

## Entrega 3

### ICI 515 Simulación



**Integrantes:**

Diego Espinoza  
Martín Quiroz  
Fabián Vidal  
Italo López

**Fecha:** 17/07/2023

## 1. Simular usando simulación orientada a eventos discretos.

El código proporcionado simula el funcionamiento de un gimnasio durante un período de tiempo determinado utilizando el paradigma de simulación orientada a eventos discretos. A continuación, se ofrece una explicación del código, la naturaleza de sus parámetros y cómo se aplican en el contexto del programa.

### Distribuciones

#### 1. Distribución exponencial para los tiempos de llegada

Se utiliza la función **random.expovariate(1)** para generar tiempos de llegada aleatorios siguiendo una distribución exponencial. Esta distribución es comúnmente utilizada para modelar el tiempo entre eventos en un proceso de llegada.

#### 2. Distribución normal para los tiempos de uso de las máquinas

Se emplea la función **random.normalvariate(media, desviación)** para generar los tiempos de uso de las máquinas. Se utiliza una distribución normal con una media y desviación estándar específicas para cada máquina, las cuales se definen en los diccionarios

**TIEMPO\_MEDIO\_USO\_MAQUINA** y **VARIANZA\_POR\_MAQUINA**, respectivamente. La distribución normal se utiliza para modelar tiempos de uso que se centran en una media determinada y varían alrededor de esa media.

#### 3. Distribución normal para el tiempo de espera para escoger una máquina

También se utiliza una distribución normal con una media de 2 (**TIEMPO\_ESCOGER\_MAQUINA**) segundos y una desviación estándar de 0.5 segundos para modelar el tiempo de espera antes de que una persona escoja la siguiente máquina. Estas distribuciones se utilizan para generar aleatoriamente los tiempos de llegada, los tiempos de uso de las máquinas y los tiempos de espera, lo que permite simular el comportamiento estocástico de las personas en el gimnasio. Cada persona llega al gimnasio, escoge una máquina disponible, utiliza la máquina durante un tiempo determinado y, en algunos casos, espera antes de escoger la siguiente máquina.

### **Eventos de salida**

1. La persona al hacer uso de las máquinas que por probabilidad se le fueron asignadas, deja el gimnasio pues ya no le quedan máquinas por utilizar.
2. Aleatoriamente un número de entre 1 y 3 personas se retiran del gimnasio cada cierto intervalo de tiempo (20 minutos).

### **Eventos futuros**

Los eventos futuros serían la probabilidad de que cierta persona decida retirarse sin hacer un análisis (Evento de salida 2) de las máquinas que por probabilidades podría usar o que esta siga escogiendo entre las máquinas que le quedan por utilizar hasta que las use todas o cumpla su “rutina” (Evento de salida 1).

Además, se contempla el hecho de que habrá personas que lleguen al gimnasio y decidan irse sin entrar al ver que este está lleno.

### **Criterio de detención de la simulación**

El criterio para detener la simulación en este caso es alcanzar una hora específica, que es las 20:00, momento en el cual finaliza el horario peak del gimnasio y comienza a funcionar de manera "habitual". Al llegar a las 20:00, se considera que la simulación ha cubierto el período de tiempo de interés y se detiene.

## 2. Análisis de los datos de salida. (Medidas obtenidas, Nivel de confianza, intervalo de confianza, etc.)

El código muestra en consola la secuencia de eventos que ocurren en el gimnasio de manera secuencial, eventos tales como la llegadas de personas al gimnasio, la elección de máquinas, el tiempo de uso de las máquinas y las salidas de personas. Esto proporciona una visualización del flujo de personas en el gimnasio y cómo utilizan las máquinas .A continuación se presentan los parámetros empleados para la simulación con sus respectivos resultados.

