

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ciencias y Sistemas**  
**Modelación y Simulación 1 – A**  
**Ing. Cesar Augusto Fernández Cáceres**  
**Aux. Dyllan José Rodrigo García Mejía**  
**2S2024**



# Práctica #1

## Caso Monster GT



**Guatemala, agosto 2024**



## OBJETIVOS

### I. General

- Que el estudiante analice, determine y mejore el comportamiento de los sistemas de procesos reales al crear modelos que se adapten a estos, utilizando su conocimiento en el uso de herramientas de simulación.

### II. Específicos

- Que el estudiante comprenda el funcionamiento de sistemas reales mediante análisis de un sistema de abastecimiento de combustible y limpieza de vehículos.
- Que el estudiante amplie su conocimiento sobre el software de simulación Simio al realizar un modelo que se asemeje a un sistema real.
- Que el estudiante analice los resultados obtenidos y que, por medio de sus conocimientos de estadística y probabilidades, sepa tomar decisiones para mejorar el funcionamiento del sistema.

## DESCRIPCIÓN GENERAL

Monster GT es una empresa dedicada al abastecimiento de combustible para cualquier tipo de vehículo terrestre. Dicha empresa busca que se analice todo su sistema para poder mejorar procesos deficientes, para que con eso puedan mejorar sus ganancias y dar un mejor servicio a sus clientes. Es por esto que se le ha contratado a usted y su equipo para modelar y simular por completo su sistema.

### Funcionamiento actual

La empresa en cuestión cuenta con 6 estaciones de servicio, cada estación con una bomba de gas, las cuales distribuyen tres tipos de combustible para los vehículos: Diesel, Regular y Super. Todo esto en cada una de sus sucursales. Se sabe por estadísticas, que el 25% de todos los vehículos que llegan a las instalaciones poseen un motor Diesel. Mientras que, del resto de vehículos, se



considera que un 48% utiliza gasolina Regular y un 52% utiliza gasolina Super.

La empresa funciona en un horario de 4:00 a.m. a 10:00 p.m., de lunes a domingo.

## **1. LLEGADA DE VEHÍCULOS**

Por estudios previos, se ha notado que el comportamiento de llegada de los vehículos a las instalaciones se da uno a la vez, y que se ven distribuidos exponencialmente con una media de 10 minutos.

Hace unos meses, en una sucursal, se ha implementado un sistema de limpieza de vehículos, y se ha notado que cuando un vehículo llega a las instalaciones, tiene una probabilidad del 75% de llegar a comprar combustible, mientras que el resto va al servicio de limpieza.

De todos los clientes terminan de abastecerse de combustible, hay un 40% que decide pasar al servicio de limpieza, mientras que los demás, se retiran. Y de todos los clientes del servicio de limpieza salen, hay un 33% que decide pasar a comprar combustible, los demás se retiran.

## **2. ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE**

Cuando un cliente llega a abastecerse de combustible para su vehículo, debe dirigirse a una estación que se encuentre disponible, sin embargo, hay un 30% de los clientes que prefieren esperar las estaciones con servicio completo. mientras que el resto pasa a las estaciones con autoservicio. Las estaciones se encuentran en pares y ubicadas a distancias de 3, 6 y 9 metros de la entrada. Las dos estaciones más cercanas, que son las de servicio completo, cuentan con un empleado cada una, quien es encargado de servir combustible, además de verificar la cantidad de agua, la cantidad o estado del aceite del motor o de la caja, la presión de los neumáticos, etcétera.

Aunque todas las bombas de gas distribuyen el combustible con el mismo caudal, sin importar el tipo. la diferencia en el tiempo de servicio recae en la cantidad de combustible que se le suministra a cada vehículo. Es por esto que los tiempos utilizados y el ingreso generado por tipo de gasolina, se da de la siguiente manera:



Tiempo (min)	Probabilidad (%)	Diesel (\$)	Regular (\$)	Super (\$)
5	7	6.75	6.52	8.99
9	12	8.44	9.95	11.34
12	18	11.91	12.75	15.76
15	28	14.11	14.03	18.52
17	17	15.9	15.03	14.52
20	15	17.9	18.25	16.77
22	9	13.89	18.47	22.02

Aunque también se ha notado que en las estaciones de servicio completo se tiende a aumentar entre 2 y 5 minutos al tiempo, por los servicios extras que ofrecen los empleados, pero sin aumentar los ingresos para la empresa.

