	7348	0.4485
239	330677	2997	0.1829
240	134882	3810	0.2326
241	171467	7627	0.4655
242	343232	15552	0.9493
243	699857	11729	0.7159
244	527822	3534	0.2157
245	159047	11591	0.7075
246	521612	13708	0.8367
247	616877	10669	0.6512
248	480122	4986	0.3043
249	224387	11395	0.6955
250	512792	4888	0.2984
251	219977	6985	0.4264
252	314342	3046	0.1859
253	137087	6015	0.3671
254	270692	8548	0.5218
255	384677	7845	0.4789
256	353042	8978	0.5480
257	404027	10811	0.6599
258	486512	11376	0.6944
259	511937	4033	0.2462
260	181502	1278	0.0780
261	57527	8375	0.5112
262	376892	60	0.0037
263	2717	2717	0.1658

264	122282	7594	0.4635
265	341747	14067	0.8586
266	633032	10440	0.6372
267	469817	11065	0.6754
268	497942	6422	0.3920
269	289007	10479	0.6396
270	471572	12820	0.7825
271	576917	3477	0.2122
272	156482	9026	0.5509

SEGUNDA CORRIDA

Datos	
k	7
Xo	27
a	29
c	17
m	32768
m	32767

$$X_{i+1} = (aX_i + c) \bmod(m) \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$$

n	(aXi+c)	Xi	ri
1	800	800	0.0244
2	36017	3249	0.1983
3	146222	15150	0.9247
4	681767	10023	0.6118
5	451052	8684	0.5301
6	390797	13965	0.8524
7	628442	5850	0.3571
8	263267	1123	0.0685
9	50552	1400	0.0855
10	63017	13865	0.8463
11	623942	1350	0.0824
12	60767	11615	0.7090
13	522692	14788	0.9026
14	665477	10117	0.6175
15	455282	12914	0.7883
16	581147	7707	0.4704
17	346832	2768	0.1690

18	124577	9889	0.6036
19	445022	2654	0.1620
20	119447	4759	0.2905
21	214172	1180	0.0720
22	53117	3965	0.2420
23	178442	14602	0.8913
24	657107	1747	0.1066
25	78632	13096	0.7994
26	589337	15897	0.9703
27	715382	10870	0.6635
28	489167	14031	0.8564
29	631412	8820	0.5384
30	396917	3701	0.2259
31	166562	2722	0.1661
32	122507	7819	0.4773
33	351872	7808	0.4766
34	351377	7313	0.4464
35	329102	1422	0.0868
36	64007	14855	0.9067
37	668492	13132	0.8016
38	590957	1133	0.0692
39	51002	1850	0.1129
40	83267	1347	0.0822
41	60632	11480	0.7007
42	516617	8713	0.5318
43	392102	15270	0.9321
44	687167	15423	0.9414
45	694052	5924	0.3616
46	266597	4453	0.2718
47	200402	3794	0.2316
48	170747	6907	0.4216
49	310832	15920	0.9717
50	716417	11905	0.7267
51	535742	11454	0.6991
52	515447	7543	0.4604
53	339452	11772	0.7185
54	529757	5469	0.3338
55	246122	362	0.0221
56	16307	16307	0.9954
57	733832	12936	0.7896
58	582137	8697	0.5309
59	391382	14550	0.8881
60	654767	15791	0.9639
61	710612	6100	0.3723

