

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
MODELACION Y SIMULACION 1  
ING. GERARDO DANIEL VEGA ROSALES  
AUX. EDDY FERNANDO DÍAZ GALINDO



## PROYECTO 1

GUATEMALA, 18 DE JUNIO DE 2025  
ESCUELA DE VACACIONES

## **OBJETIVOS**

### **General**

Modelar y simular el proceso logístico de importación, transporte, almacenamiento y empaque de arroz en Guatemala utilizando Simio Simulation, con el fin de analizar el comportamiento del sistema, evaluar su eficiencia y proponer mejoras operativas.

### **Específicos**

- Representar el flujo de llegada de embarcaciones al puerto, el proceso de descarga y la posterior asignación de graneleras para el transporte terrestre hacia la planta de procesamiento.
- Simular la conversión del arroz sólido a flujo continuo mediante tuberías, considerando la capacidad del silo, sus restricciones operativas y la distribución hacia distintas líneas de empaque.
- Evaluar el rendimiento de los recursos involucrados (vehículos, trabajadores, servidores) y calcular las ganancias generadas por cada tipo de presentación, apoyándose en gráficas e indicadores obtenidos del modelo.

## **DESCRIPCIÓN**

La creciente demanda de arroz en Guatemala ha llevado a una empresa a optimizar su proceso logístico de importación y distribución. El proceso inicia con la llegada periódica de embarcaciones provenientes de Estados Unidos al puerto principal del país. Una vez descargado, el arroz debe ser trasladado mediante vehículos de transporte terrestre hasta las instalaciones de procesamiento y almacenamiento de la empresa.

Su tarea consiste en modelar este proceso utilizando Simio Simulation, incorporando la librería Flow Library para representar de forma eficiente el flujo continuo de material (arroz) desde los buques hasta el almacén. Además, deberán emplear la librería Estándar de Simio para gestionar la lógica discreta del sistema, incluyendo la asignación de recursos, programación de vehículos y procesamiento de entidades.

### **Funcionamiento:**

#### **Importación de Arroz:**

La empresa guatemalteca Granos del Sur, dedicada a la importación y distribución de arroz, está en proceso de modernizar su cadena logística mediante la implementación de tecnologías de simulación. Como parte de este esfuerzo, ha decidido modelar el proceso de recepción de embarcaciones provenientes de México para evaluar la eficiencia del puerto y planificar mejoras operativas. Para ello, se ha almacenado en una base de datos MySQL una tabla con las llegadas programadas de los buques, incluyendo la hora de salida, la cantidad de toneladas transportadas y el tiempo estimado de descarga. Esta tabla deberá ser importada desde MySQL a Simio, y servirá como base para simular el ingreso de cada embarcación al sistema. Cada salida debe representarse mediante un punto de entrada que use la hora indicada (hora\_salida), y la descarga se simulará como un proceso cuya duración está dada por el valor de tiempo\_descarga\_horas. Con esta simulación, la empresa busca anticipar posibles congestiones y tomar decisiones estratégicas que mejoren su logística portuaria. Además, el arroz proviene desde puertos cercanos en México, el tiempo estimado de navegación hacia Guatemala es de 2 a 3 horas, lo cual representa una ruta comercial frecuente por su cercanía y menor tiempo de tránsito.

Una vez que cada embarcación ha finalizado el proceso de descarga del arroz, esta debe abandonar el sistema de simulación, representando su salida del puerto y el cierre de su participación en la operación. Este paso también debe considerarse en el modelo, simulando un tiempo de salida del puerto que puede variar entre 1 a 2 horas, desde que concluye la descarga hasta que el buque zarpa.

### **Distribución del Arroz mediante Vehículos Graneleros**

Una vez descargado el arroz de cada embarcación, este debe ser transportado desde el puerto hacia las instalaciones de almacenamiento de la empresa utilizando vehículos graneleros. La empresa cuenta con 10 vehículos disponibles, y cada uno tiene una capacidad máxima de 25 toneladas. Por lo tanto, por cada 25 toneladas descargadas se debe generar una nueva entidad que represente una granelera. Por ejemplo, si un buque trae 100 toneladas, deberán generarse 4 graneleras y se requerirán 4 vehículos para su transporte.

Estas graneleras deben ser creadas como nuevas entidades dentro del modelo justo después del proceso de descarga. Luego, deberán ser asignadas a un vehículo disponible para ser trasladadas hasta su destino final. El modelo debe gestionar adecuadamente la disponibilidad de los vehículos, considerando que solo hay 10 en operación. Esta lógica permitirá evaluar la eficiencia del proceso de transporte interno y su impacto en la cadena logística general.

Antes de salir del puerto, cada granelera debe pasar por un punto de control donde se paga un impuesto de importación, el cual varía según la cantidad de toneladas que transporta. Además, cada camión debe pagar un impuesto fijo por viaje de Q150, independientemente de la carga transportada. El tiempo para realizar el pago se modela con una distribución triangular con mínimo 3 minutos, modo 5 minutos y máximo 8 minutos. Este proceso debe simularse como una actividad obligatoria previa al transporte.

En el punto de control donde se paga el impuesto de importación, los trabajadores laboran en turnos de 12 horas. Al finalizar cada turno, hay un cambio que tarda aproximadamente 30 minutos, tiempo durante el cual no se atienden camiones porque el personal se está relevando. Este proceso asegura que siempre haya

alguien disponible para recibir el pago, pero durante el cambio de turno hay una breve pausa en la atención.

Los vehículos transportan el arroz a través de la carretera CA9 hacia la empresa ubicada en Escuintla. Los camiones mantienen una velocidad constante de 40 km/h durante el trayecto. Una vez que descargan el arroz en Escuintla, regresan para recolectar más carga y continuar con el proceso de transporte. Los camiones tienen un tiempo de carga de producto de 20 mins y un tiempo de descarga de 10 mins.