### Parámetros del programa

#### a) Tiempo de Inicio y Tiempo de Finalización

- El tiempo de inicio y fin se multiplica por un factor 60 porque el código está utilizando minutos como unidad de tiempo en lugar de horas.  
En el código generado, el tiempo de inicio y fin se define en minutos, y se multiplica por 60 para convertirlos a minutos. Esto se debe a que la biblioteca simpy utiliza la unidad de tiempo que se le proporciona, y en este caso se eligió trabajar con minutos para mayor precisión en la simulación.A continuación se presenta la ejemplificación e implementación de estos parámetros recopilados de un fragmento del programa.

```
TIEMPO_INICIO = 17 * 60  
TIEMPO_FIN = 20 * 60
```

#### b) Tiempo de Inicio y Tiempo de Finalización

- La variable **TIEMPO\_ESCOGER\_MAQUINA** representa el tiempo que tarda una persona en escoger una máquina.En el código proporcionado, se utiliza esta variable para simular el tiempo que una persona necesita para tomar la decisión de escoger una máquina disponible. Después de llegar al gimnasio, una persona espera este tiempo antes de seleccionar la primera máquina.Por otra parte, la variable **NUM\_MAQUINAS** es el número de máquinas que están presentes para su uso en la Simulación.

```
TIEMPO_ESCOGER_MAQUINA = 2  
NUM_MAQUINAS = 4
```

c) Probabilidad , tiempo medio de uso y varianza en cada máquina

- La probabilidad de uso, es una forma de representar qué tan probable es que una persona elija utilizar cada máquina del gimnasio. Los valores en este diccionario indican la proporción de personas que optan por cada máquina en comparación con el total de personas. Estas probabilidades se utilizan para simular la elección de máquinas por parte de las personas al llegar al gimnasio y ya dentro de él.

```
PROBABILIDAD_USO_MAQUINA = {  
    1: (41 / 120),  
    2: (34 / 120),  
    3: (19 / 120),  
    4: (26 / 120),  
}
```

- El tiempo medio de uso , representa la duración promedio que una persona utiliza cada máquina en el gimnasio. Estos valores indican cuánto tiempo, en promedio, una persona pasa utilizando una máquina específica. Estos tiempos se utilizan para simular cuánto tiempo una persona pasa utilizando cada máquina en la simulación. A continuación se presenta la ejemplificación e implementación de estos parámetros recopilados de un fragmento del programa.

```
TIEMPO_MEDIO_USO_MAQUINA = {  
    1: 55,  
    2: 25,  
    3: 30,  
    4: 25,  
}
```

- La variable **VARIANZA\_POR\_MAQUINA**, indica cuánto varían los tiempos de uso de cada máquina alrededor de su valor promedio. Los valores más altos de varianza indican que los tiempos de uso de una máquina pueden ser más dispersos o diferentes entre las personas. Por el contrario, los valores más bajos de varianza implican que los tiempos de uso de una máquina tienden a ser más cercanos al valor promedio. Estos valores se utilizan para simular la variabilidad en los tiempos de uso de cada máquina, reflejando que algunas personas pueden usar una máquina durante más tiempo o menos tiempo en comparación con el tiempo promedio.

```
VARIANZA_POR_MAQUINA = {  
    1: 10,  
    2: 8,  
    3: 7,  
    4: 6,  
}
```

---

d) **Capacidad límite del gimnasio y personas dentro cuando comienza el horario peak**

```
self.personas_en_gimnasio = 80  
self.limite_personas = 120
```

- **self.personas\_en\_gimnasio** representa la capacidad máxima del gimnasio, es decir, el número máximo de personas que puede albergar simultáneamente. En este caso, se establece en 120. Esta variable se utiliza para controlar si hay capacidad disponible cuando llegan nuevas personas al gimnasio.
- **self.limite\_personas** almacena el número actual de personas presentes en el gimnasio en un momento dado. Al inicio de la simulación, se establece en 80, lo que indica que hay 80 personas presentes en el gimnasio. Esta variable se actualiza dinámicamente a medida que las personas ingresan o salen del gimnasio.