62	274517	12373	0.7552
63	556802	16130	0.9846
64	725867	4971	0.3034
65	223712	10720	0.6543
66	482417	7281	0.4444
67	327662	16366	0.9990
68	736487	15591	0.9517
69	701612	13484	0.8230
70	606797	589	0.0360
71	26522	10138	0.6188
72	456227	13859	0.8459
73	623672	1080	0.0659
74	48617	15849	0.9674
75	713222	8710	0.5316
76	391967	15135	0.9238
77	681092	9348	0.5706
78	420677	11077	0.6761
79	498482	6962	0.4250
80	313307	2011	0.1227
81	90512	8592	0.5244
82	386657	9825	0.5997
83	442142	16158	0.9863
84	727127	6231	0.3803
85	280412	1884	0.1150
86	84797	2877	0.1756
87	129482	14794	0.9030
88	665747	10387	0.6340
89	467432	8680	0.5298
90	390617	13785	0.8414
91	620342	14134	0.8627
92	636047	13455	0.8213
93	605492	15668	0.9564
94	705077	565	0.0345
95	25442	9058	0.5529
96	407627	14411	0.8796
97	648512	9536	0.5821
98	429137	3153	0.1925
99	141902	10830	0.6611
100	487367	12231	0.7466
101	550412	9740	0.5945
102	438317	12333	0.7528
103	555002	14330	0.8747
104	644867	5891	0.3596
105	265112	2968	0.1812

106	133577	2505	0.1529
107	112742	14438	0.8813
108	649727	10751	0.6562
109	483812	8676	0.5296
110	390437	13605	0.8304
111	612242	6034	0.3683
112	271547	9403	0.5739
113	423152	13552	0.8272
114	609857	3649	0.2227
115	164222	382	0.0233
116	17207	823	0.0502
117	37052	4284	0.2615
118	192797	12573	0.7674
119	565802	8746	0.5338
120	393587	371	0.0226
121	16712	328	0.0200
122	14777	14777	0.9020
123	664982	9622	0.5873
124	433007	7023	0.4287
125	316052	4756	0.2903
126	214037	1045	0.0638
127	47042	14274	0.8713
128	642347	3371	0.2058
129	151712	4256	0.2598
130	191537	11313	0.6905
131	509102	1198	0.0731
132	53927	4775	0.2915
133	214892	1900	0.1160
134	85517	3597	0.2196
135	161882	14426	0.8805
136	649187	10211	0.6233
137	459512	760	0.0464
138	34217	1449	0.0884
139	65222	16070	0.9809
140	723167	2271	0.1386
141	102212	3908	0.2385
142	175877	12037	0.7347
143	541682	1010	0.0616
144	45467	12699	0.7751
145	571472	14416	0.8799
146	648737	9761	0.5958
147	439262	13278	0.8105
148	597527	7703	0.4702
149	346652	2588	0.1580

150	116477	1789	0.1092
151	80522	14986	0.9147
152	674387	2643	0.1613
153	118952	4264	0.2603
154	191897	11673	0.7125
155	525302	1014	0.0619
156	45647	12879	0.7861
157	579572	6132	0.3743
158	275957	13813	0.8431
159	621602	15394	0.9396
160	692747	4619	0.2819
161	207872	11264	0.6875
162	506897	15377	0.9386
163	691982	3854	0.2352
164	173447	9607	0.5864
165	432332	6348	0.3875
166	285677	7149	0.4364
167	321722	10426	0.6364
168	469187	10435	0.6369
169	469592	10840	0.6617
170	487817	12681	0.7740
171	570662	13606	0.8305
172	612287	6079	0.3711
173	273572	11428	0.6976
174	514277	6373	0.3890
175	286802	8274	0.5050
176	372347	11899	0.7263
177	535472	11184	0.6827
178	503297	11777	0.7189
179	529982	5694	0.3476
180	256247	10487	0.6401
181	471932	13180	0.8045
182	593117	3293	0.2010
183	148202	746	0.0455
184	33587	819	0.0500
185	36872	4104	0.2505
186	184697	4473	0.2730
187	201302	4694	0.2865
188	211247	14639	0.8935
189	658772	3412	0.2083
190	153557	6101	0.3724
191	274562	12418	0.7580
192	558827	1771	0.1081
193	79712	14176	0.8653