### 3. SISTEMA DE DEEP CLEAN

Deep Clean es parte de Monster GT y es una sub-empresa dedicada a la limpieza de vehículos. Esta atiende mientras Monster GT se encuentre en operación, su estructura y funcionamiento actual se describe a continuación.

#### 3.1 RECEPCIÓN

Al llegar el cliente pasa conduciendo su vehículo a través de la puerta de entrada a la estación de recepción, en donde estará situada una ventanilla en la que el piloto podrá solicitar información acerca del servicio para la limpieza de su vehículo, posterior a esto se procederá a llenar una ficha informativa con los datos básicos del vehículo, propietario y también la hora de llegada de este a las instalaciones, para tener un mejor control. Dicha ficha la deberá presentar el piloto en el área de pagos al finalizar la limpieza de su automóvil.

Se ha determinado que un 2% de los vehículos que ingresan a la estación de recepción solicitando información se marchan de las instalaciones ya que el servicio proporcionado no es lo que ellos esperaban.



Se conoce que el tiempo necesario para solicitar información y llenar la ficha informativa está distribuido en un rango de entre 5 y 9 minutos, pero se sabe que frecuentemente son 7 minutos. Todo este proceso el cliente no se baja de su vehículo, sino que realiza todo a través de la ventanilla de recepción.

### **3.2 TÚNELES DE LIMPIEZA**

Una vez realizado el proceso anterior, el cliente conduce su vehículo hasta uno de los dos túneles de limpieza disponibles. Los túneles de limpieza son áreas específicas en donde se realiza el lavado, secado, la inspección del lavado y secado y el encerado al vehículo.

Según estudios previos se sabe que el tiempo que le toma a un vehículo llegar desde la estación de recepción a cualquiera de los dos túneles de limpieza es de 12 segundos. Actualmente el funcionamiento de los dos túneles de limpieza posee el mismo comportamiento. Y también se sabe que cada uno funciona de manera independiente. De aquí en adelante, estos dos túneles de limpieza se mencionan como Túnel 1 y Túnel 2.

Del total de clientes que pasan por la estación de recepción, un 42% se dirige al Túnel 1, mientras que el resto se dirige al Túnel 2, por simple preferencia de ubicación.

Las operaciones realizadas en los túneles de limpieza se realizan de manera consecutiva. A continuación, se explica cada una de estas operaciones.

#### **3.2.1. LAVADO**

Cuando un vehículo ingresa a un túnel, se encuentra inmediatamente el área de lavado, en donde lo primero que se hace es aplicar abundante agua al mismo. Luego, se le aplica por partes un jabón suave que contiene una baja concentración de desengrasante y con esto proceder a enjuagar por medio de los rodillos automáticos, una ventaja de los rodillos es que están calibrados y al poseer sensores evitan que se haga demasiada presión sobre el vehículo. Es importante no dejar mucho tiempo el jabón porque puede dañar la pintura del vehículo. Por lo tanto, se aplica e inmediatamente se remueve con abundante agua. Todo este conjunto de actividades se ha evidenciado que se realizan en un tiempo medio de 8 minutos, con una desviación estándar de 1.5 minutos.



### 3.2.2. SECADO

Justamente al terminar la operación de lavado, se realiza una operación de secado, la cual no se puede ignorar ya que es tan importante como la anterior, para obtener un buen resultado final. El proceso de secado se considera ideal, pues se realiza mediante una corriente de aire a una gran velocidad que no genera ningún rozamiento peligroso con la pintura. La importancia de un buen secado recae en que, aunque con el lavado podemos eliminar restos de barro, tierra, polvo o cualquier otro desecho, si no se realiza un buen secado, se arriesga a que queden las marcas de los cepillos utilizados o las mismas gotas de agua, que posteriormente podrían crear un efecto antiestético sobre la pintura del vehículo.

Se conoce que el tiempo requerido para realizar esta operación se distribuye triangularmente en el rango de 3 y 6 minutos, pero casi siempre es 4 minutos.