Los parámetros anteriormente mencionados se obtuvieron en el análisis de este sistema.

## Ejecución

Ejecutando la simulación se obtienen los siguientes resultados y estadísticas.

La salida del código para la simulación del gimnasio se muestra en el siguiente formato.

### Consola

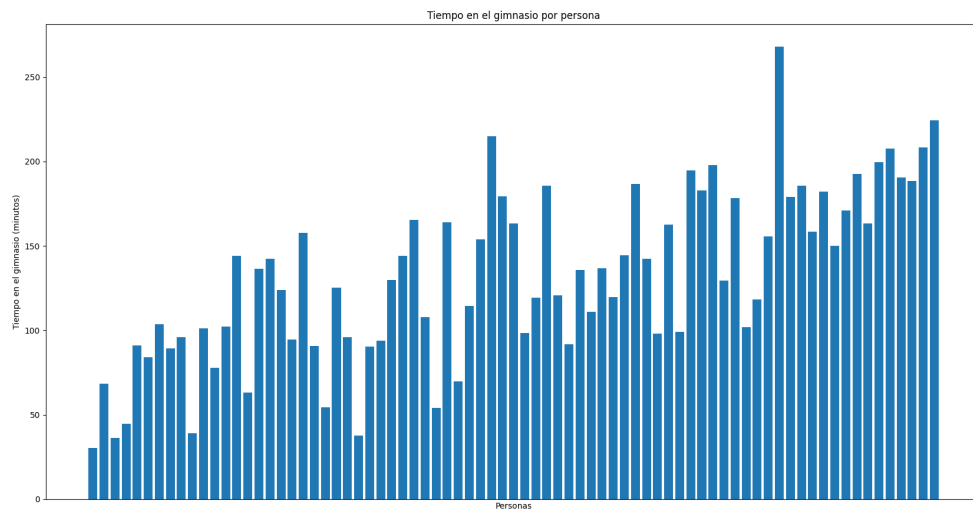
```
Tiempo 18:34: Persona 159 llega al gimnasio pero se va. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 121 deja la maquina 1. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 140 escoge la maquina 6. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 140 deja la maquina 6. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 129 escoge la maquina 5. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 155 escoge la maquina 2. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 99 deja la maquina 6. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 136 deja el gimnasio, estando un total de: 16 minutos ->. Personas en el
gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 158 escoge la maquina 3. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:34: Persona 158 deja la maquina 3. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 145 deja la maquina 1. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 144 escoge la maquina 4. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 156 escoge la maquina 6. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 156 deja la maquina 6. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 135 deja la maquina 3. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 157 escoge la maquina 2. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 157 deja la maquina 2. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 123 deja la maquina 6. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 154 deja la maquina 2. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 133 escoge la maquina 5. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 160 llega al gimnasio pero se va. Personas en el gimnasio: 120
Tiempo 18:35: Persona 124 deja el gimnasio, estando un total de: 32 minutos ->. Personas en el
gimnasio: 120
```

Se indica con un ID a los usuarios, el tiempo en que llega, la maquina que utiliza o deja de utilizar, tiempo en que se va del gimnasio. En todo momento se indica la cantidad de personas que hay dentro del gimnasio.

## Gráficos obtenidos

Para los gráficos, la mayoría de los datos en el eje x no se muestran debido a la gran cantidad de estos.