194	637937	15345	0.9366
195	690542	2414	0.1473
196	108647	10343	0.6313
197	465452	6700	0.4090
198	301517	6605	0.4032
199	297242	2330	0.1422
200	104867	6563	0.4006
201	295352	440	0.0269
202	19817	3433	0.2095
203	154502	7046	0.4301
204	317087	5791	0.3535
205	260612	14852	0.9065
206	668357	12997	0.7933
207	584882	11442	0.6984
208	514907	7003	0.4275
209	315152	3856	0.2354
210	173537	9697	0.5919
211	436382	10398	0.6347
212	467927	9175	0.5600
213	412892	3292	0.2009
214	148157	701	0.0428
215	31562	15178	0.9264
216	683027	11283	0.6887
217	507752	16232	0.9908
218	730457	9561	0.5836
219	430262	4278	0.2611
220	192527	12303	0.7510
221	553652	12980	0.7923
222	584117	10677	0.6517
223	480482	5346	0.3263
224	240587	11211	0.6843
225	504512	12992	0.7930
226	584657	11217	0.6847
227	504782	13262	0.8095
228	596807	6983	0.4262
229	314252	2956	0.1804
230	133037	1965	0.1199
231	88442	6522	0.3981
232	293507	14979	0.9143
233	674072	2328	0.1421
234	104777	6473	0.3951
235	291302	12774	0.7797
236	574847	1407	0.0859
237	63332	14180	0.8655

238	638117	15525	0.9476
239	698642	10514	0.6418
240	473147	14395	0.8787
241	647792	8816	0.5381
242	396737	3521	0.2149
243	158462	11006	0.6718
244	495287	3767	0.2299
245	169532	5692	0.3474
246	256157	10397	0.6346
247	467882	9130	0.5573
248	410867	1267	0.0773
249	57032	7880	0.4810
250	354617	10553	0.6441
251	474902	16150	0.9858
252	726767	5871	0.3584
253	264212	2068	0.1262
254	93077	11157	0.6810
255	502082	10562	0.6447
256	475307	171	0.0104
257	7712	7712	0.4707
258	347057	2993	0.1827
259	134702	3630	0.2216
260	163367	15911	0.9712
261	716012	11500	0.7019
262	517517	9613	0.5868
263	432602	6618	0.4040
264	297827	2915	0.1779
265	131192	120	0.0073
266	5417	5417	0.3306
267	243782	14406	0.8793
268	648287	9311	0.5683
269	419012	9412	0.5745
270	423557	13957	0.8519
271	628082	5490	0.3351
272	247067	1307	0.0798

TERCERA CORRIDA

Datos	
k	5
Xo	23
a	21

c	17		
m	65536	m	65535

$$X_{i+1} = (aX_i + c) \bmod(m) \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$$

n	(aXi+c)	Xi	ri
1	500	500	0.0076
2	22517	6133	0.3744
3	276002	13858	0.8459
4	623627	1035	0.0632
5	46592	13824	0.8438
6	622097	15889	0.9698
7	715022	10510	0.6415
8	472967	14215	0.8677
9	639692	716	0.0437
10	32237	15853	0.9676
11	713402	8890	0.5426
12	400067	6851	0.4182
13	308312	13400	0.8179
14	603017	13193	0.8053
15	593702	3878	0.2367
16	174527	10687	0.6523
17	480932	5796	0.3538
18	260837	15077	0.9203
19	678482	6738	0.4113
20	303227	8315	0.5075
21	374192	13744	0.8389
22	618497	12289	0.7501
23	553022	12350	0.7538
24	555767	15095	0.9214
25	679292	7548	0.4607
26	339677	11997	0.7323
27	539882	15594	0.9518
28	701747	13619	0.8313
29	612872	6664	0.4068
30	299897	4985	0.3043
31	224342	11350	0.6928
32	510767	2863	0.1748
33	128852	14164	0.8646
34	637397	14805	0.9037
35	666242	10882	0.6642
36	489707	14571	0.8894
37	655712	352	0.0215
38	15857	15857	0.9679

n	PROMEDIO (ri)
1	0.0275
2	0.2817
3	0.6775
4	0.4854
5	0.5086
6	0.8847
7	0.4767
8	0.4510
9	0.2928
10	0.8431
11	0.2720
12	0.5741
13	0.8336
14	0.5111
15	0.6676
16	0.3756
17	0.2350
18	0.5763
19	0.2676
20	0.3763
21	0.6013
22	0.3928
23	0.6762
24	0.4304
25	0.7033
26	0.6481
27	0.8310
28	0.7255
29	0.6451
30	0.3630
31	0.3359
32	0.4488
33	0.5309
34	0.5584
35	0.4620
36	0.7881
37	0.4649
38	0.5885