### 3.2.3. INSPECCIÓN

pesar de que las operaciones de lavado y secado son realizadas de manera automática por máquinas que se mantienen bien calibradas, siempre se desea dar el mejor servicio posible a todos los clientes. Es por esto que después de realizadas dichas operaciones, se procede a dar una inspección de estas para verificar que haya sido eliminado todo resto de barro, tierra, polvo o cualquier otro residuo y también que el secado del automóvil no haya dejado marcas de gotas de agua, jabón, los cepillos utilizados o cualquier otro objeto que haya tenido contacto con la superficie del vehículo durante el proceso. Este chequeo se realiza por un operario de la empresa en conjunto con el propietario del vehículo, así ambos determinan si los procesos de lavado y secado del vehículo cumplen las expectativas del cliente.

Este proceso de inspección se realiza con el fin de que los clientes puedan sentirse satisfechos del trabajo realizado, para que en un futuro decidan confiar nuevamente en la empresa para la limpieza de su vehículo.

Históricamente, se ha observado que en esta operación un 3% de los clientes se llegan a encontrar insatisfechos con el servicio recibido, por lo que el operario encargado de esta operación les autoriza y da indicaciones para que puedan volver a la cola principal del túnel en cuestión, para poder repetir las operaciones de lavado y secado del vehículo. Se conoce que el tiempo requerido para realizar la inspección puede ser 3 minutos con una probabilidad de 35%, 4 minutos con una probabilidad de 25% y 6 minutos con una probabilidad de 40%.



### 3.2.4. ENCERADO

Cuando el cliente está satisfecho con el servicio recibido en las operaciones anteriores, se dirige al área de encerado, lo cual le toma 5 segundos. Este es el proceso final dentro de los túneles de limpieza para el automóvil, aquí se utilizan diversos productos específicos en función del acabado final que desee el cliente. Para esta operación se debe rociar en la totalidad del vehículo y aplicar unos tiempos de actuación y pulido con los cepillos automáticos que posee el sistema. Actualmente las características de pulido que se ofrecen son abrillantado, hidrofugante, protector solar y reparación de micro-arañazos.

Independientemente del tipo de pulido solicite el cliente, se ha notado que el tiempo utilizado para realizar el proceso en conjunto se encuentra distribuido aleatoriamente entre 5 y 9 minutos.

### 3.3 OPERARIOS Y MÁQUINAS

Cada túnel de lavado está conformado por un operario y tres máquinas de operación, a las cuales llamaremos Máquina 1, Máquina 2 y Máquina 3. La Máquina 1 se encarga de realizar la operación de lavado, seguidamente, la Máquina 2 se dedica al secado del vehículo. El operario del túnel se encarga, junto con el propietario del vehículo, de realizar la inspección de lavado y secado del vehículo. Por último, el proceso de encerado es realizado por la Máquina 3. En ambos túneles de limpieza, estos procesos tienen ciertas condiciones especiales, las cuales se detallan a continuación:

1. En la entrada del túnel, se forma una cola única para pasar al proceso de lavado realizado por la Máquina 1. Hasta que no haya terminado el proceso, no podrá pasar el siguiente vehículo.
2. Justo después, los vehículos pasan al proceso de secado. La Máquina 2 sólo tiene capacidad para atender a un vehículo a la vez.
3. Cuando termina la operación de secado, cada vehículo debe recorrer 3 metros hacia el área de inspección. Al llegar a esta área los vehículos deben realizar una nueva cola de espera para ser atendidos. El operario de esta área atiende únicamente un vehículo a la vez.
4. Si el cliente se encuentra insatisfecho, debe recorrer 20 metros para regresar a la cola realizada en la entrada del túnel.
5. El ancho del túnel no permite que los vehículos se puedan rebasar en ningún momento.



### 3.4 OFICINA DE PAGO

Cuando finaliza la operación de encerado, el vehículo abandona el túnel de limpieza y se dirige a un parqueo común para ambos túneles, donde el conductor deja el vehículo estacionado para luego ir a la oficina de pago. Los tiempos empleados para ir desde cualquiera de los túneles al parqueo, estacionarse y posteriormente dirigirse a una ventanilla de pago, no se toman en cuenta para comprender el comportamiento del resto del sistema.