### **Transición del Transporte a Flujo de Proceso**

Una vez que las graneleras llegan a la planta en Escuintla y descargan las 25 toneladas de su contenido, el arroz debe ser transferido hacia un silo principal mediante un sistema de tuberías. Para representar este paso, es importante que consideren cómo transformar el contenido sólido transportado por los camiones en un flujo continuo que pueda moverse a través de las tuberías hacia su destino. La tubería utilizada tiene una capacidad tanto de entrada como de salida de 50 toneladas por hora, lo que debe ser considerado al momento de diseñar el flujo de arroz dentro de la planta. Este proceso marca la transición entre el transporte por vehículos y el manejo del arroz como material a granel fluido.

El silo principal tiene una capacidad máxima de almacenamiento de 1,500 toneladas de arroz. Para garantizar un flujo continuo y estable hacia el área de procesamiento y empaquetado, se ha establecido un nivel mínimo operativo (low mark) de 200 toneladas. Si el nivel de arroz almacenado en el silo cae por debajo de este umbral, no se permite la salida de producto hacia las siguientes etapas del proceso. Esta condición busca evitar interrupciones en el sistema y asegurar que siempre haya suficiente arroz disponible para mantener la operación de empaquetado sin pausas.

### **Distribución y Empaque del Arroz**

Cuando el nivel de arroz en el silo alcanza o supera el mínimo operativo, el producto es enviado hacia el área de empaque para su distribución comercial. Desde el silo, el arroz se canaliza a través de cuatro tuberías, cada una asignada a un tipo distinto de presentación o formato de empaque que maneja la empresa. Para representar estos empaques, se deben considerar elementos que actúen como recipientes o contenedores capaces de recibir y almacenar cantidades específicas de arroz. Estos

empaques están disponibles de forma continua en el sistema, sin tiempos definidos de llegada ni un inventario fijo inicial, por lo que deben generarse según la necesidad del proceso y adaptarse a la demanda de cada presentación. Esto permite simular un sistema flexible que responde a las distintas configuraciones de empaque de manera dinámica.

<b>Tipo de Presentación</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Probabilidad</b>
Gallo Plateado	25	0.3
	2	0.2
Sunrice	25	0.2
	2	0.3

Cada tubería tiene su propia capacidad de entrada: las presentaciones de 2 kg pueden recibir hasta 1 tonelada de arroz por hora, mientras que las de 25 kg admiten hasta 2 toneladas por hora.

Las presentaciones de 2 kg deben ser agrupadas en empaques plásticos secundarios como protección, con capacidad para contener 10 unidades. Este proceso de agrupamiento tarda un tiempo variable, con una duración mínima de 4 minutos, una media de 5 minutos y un máximo de 8 minutos. Para representar estos empaques, deben considerarse elementos que actúen como recipientes. Estos empaques están disponibles constantemente y se generan conforme se necesitan en el proceso, sin inventario inicial ni tiempos de llegada definidos, permitiendo una operación fluida y adaptable a la demanda de cada presentación.

### **Traslado a la Sala de Ventas**

Una vez finalizado el proceso de empaque, los productos deben ser trasladados desde el área de producción hacia la sala de ventas para su distribución final. Esta tarea es realizada por un grupo de cuatro trabajadores, asignados individualmente a cada línea de empaque. Cada trabajador es responsable de movilizar exclusivamente los empaques de su línea correspondiente.

Los productos empacados en presentaciones de 25 kg son transportados a una velocidad de 1 metro por segundo, debido a su mayor peso y volumen. En cambio, los paquetes agrupados de 2 kg, por ser más livianos, son trasladados a una velocidad de 2 metros por segundo.

### **Ganancias por Presentación**

Cada tipo de empaque genera ingresos distintos según su presentación. A continuación, se detallan los precios unitarios de venta para cada uno de los cuatro formatos disponibles en la planta:

Empaque de 10 unidades de 2 kg (agrupado): Q210.00 por paquete

Empaque de 25 kg: Q195.00 por unidad

## **DOCUMENTACIÓN**

El estudiante deberá realizar un documento con los siguientes elementos:

- Carátula
- Índice
- Introducción
- Diseño del sistema actual explicado.
- Resultados del Modelo (porcentaje de utilización de los servidores, costos, ganancias, etcétera)
- Conclusiones (5 mínimo)
- Recomendaciones basadas en los resultados

## **RESTRICCIONES Y CONSIDERACIONES**

- La práctica debe realizarse por los grupos formados en el laboratorio.
- Se debe utilizar la base de datos dada por el auxiliar.
- Se tomará en cuenta la estética y orden del modelo.
- Es obligatorio entregar documentación para poder calificarse.
- Se debe entregar vía UEDI.
- No se aceptarán entregas tarde.
- Se realizarán preguntas y/o modificaciones sobre el modelo entregado durante la calificación, con el fin de validar que todos los estudiantes hayan ayudado a realizar la práctica.
- La nota obtenida puede ser modificada en dado caso el ingeniero de la sección solicite revisión de la entrega.
- Realizar gráfica de niveles en el silo que muestre las toneladas almacenadas en el silo a lo largo del tiempo.
- Gráfica de flujo de producción por línea de empaque para comparar rendimiento entre líneas de empaque.
- Gráfica de ganancias acumuladas que muestre los ingresos generados por cada tipo de empaque
- Como parte del análisis del modelo, cada estudiante deberá seleccionar y desarrollar al menos una gráfica que considere relevante para evaluar el desempeño del sistema simulado.

**FECHA DE ENTREGA: 26 DE JUNIO DE 2025 ANTES DE LAS 11:00 AM**