



SIMULACION DE TIEMPOS
DE ESPERA EN
**PLANTA DE
CONCRETO**

ALEJANDRA ANGUIANO
DIEGO SOLORZANO

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS	3

MODELO MATEMATICO

FUNCION A OPTIMIZAR	7
RESTRICCIONES	8
ECUACIONES	9
PARAMETROS	10

OPTIMIZACION

PROCEDIMIENTO	11
RESULTADOS	12
CONCLUSIONES	14

A black and white photograph showing several construction workers' hands and arms as they pour a thick, grey concrete mix from a large wheelbarrow onto a flat surface. One worker is using a long, flat wooden board to spread the concrete evenly. The ground is uneven and appears to be a dirt or gravel base.

OBJETIVOS

GENERALES:

SIMULAR Y ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE CARGA DE CAMIONES EN UNA PLANTA DE CONCRETO, EVALUANDO EL IMPACTO DE DISTINTOS ESCENARIOS OPERATIVOS SOBRE LOS TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE TÉCNICAS DE SIMULACIÓN MONTE CARLO.

ESPECIFICOS:

- SIMULAR LA LLEGADA Y CARGA DE CAMIONES EN LA PLANTA.
- CALCULAR EL TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA POR CAMIÓN.
- EVALUAR EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA CON 2 SILOS EN OPERACIÓN.
- PROPOSICIÓN DE MEJORAS PARA REDUCIR LOS TIEMPOS DE ESPERA.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

- EN UNA PLANTA DE CONCRETO, LOS CAMIONES LLEGAN A CARGAR MATERIALES COMO GRAVA, CEMENTO O ARENA.
- SI LOS SILOS DISPONIBLES SON INSUFICIENTES O LOS CAMIONES LLEGAN MUY SEGUIDO, SE GENERAN FILAS.
- ESTO PROVOCA RETRASOS EN LA ENTREGA Y AFECTA LA PROGRAMACIÓN DE OBRA.





MODELO

VAMOS A USAR **SIMULACIÓN DE MONTE CARLO** PARA REPRESENTAR EL SISTEMA DE CARGA DE UNA PLANTA. IMAGINAMOS QUE LLEGAN 20 CAMIONES DURANTE UN PERÍODO DE TIEMPO, Y QUE HAY 2 SILOS DE 100 TONELADAS CADA UNO FUNCIONANDO PARA CARGAR EL MATERIAL.

A CADA CAMIÓN SE LE ASIGNA UN TIEMPO ALEATORIO DE LLEGADA Y OTRO DE CARGA. ASÍ PODEMOS SIMULAR CÓMO SE FORMAN LAS FILAS Y CUÁNTO ESPERA CADA CAMIÓN PARA SER ATENDIDO. LA IDEA ES REPETIR ESTE PROCESO VARIAS VECES CON DIFERENTES COMBINACIONES ALEATORIAS PARA VER QUÉ TAN EFICIENTES SON LOS TIEMPOS Y SI CONVIENE USAR MÁS SILOS.

JUSTIFICACION

- SE UTILIZÓ LA **DISTRIBUCIÓN UNIFORME** PARA GENERAR LOS TIEMPOS DE LLEGADA Y CARGA.
- ESTA DISTRIBUCIÓN PERMITE REPRESENTAR LA VARIABILIDAD DE MANERA SIMPLE CUANDO NO HAY DATOS EXACTOS.
- ES ADECUADA PARA EXPLORAR EL COMPORTAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA.