La oficina de pago posee tres ventanillas. En la ventanilla el cliente deberá entregar la ficha recibida en el área de recepción y realizar el pago correspondiente por el servicio recibido. En la oficina se forma una cola única antes de llegar a las ventanillas, las cuales atienden a un cliente a la vez. El tiempo usado, por cualquiera de los empleados, para atender a un cliente está dado por la distribución de Poisson con una media de 6 minutos. Cuando el cliente realiza el pago, se le entrega un ticket para poder salir del parqueo. Una vez finalizada esta operación, el cliente regresa al parqueo y abandona las instalaciones. El precio por el servicio de limpieza de un vehículo es de \$10.

### 4. COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA Y PAGO DE TRABAJADORES

Como ya se mencionó anteriormente, para realizar las distintas operaciones se tienen máquinas y empleados que ayudan a que se realice de la mejor manera el servicio completo de limpieza de los vehículos y el pago en el área de la oficina.

A continuación, se detallan los costos por hora para mantener la maquinaria en operación y los pagos, también por hora, que se realizan a los distintos empleados:

Actividad	Monto (\$)
Costo de operación por bomba de gas	4.5
Costo de operación por máquina	8.5
Pago del empleado de la estación de servicio completo	6





Pago del operario de túnel	5.5
Pago de los trabajadores de ventanillas	5

Se le solicita mostrar los costos y gastos contra ingresos en tiempo real en una gráfica de pastel (Pie Chart).

## OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

Posterior a obtener los resultados de la simulación del sistema, deberá generar un nuevo modelo, optimizando los procesos que crea convenientes, con el fin de aumentar las ganancias obtenidas. Considere el pago a los trabajadores y los costos de operación de la maquinaria.

Cada cambio que realice en el sistema deberá ser justificado y documentado. Cambios en el sistema sin justificación se considerarán como copias.

## DOCUMENTACIÓN

El estudiante deberá realizar un documento con los siguientes elementos:

- Diseño del sistema actual (Modelo1) explicado brevemente.
- Justificación de las distribuciones seleccionadas en cada operación donde sea necesario. Distribución sin justificación se considerará errónea.
- Resultados del Modelo1 (porcentaje de utilización de los servidores, clientes atendidos, clientes insatisfechos, ingresos, costos, gastos, ganancias, etcétera), deberá realizar una conclusión de estos. Resultados sin conclusión no se tomarán en cuenta.
- Diseño del sistema optimizado (Modelo2) con justificación de cambios.
- Resultados del Modelo2, igualmente, deberá realizar una conclusión de estos. Resultados sin conclusión no se tomarán en cuenta

## ENTREGABLES

Se deben entregar en UEDi el **link de un repositorio de GitHub de su grupo correspondiente** en donde se requiere un manejo de versiones incrementales en donde especifiquen los cambios realizados en los commits. El repositorio debe tener el formato **MyS1\_Grupo#** y contener los siguientes archivos:



- Documentación en formato Markdown.
- Modelo actual del sistema en Simio, con el formato **[MyS1]Modelo1\_G#.spfx**
- Modelo del sistema optimizado en Simio, con el formato **[MyS1]ModeloOptimizado\_G#.spfx**

Agregar al auxiliar al repositorio de GitHub: **dyllanRodrigo**

## RESTRICCIONES Y CONSIDERACIONES

- La práctica debe realizarse por los grupos formados en el laboratorio.
- Se debe utilizar el software de simulación Simio.
- Se deberá simular un día de trabajo.
- Se deberá mostrar el factor de utilización de los servidores de cada área (gasolinera y servicio de limpieza) en una gráfica de líneas.
- Se debe modificar el color de la entidad, dependiendo de la estación en la que se encuentre.
- No se deben utilizar vehículos.
- Se tomará en cuenta la estética.
- Es obligatorio entregar documentación.
- Se debe entregar vía UEDI. Si la plataforma presenta problemas, la entrega se realizará mediante el Classroom del laboratorio.
- No se aceptarán entregas tarde a menos que exista causa justificada.
- La fecha límite para realizar la entrega es el **04 de septiembre de 2024 a más tardar a las 23:59**.
- Las copias totales o parciales tendrán nota de 0 puntos y serán reportadas a la Escuela de Ciencias y Sistemas.
- Se realizarán preguntas y/o modificaciones sobre el modelo entregado durante la calificación, con el fin de validar que todos los estudiantes hayan contribuido a la realización de la práctica.
- La nota obtenida puede ser modificada en dado caso el ingeniero de la sección solicite revisión de la entrega.

## APROBACIÓN