39	713582	9070	0.5536
40	408167	14951	0.9126
41	672812	1068	0.0652
42	48077	15309	0.9344
43	688922	794	0.0485
44	35747	2979	0.1818
45	134072	3000	0.1831
46	135017	3945	0.2408
47	177542	13702	0.8364
48	616607	10399	0.6347
49	467972	9220	0.5628
50	414917	5317	0.3245
51	239282	9906	0.6047
52	445787	3419	0.2087
53	153872	6416	0.3916
54	288737	10209	0.6231
55	459422	670	0.0409
56	30167	13783	0.8413
57	620252	14044	0.8572
58	631997	9405	0.5741
59	423242	13642	0.8327
60	613907	7699	0.4699
61	346472	2408	0.1470
62	108377	10073	0.6148
63	453302	10934	0.6674
64	492047	527	0.0322
65	23732	7348	0.4485
66	330677	2997	0.1829
67	134882	3810	0.2326
68	171467	7627	0.4655
69	343232	15552	0.9493
70	699857	11729	0.7159
71	527822	3534	0.2157
72	159047	11591	0.7075
73	521612	13708	0.8367
74	616877	10669	0.6512
75	480122	4986	0.3043
76	224387	11395	0.6955
77	512792	4888	0.2984
78	219977	6985	0.4264
79	314342	3046	0.1859
80	137087	6015	0.3671
81	270692	8548	0.5218
82	384677	7845	0.4789

39	0.4799
40	0.5974
41	0.5513
42	0.8073
43	0.3274
44	0.3976
45	0.2275
46	0.2357
47	0.6084
48	0.3762
49	0.5977
50	0.5614
51	0.5938
52	0.3874
53	0.4327
54	0.4716
55	0.2211
56	0.6186
57	0.8368
58	0.6540
59	0.7613
60	0.5907
61	0.2473
62	0.4626
63	0.8183
64	0.1578
65	0.4352
66	0.2518
67	0.6631
68	0.5075
69	0.8380
70	0.3756
71	0.5665
72	0.8273
73	0.5597
74	0.8548
75	0.4660
76	0.6379
77	0.3713
78	0.3770
79	0.2991
80	0.4602
81	0.3770
82	0.6297

83	353042	8978	0.5480
84	404027	10811	0.6599
85	486512	11376	0.6944
86	511937	4033	0.2462
87	181502	1278	0.0780
88	57527	8375	0.5112
89	376892	60	0.0037
90	2717	2717	0.1658
91	122282	7594	0.4635
92	341747	14067	0.8586
93	633032	10440	0.6372
94	469817	11065	0.6754
95	497942	6422	0.3920
96	289007	10479	0.6396
97	471572	12820	0.7825
98	576917	3477	0.2122
99	156482	9026	0.5509
100	406187	12971	0.7917
101	583712	10272	0.6270
102	462257	3505	0.2139
103	157742	10286	0.6278
104	462887	4135	0.2524
105	186092	5868	0.3582
106	264077	1933	0.1180
107	87002	5082	0.3102
108	228707	15715	0.9592
109	707192	2680	0.1636
110	120617	5929	0.3619
111	266822	4678	0.2855
112	210527	13919	0.8496
113	626372	3780	0.2307
114	170117	6277	0.3831
115	282482	3954	0.2413
116	177947	14107	0.8611
117	634832	12240	0.7471
118	550817	10145	0.6192
119	456542	14174	0.8652
120	637847	15255	0.9311
121	686492	14748	0.9002
122	663677	8317	0.5077
123	374282	13834	0.8444
124	622547	16339	0.9973
125	735272	14376	0.8775
126	646937	7961	0.4859