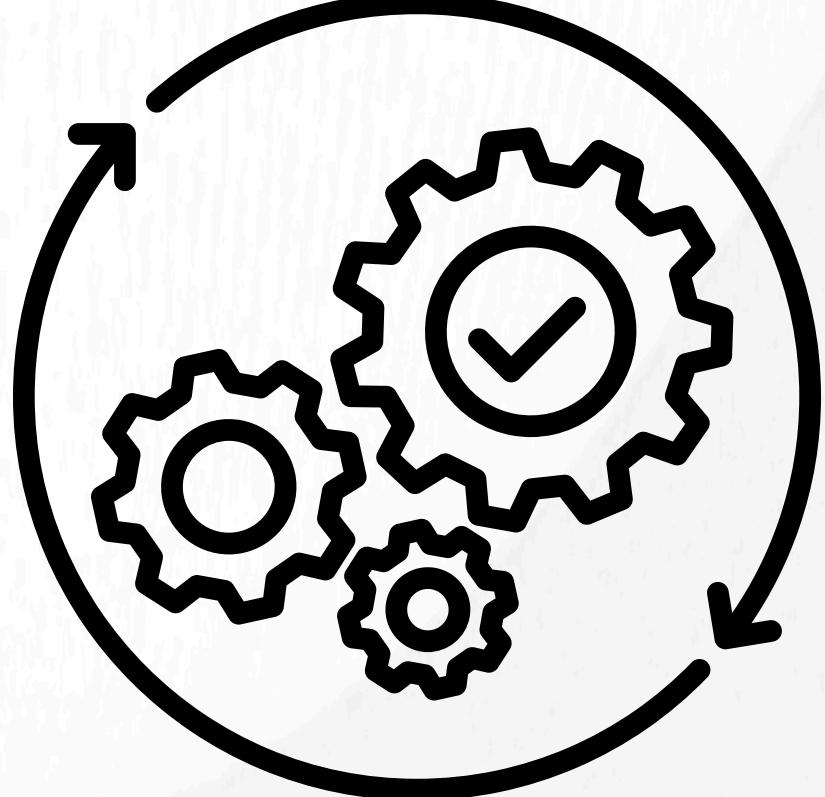


FUNCIÓN A OPTIMIZAR

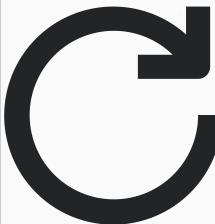
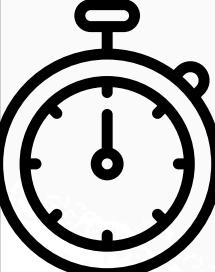
MINIMIZAR EL TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA DE LOS CAMIONES QUE LLEGAN A LA PLANTA DE CONCRETO.

EN ESTA SIMULACIÓN, EL OBJETIVO NO SE EXPRESA MEDIANTE UNA ECUACIÓN ALGEBRAICA,
SINO COMO UNA META QUE SE OBSERVA A TRAVÉS DE RESULTADOS ALEATORIOS.

QUEREMOS SABER SI CON 2 SILOS EL SISTEMA PUEDE FUNCIONAR SIN ACUMULAR ESPERA EXCESIVA.



RESTRICCIONES

 Restricción	 Descripción
 Atención por turno	Cada silo solo atiende a un camión a la vez
 Espera obligatoria	Si no hay silo disponible, el camión debe esperar
 Orden de llegada	Los camiones se cargan en el orden en que llegan
 Sin interrupciones	No hay fallas ni pausas en el sistema
 Carga uniforme	Todos los camiones reciben el mismo tipo de material

ECUACIONES

Cada camión es atendido según su hora de llegada y la disponibilidad de los silos.
Estas reglas definen cómo se calcula el tiempo de espera dentro del sistema.

CAMIÓN LLEGA

Se genera un tiempo aleatorio entre 0 y 60 minutos.



VERIFICAMOS SILO

Si hay uno libre, carga.
Si no, espera hasta que esté disponible.



CALCULAMOS ESPERA

Espera = Inicio de carga
- Tiempo de llegada



PARÁMETROS

Se simularon 20 camiones que llegan a lo largo del día. Cada uno tiene su propio tiempo de llegada y carga.

La planta cuenta con 2 silos en operación. Cada silo solo puede atender a un camión a la vez.

El tiempo de llegada de cada camión se genera de forma aleatoria entre 0 y 60 minutos.

Cada camión tarda entre 5 y 10 minutos en cargar. Este valor también se genera aleatoriamente.

Se utilizó una distribución uniforme para simular los tiempos de llegada y carga, permitiendo variabilidad realista.

