



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

ALEJANDRA ANGUIANO
DIEGO SOLORZANO

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS GENERALES	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	4
MODELO	5
JUSTIFICACION	6
RESTRICCIONES	7
ECUACIONES	8
PARAMETROS	9
PROCEDIMIENTO	10
RESULTADOS	11
CONCLUSIONES	12

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.
- COMPARAR TIEMPOS CON PLANTA DE 3 SILOS PARA EVALUAR LA COMPRA DE UNO NUEVO.

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.



APLICACION DEL MODELO

A large white concrete mixer truck with red and blue accents is shown from a side-front angle. The word "CEMEX" is prominently displayed on the side of the truck. A worker in an orange vest is visible near the front of the truck. The background is dark, suggesting a night or low-light environment.

PARAMETROS
PROCEDIMIENTO



PARAMETROS

PARA EL PRIMER PASO DEFINIMOS LOS PARAMETROS QUE SE UTILIZARAN PARA ESTA SIMULACION.

- Vamos a simular 20 camiones que llegan a la planta.
- Hay 2 silos disponibles para cargar el material.
- Los tiempos de llegada de los camiones serán aleatorios entre 0 y 60 minutos.
- Los tiempos de carga de cada camión también serán aleatorios, entre 5 y 10 minutos.

PROCEDIMIENTO

1. SE SIMULAN 20 CAMIONES QUE LLEGAN A UNA PLANTA DE CONCRETO CON 2 SILOS DISPONIBLES.

CADA CAMIÓN TIENE:

- TIEMPO DE LLEGADA ALEATORIO (0 A 60 MIN)
- TIEMPO DE CARGA ALEATORIO (5 A 10 MIN)

2. REPETIMOS ESTA SIMULACIÓN 100 VECES PARA OBTENER DISTINTOS ESCENARIOS POSIBLES.

3. CALCULAMOS EL TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA EN CADA REPETICIÓN.

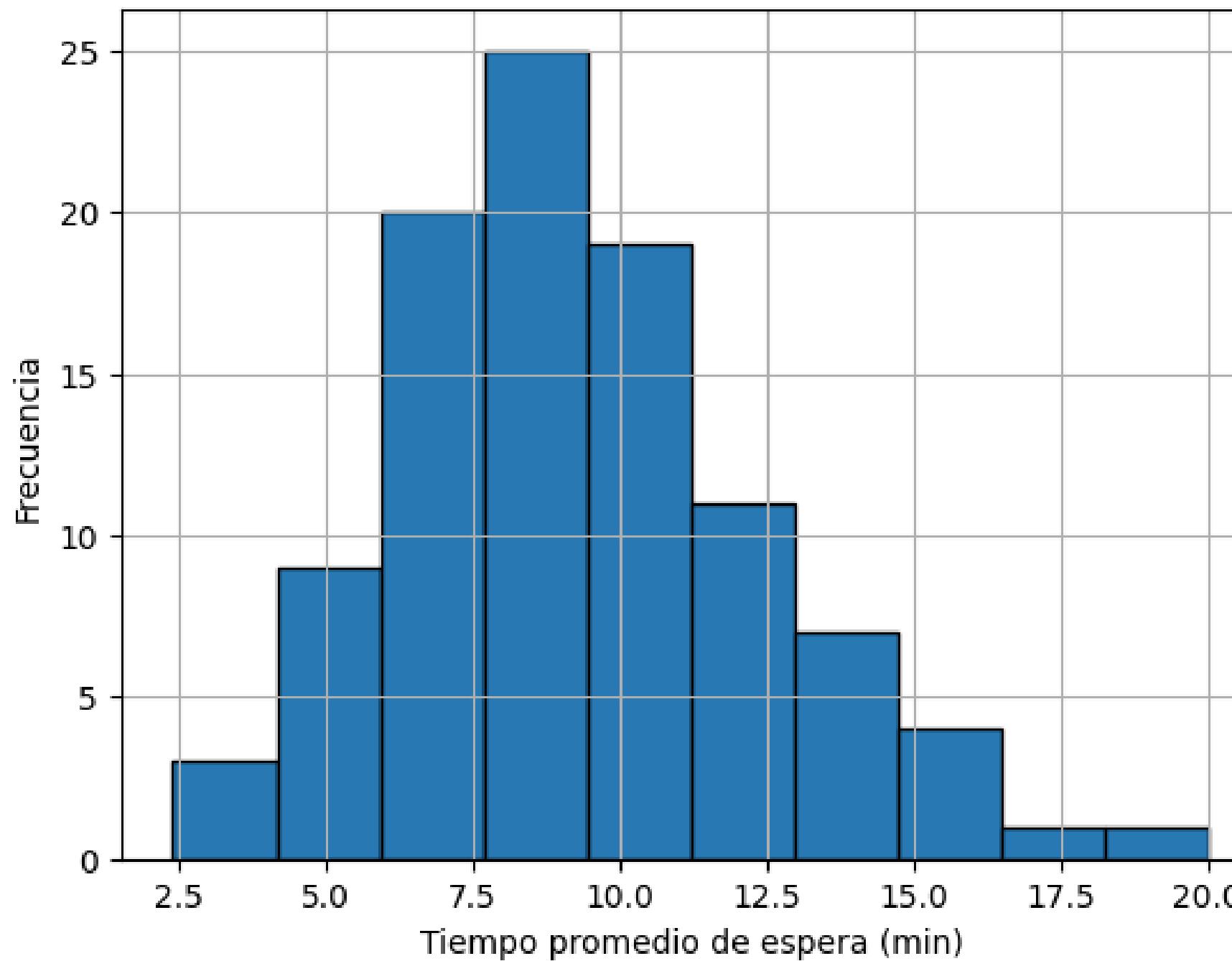
4. MOSTRAMOS UNA GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN PARA VISUALIZAR LA FRECUENCIA DE LOS RESULTADOS.