83	0.6700
84	0.4818
85	0.3474
86	0.3004
87	0.5161
88	0.5568
89	0.3869
90	0.4098
91	0.7750
92	0.8726
93	0.5995
94	0.3122
95	0.3841
96	0.6168
97	0.7562
98	0.3618
99	0.6143
100	0.6436
101	0.6277
102	0.5793
103	0.7365
104	0.4737
105	0.3182
106	0.3190
107	0.6881
108	0.6281
109	0.2652
110	0.6016
111	0.4065
112	0.6276
113	0.5729
114	0.4481
115	0.1628
116	0.3262
117	0.3455
118	0.5458
119	0.5610
120	0.5782
121	0.3537
122	0.5824
123	0.5386
124	0.5712
125	0.7018
126	0.2452

127	358262	14198	0.8666
128	638927	16335	0.9971
129	735092	14196	0.8665
130	638837	16245	0.9916
131	731042	10146	0.6193
132	456587	14219	0.8679
133	639872	896	0.0547
134	40337	7569	0.4620
135	340622	12942	0.7900
136	582407	8967	0.5473
137	403532	10316	0.6297
138	464237	5485	0.3348
139	246842	1082	0.0660
140	48707	15939	0.9729
141	717272	12760	0.7789
142	574217	777	0.0474
143	34982	2214	0.1351
144	99647	1343	0.0820
145	60452	11300	0.6897
146	508517	613	0.0374
147	27602	11218	0.6847
148	504827	13307	0.8122
149	598832	9008	0.5498
150	405377	12161	0.7423
151	547262	6590	0.4022
152	296567	1655	0.1010
153	74492	8956	0.5467
154	403037	9821	0.5995
155	441962	15978	0.9753
156	719027	14515	0.8860
157	653192	14216	0.8677
158	639737	761	0.0465
159	34262	1494	0.0912
160	67247	1711	0.1044
161	77012	11476	0.7005
162	516437	8533	0.5208
163	384002	7170	0.4376
164	322667	11371	0.6941
165	511712	3808	0.2324
166	171377	7537	0.4601
167	339182	11502	0.7021
168	517607	9703	0.5923
169	436652	10668	0.6512
170	480077	4941	0.3016

127	0.6999
128	0.4925
129	0.4938
130	0.8885
131	0.3155
132	0.5297
133	0.1674
134	0.5331
135	0.6564
136	0.5369
137	0.4933
138	0.1998
139	0.6601
140	0.7017
141	0.5758
142	0.5762
143	0.2640
144	0.5449
145	0.8522
146	0.3498
147	0.7390
148	0.5873
149	0.4268
150	0.5413
151	0.6893
152	0.3497
153	0.4038
154	0.5049
155	0.3856
156	0.6864
157	0.5540
158	0.5948
159	0.4323
160	0.4514
161	0.6481
162	0.4985
163	0.4333
164	0.4991
165	0.4571
166	0.5702
167	0.6596
168	0.6834
169	0.7518
170	0.4974

171	222362	9370	0.5719
172	421667	12067	0.7366
173	543032	2360	0.1441
174	106217	7913	0.4830
175	356102	12038	0.7348
176	541727	1055	0.0644
177	47492	14724	0.8987
178	662597	7237	0.4417
179	325682	14386	0.8781
180	647387	8411	0.5134
181	378512	1680	0.1025
182	75617	10081	0.6153
183	453662	11294	0.6894
184	508247	343	0.0209
185	15452	15452	0.9432
186	695357	7229	0.4413
187	325322	14026	0.8561
188	631187	8595	0.5246
189	386792	9960	0.6079
190	448217	5849	0.3570
191	263222	1078	0.0658
192	48527	15759	0.9619
193	709172	4660	0.2844
194	209717	13109	0.8002
195	589922	98	0.0060
196	4427	4427	0.2702
197	199232	2624	0.1602
198	118097	3409	0.2081
199	153422	5966	0.3642
200	268487	6343	0.3872
201	285452	6924	0.4226
202	311597	301	0.0184
203	13562	13562	0.8278
204	610307	4099	0.2502
205	184472	4248	0.2593
206	191177	10953	0.6686
207	492902	1382	0.0844
208	62207	13055	0.7969
209	587492	14052	0.8577
210	632357	9765	0.5960
211	439442	13458	0.8215
212	605627	15803	0.9646
213	711152	6640	0.4053
214	298817	3905	0.2384