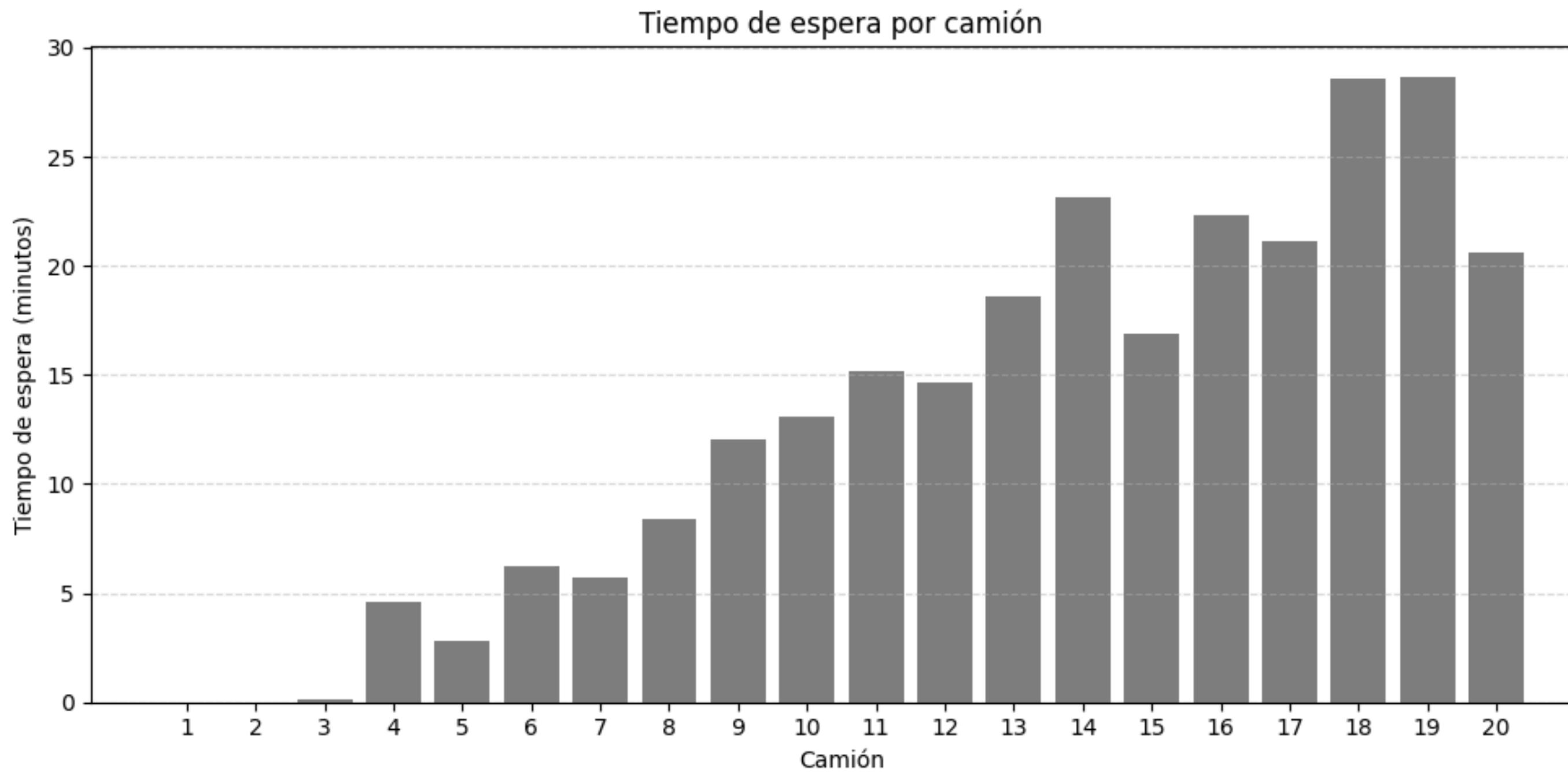
Los parámetros fueron definidos para representar condiciones realistas sin necesidad de datos históricos.

PROCEDIMIENTO

PASO	Descripción
 1 Inicialización de datos	Se definieron 20 camiones, 2 silos y los rangos de tiempos de llegada y carga.
 Generación de datos aleatorios	Se usaron distribuciones uniformes para simular los tiempos de llegada y carga.
 Ordenamiento	Se organizó a los camiones por hora de llegada para simular el flujo del sistema.
 Simulación del sistema	Se evaluó si los silos estaban disponibles y se calcularon los tiempos de espera.
 Registro de resultados	Se guardó la información en una tabla y se generaron las gráficas de análisis.

Con este procedimiento se pudo representar el comportamiento del sistema de carga de forma realista, sin necesidad de datos reales.