RESULTADOS DE LA SIMULACION

DOS Y TRES SILOS

Distribución del tiempo promedio de espera
(100 simulaciones)



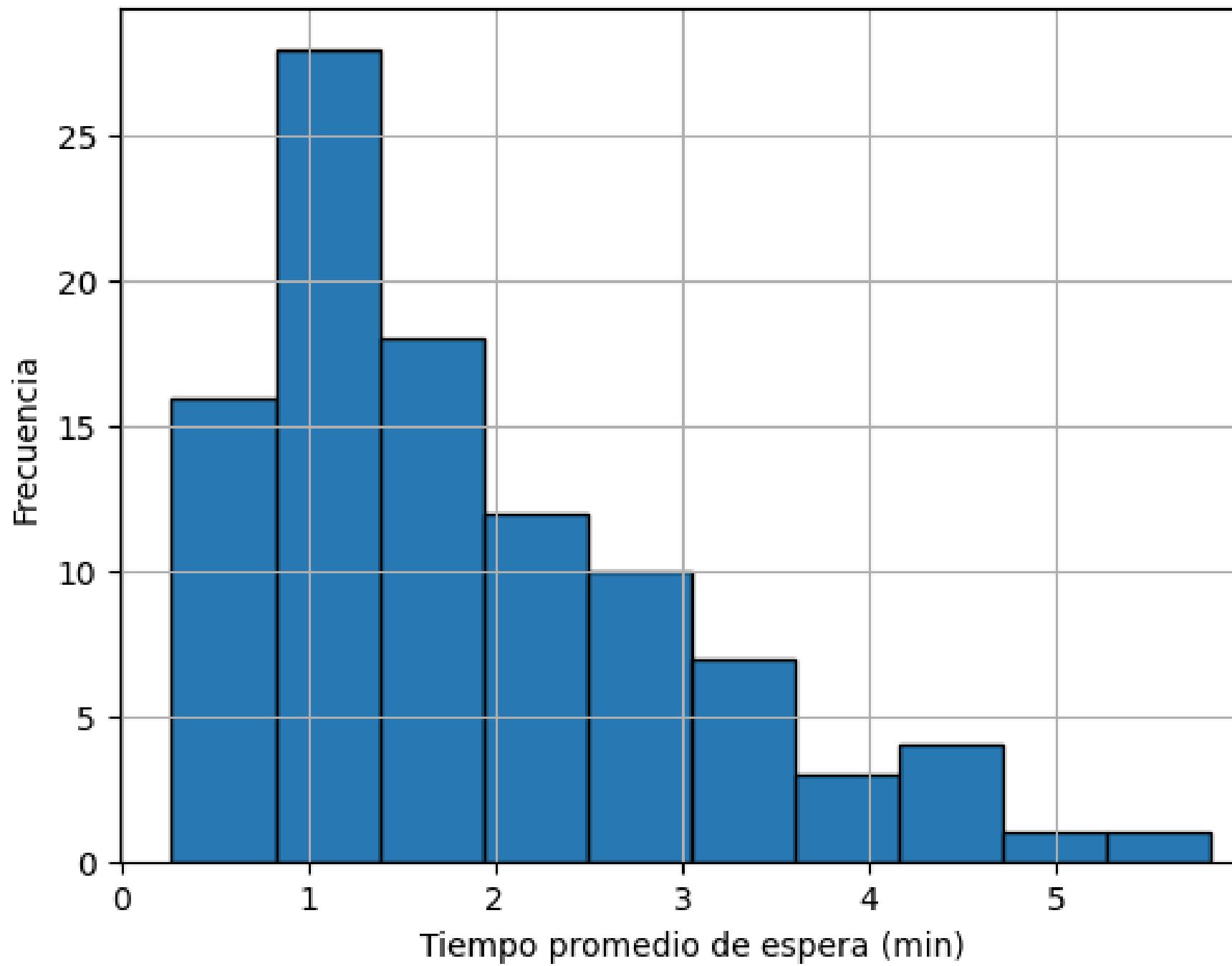
DOS SILOS

SIMULACION CON 2 SILOS COMO SE PLANTEA
EN EL PROBLEMA

TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO DE LAS 100
SIMULACIONES:

9.34 MINUTOS

Distribución del tiempo promedio de espera
(100 simulaciones)



TRES SILOS

SIMULACION CON 3 SILOS PARA CONSIDERAR LOS BENEFICIOS DE ADQUIRIR UN TERCERO

TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO DE LAS 100 SIMULACIONES:

1.87 MINUTOS



ANALISIS DE RESULTADOS

COMPARACION
ANALISIS TERCER SILO
CONCLUSIONES

COMPARACION

ESCENARIO TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA

2 SILOS --- > 9.34 MINUTOS

3 SILOS --- >1.87 MINUTOS

AL AÑADIR UN TERCER SILO, EL TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA SE REDUCE
CONSIDERABLEMENTE.

SIN EMBARGO, LA INVERSIÓN EN UN NUEVO SILO DEBE ANALIZARSE SEGÚN LA
DEMANDA DIARIA Y CAPACIDAD DE LA PLANTA.