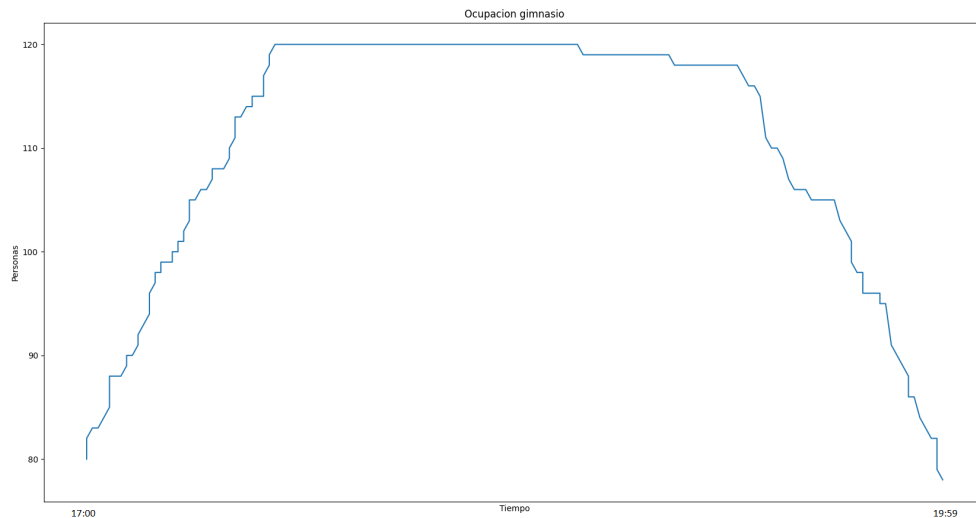
### a) Duración promedio de la estadía de los clientes.



Cada barra representa a una persona distinta.

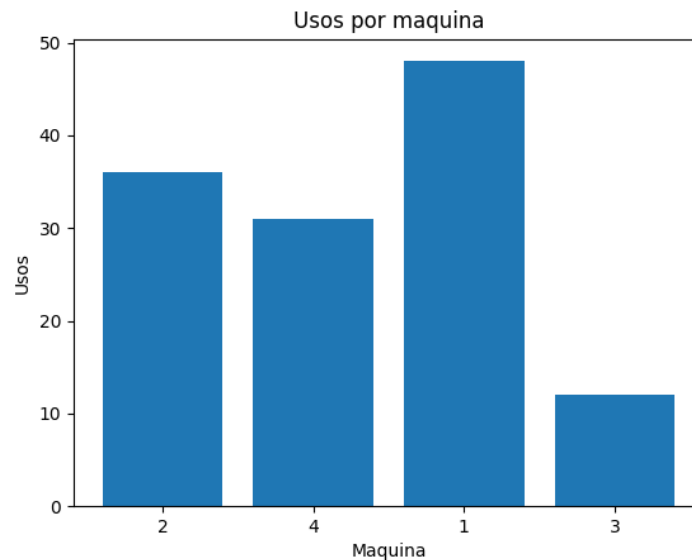


**b) Personas dentro del gimnasio durante el tiempo**



El gráfico muestra un patrón esperado de llegada y salida de personas en el gimnasio. Inicialmente, el número de personas aumenta hasta alcanzar un límite, momento en el cual comienza a disminuir debido a que las personas que llegan no compensan a las que salen. Este comportamiento refleja la dinámica de ocupación del gimnasio y puede ser utilizado para tomar decisiones relacionadas con la gestión de la capacidad y la planificación de recursos.

### c) Cantidad de usos por máquina



El gráfico muestra el comportamiento esperado, la máquina 1 (Cinta) es la de mayor probabilidad de uso, las demás vienen en distinto orden de preferencia, tal como se programó.

### Consola

```
Duración promedio de la estadía de las personas: 62.44531201294429 [min]
Intervalo de confianza del 95.0% para la media de tiempo de estadía de las personas:
(55.90328359826469, 68.98734042762389)
Cantidad de personas que llegan y se retiran sin entrar: 40
Máquina 1: 47 veces utilizada
Máquina 2: 42 veces utilizada
Máquina 3: 23 veces utilizada
Máquina 4: 20 veces utilizada
Máquina más utilizada: 1 - Cantidad de personas: 47
Máquina menos utilizada: 4 - Cantidad de personas: 20
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.479623464669095, 0.695376535330905]
Intervalo de confianza para la máquina 1: (38.370035754059735, 55.629964245940265)
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.479623464669095, 0.695376535330905]
Intervalo de confianza para la máquina 1 : (38.370035754059735, 55.629964245940265)
Nivel de confianza para la máquina 2: [0.4155697139727763, 0.6344302860272237]
Intervalo de confianza para la máquina 2 : (33.24573798239693, 50.75426201760307)
Nivel de confianza para la máquina 3: [0.18832038074785729, 0.38667961925214267]
Intervalo de confianza para la máquina 3 : (15.06577625573081, 30.93422374426919)
Nivel de confianza para la máquina 4: [0.1551119080179183, 0.3448880919820817]
Intervalo de confianza para la máquina 4 : (12.40909212871004, 27.59090787128996)
```