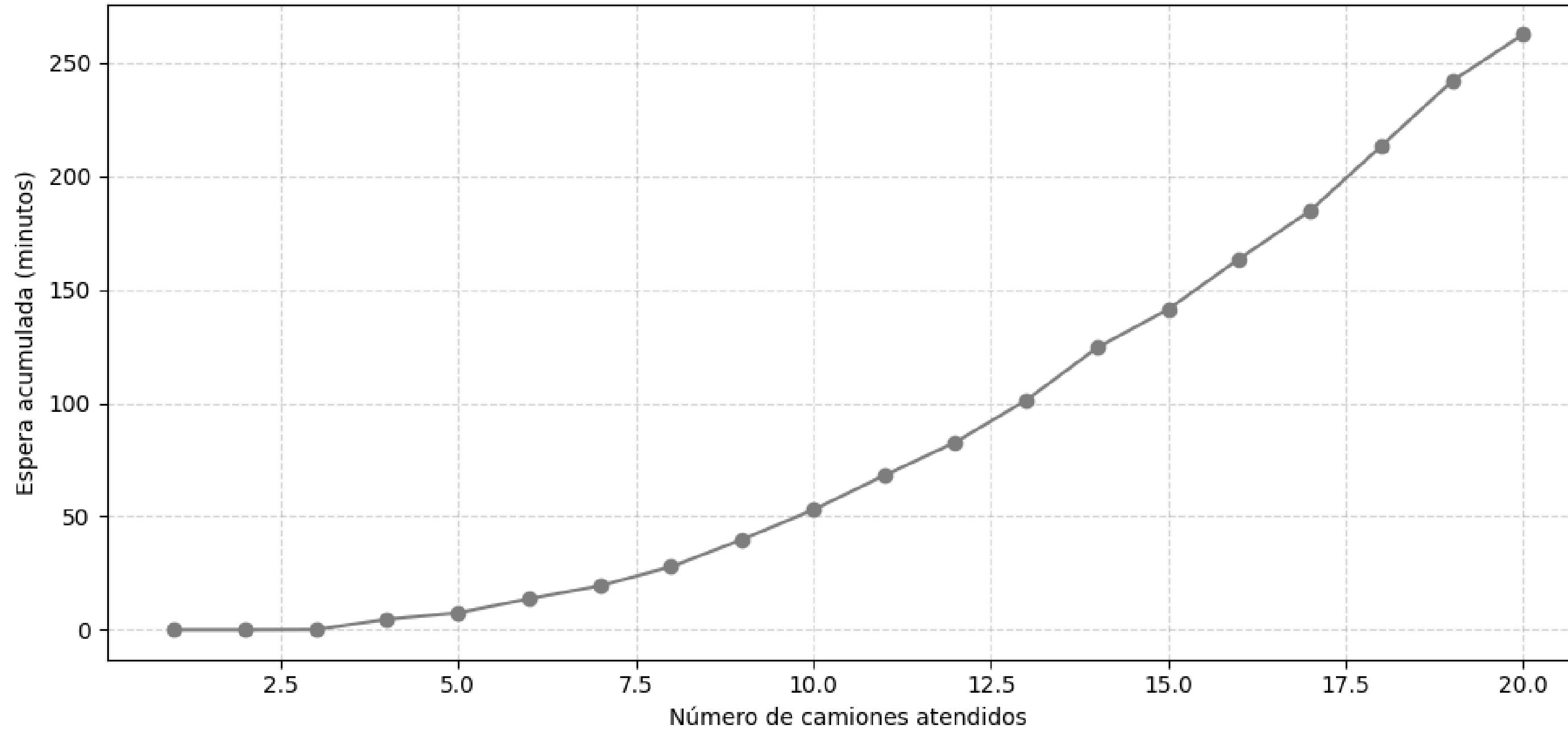
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN



La mayoría de los camiones esperó muy poco o nada. Sin embargo, algunos camiones tuvieron esperas superiores a 10 minutos, lo que indica posibles momentos de saturación del sistema.

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Tiempo de espera acumulado por número de camiones



La línea muestra cómo se acumula la espera con el paso de los camiones. Aunque hay crecimiento, no es abrupto, lo que indica que el sistema funciona de forma aceptable con 2 silos, aunque con margen de mejora.

CONCLUSIONES DE LA SIMULACIÓN

- La mayoría de los camiones tuvo poca o nula espera, lo que refleja buena capacidad operativa
- Algunos casos presentaron esperas prolongadas por momentos de congestión.
- La espera acumulada creció de forma controlada, pero muestra margen de mejora.
- Es posible optimizar el sistema ajustando horarios de llegada o uso de silos.
- Monte Carlo permitió evaluar el comportamiento del sistema sin usar datos reales.

La simulación permitió anticipar posibles problemas operativos y abre la puerta a futuras mejoras en la planificación de carga en plantas reales.