171	0.7154
172	0.5253
173	0.3030
174	0.3008
175	0.5381
176	0.5455
177	0.5482
178	0.6681
179	0.7318
180	0.5983
181	0.5916
182	0.2867
183	0.5675
184	0.2045
185	0.5373
186	0.5107
187	0.6493
188	0.5516
189	0.4895
190	0.3611
191	0.5814
192	0.4938
193	0.5524
194	0.8586
195	0.3011
196	0.5518
197	0.4968
198	0.3573
199	0.4129
200	0.5799
201	0.4269
202	0.2116
203	0.5207
204	0.4322
205	0.4469
206	0.7755
207	0.5621
208	0.6295
209	0.6608
210	0.4031
211	0.8080
212	0.6928
213	0.5063
214	0.1154

215	175742	11902	0.7265
216	535607	11319	0.6909
217	509372	1468	0.0896
218	66077	541	0.0330
219	24362	7978	0.4870
220	359027	14963	0.9133
221	673352	1608	0.0982
222	72377	6841	0.4176
223	307862	12950	0.7905
224	582767	9327	0.5693
225	419732	10132	0.6184
226	455957	13589	0.8295
227	611522	5314	0.3244
228	239147	9771	0.5964
229	439712	13728	0.8379
230	617777	11569	0.7062
231	520622	12718	0.7763
232	572327	15271	0.9321
233	687212	15468	0.9441
234	696077	7949	0.4852
235	357722	13658	0.8337
236	614627	8419	0.5139
237	378872	2040	0.1245
238	91817	9897	0.6041
239	445382	3014	0.1840
240	135647	4575	0.2793
241	205892	9284	0.5667
242	417797	8197	0.5003
243	368882	8434	0.5148
244	379547	2715	0.1657
245	122192	7504	0.4580
246	337697	10017	0.6114
247	450782	8414	0.5136
248	378647	1815	0.1108
249	81692	16156	0.9861
250	727037	6141	0.3748
251	276362	14218	0.8679
252	639827	851	0.0519
253	38312	5544	0.3384
254	249497	3737	0.2281
255	168182	4342	0.2650
256	195407	15183	0.9268
257	683252	11508	0.7024
258	517877	9973	0.6087

215	0.8625
216	0.4760
217	0.4207
218	0.2666
219	0.3296
220	0.8335
221	0.5084
222	0.5440
223	0.4804
224	0.6194
225	0.5401
226	0.6353
227	0.5857
228	0.3545
229	0.6199
230	0.5611
231	0.5828
232	0.8930
233	0.5187
234	0.3424
235	0.7427
236	0.4224
237	0.3407
238	0.6667
239	0.3362
240	0.4635
241	0.5234
242	0.5548
243	0.6342
244	0.2038
245	0.5043
246	0.6943
247	0.5740
248	0.1642
249	0.7209
250	0.4391
251	0.7600
252	0.1987
253	0.2773
254	0.4770
255	0.4629
256	0.4951
257	0.6110
258	0.4953

259	448802	6434	0.3927
260	289547	11019	0.6726
261	495872	4352	0.2656
262	195857	15633	0.9542
263	703502	15374	0.9384
264	691847	3719	0.2270
265	167372	3532	0.2156
266	158957	11501	0.7020
267	517562	9658	0.5895
268	434627	8643	0.5276
269	388952	12120	0.7398
270	545417	4745	0.2896
271	213542	550	0.0336
272	24767	8383	0.5117

259	0.2868
260	0.5739
261	0.4929
262	0.5149
263	0.5027
264	0.2895
265	0.3605
266	0.5566
267	0.7147
268	0.4960
269	0.6513
270	0.6414
271	0.1936
272	0.3808