---

Realizando un análisis de los datos de salida de la simulación, podemos afirmar que el proceso ha sido exitoso y los resultados obtenidos son confiables. Los intervalos de confianza calculados para las medidas de desempeño demuestran que los valores estimados están respaldados por una alta probabilidad de contener el verdadero valor.

Durante el análisis, se verificó que los resultados obtenidos son consistentes con las expectativas y reflejan el comportamiento del sistema de manera precisa. Esto nos brinda la confianza necesaria para utilizar la simulación como una herramienta efectiva para tomar decisiones informadas y optimizar el rendimiento del sistema.

Además, los intervalos de confianza estrechos y sin valores no deseados refuerzan aún más la validez de los resultados y nos brindan una mayor certeza en la interpretación de los datos. Esto significa que podemos confiar en las medidas de desempeño obtenidas y utilizarlas como base para la toma de decisiones estratégicas.

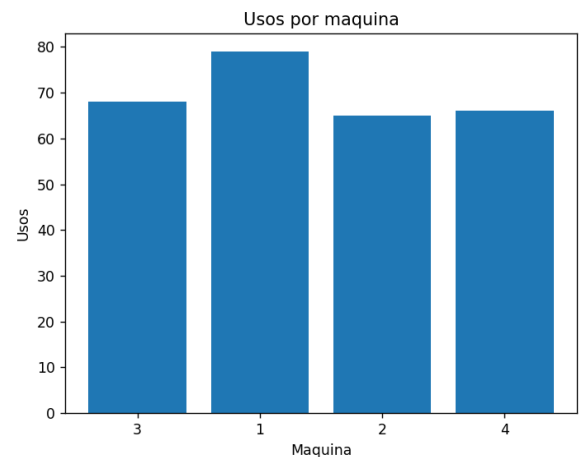
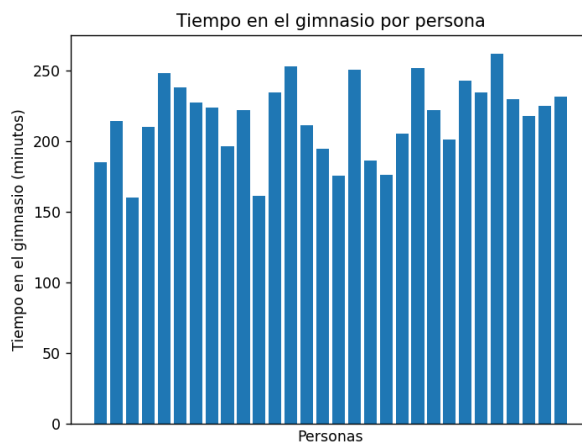
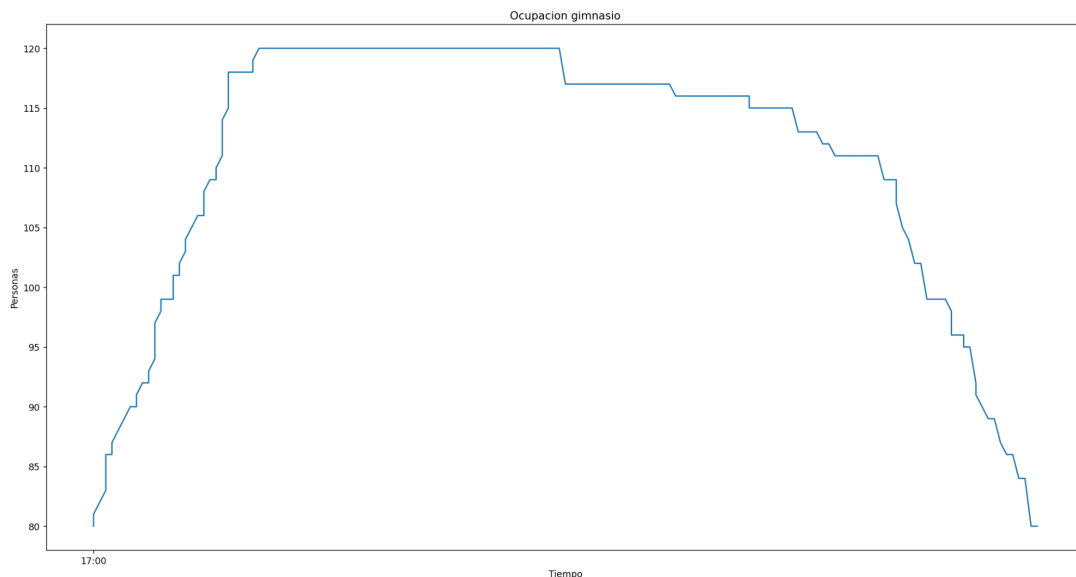
En resumen, el análisis de salida y el éxito de la simulación, respaldados por los intervalos de confianza, nos proporcionan una sólida base de información para comprender y mejorar el sistema. Esto nos permite evaluar diferentes escenarios, identificar áreas de mejora y tomar acciones específicas para optimizar el rendimiento del sistema en beneficio de los usuarios y de la organización.