PARA PLANTAS DE BAJA O MEDIA DEMANDA, 2 SILOS PUEDEN SER SUFICIENTES.

PARA PLANTAS CON ALTA ROTACIÓN DE CAMIONES, 3 SILOS PODRÍAN SER MÁS
EFICIENTES.





ANALISIS DE COMPRA TERCER SILO

¿ES CONVENIENTE COMPRAR UN TERCER SILO?

- UN SILO DE 100 TONELADAS EN MÉXICO TIENE UN COSTO APROXIMADO ENTRE \$400,000 Y \$700,000 MXN (SILOS CÓRDOBA, 2023).
- LA SIMULACIÓN MONTE CARLO MOSTRÓ QUE AGREGAR UN TERCER SILO REDUCE EL TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA DE LOS CAMIONES DE 9.34 A 1.87 MINUTOS.
- SIN EMBARGO, ESTA REDUCCIÓN NO SIEMPRE JUSTIFICA LA INVERSIÓN, DEPENDIENDO DE VARIOS FACTORES.



FACTORES A CONSIDERAR

- DEMANDA DIARIA DE CAMIONES
- PLANTAS CON 20-30 CAMIONES POR DÍA: 2 SILOS SON SUFICIENTES
- PLANTAS CON 50 O MÁS CAMIONES POR DÍA: 3 SILOS PODRÍAN SER NECESARIOS
- ESPACIO FÍSICO DISPONIBLE EN LA PLANTA
- COSTOS DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN ADICIONAL
- PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO Y RETORNO DE INVERSIÓN