### 3. Análisis de sensibilidad realizado

#### a) Variar la probabilidad de uso de cada máquina

Aumentar la probabilidad de uso de todas las máquinas, para tener más casos donde las personas eligen las 4 máquinas.

```
PROBABILIDAD_USO_MAQUINA = {
    1: (100 / 120),
    2: (100 / 120),
    3: (100 / 120),
    4: (100 / 120)
}
```



## Consola

```
Duración promedio de la estadía de las personas: 101.3388779944136 [min]
Intervalo de confianza del 95.0% para la media de tiempo de estadía de las personas:
(94.26249977455124, 108.41525621427594)
Cantidad de personas que llegan y se retiran sin entrar: 40
Máquina 1: 47 veces utilizada
Máquina 2: 32 veces utilizada
Máquina 3: 34 veces utilizada
Máquina 4: 39 veces utilizada
Máquina más utilizada: 1 - Cantidad de personas: 47
Máquina menos utilizada: 2 - Cantidad de personas: 32
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.479623464669095, 0.695376535330905]
Intervalo de confianza para la máquina 1: (38.370035754059735, 55.629964245940265)
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.479623464669095, 0.695376535330905]
Intervalo de confianza para la máquina 1 : (38.370035754059735, 55.629964245940265)
Nivel de confianza para la máquina 2: [0.29264637872898747, 0.5073536212710126]
Intervalo de confianza para la máquina 2 : (23.41186811015765, 40.58813188984235)
Nivel de confianza para la máquina 3: [0.3166723142497727, 0.5333276857502273]
Intervalo de confianza para la máquina 3 : (25.333944383713536, 42.666055616286464)
Nivel de confianza para la máquina 4: [0.37796691424505563, 0.5970330857549444]
Intervalo de confianza para la máquina 4 : (30.237514155296807, 47.76248584470319)
```

Como se puede observar, si se aumenta la probabilidad de uso de las máquinas, aumenta los tiempos totales por persona, la gráfica de usos por máquina se equilibra y la gráfica de personas dentro del gimnasio vs tiempo no sufren cambios importantes a destacar.

### b) Cambiar el número de máquinas disponibles

Aumentar el número de máquinas disponibles, al tener más máquinas, el gimnasio puede atender a un mayor número de usuarios simultáneamente. Esto permite que más personas realicen sus ejercicios sin problemas, lo cual es especialmente importante durante las horas pico de mayor demanda, reduciendo la capacidad de gente que llega y se va.

Se debe agregar los tiempos y varianzas para cada máquina agregada.

```
NUM_MAQUINAS = 6
```

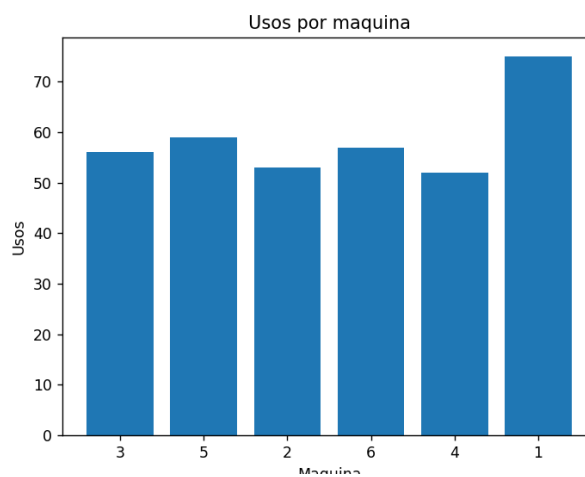
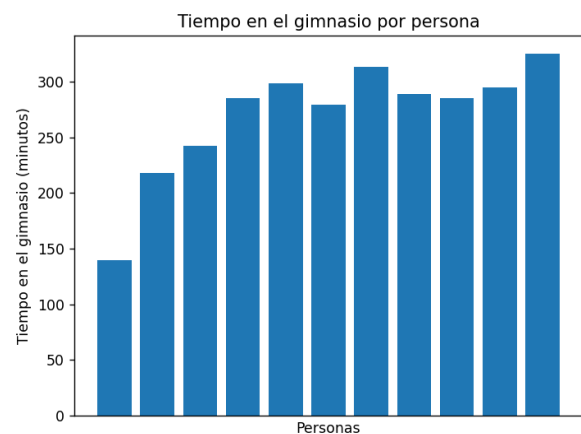
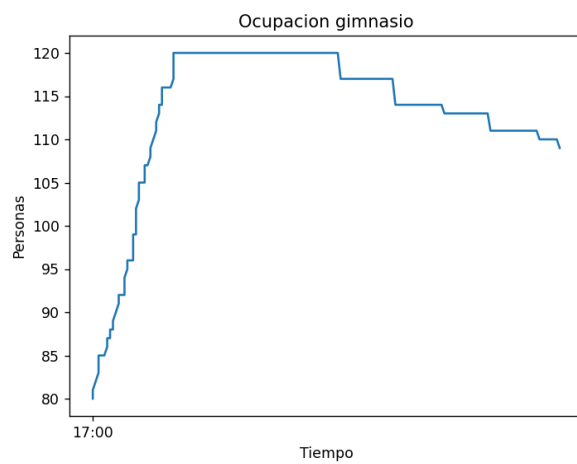
```
PROBABILIDAD_USO_MAQUINA = {
    1: (100 / 120),
    2: (100 / 120),
    3: (100 / 120),
    4: (100 / 120),
    5: (100 / 120),
    6: (100 / 120),
}
```

```

TIEMPO_MEDIO_USO_MAQUINA = {
    1: 55,
    2: 25,
    3: 30,
    4: 25,
    5: 25,
    6: 30
}

VARIANZA_POR_MAQUINA = {
    1: 10,
    2: 8,
    3: 7,
    4: 6,
    5: 5,
    6: 4,
}

```



## Consola

```
Duración promedio de la estadía de las personas: 141.49837296314155 [min]
Intervalo de confianza del 95.0% para la media de tiempo de estadía de las personas:
(127.4495281438401, 155.547217782443)
Cantidad de personas que llegan y se retiran sin entrar: 40
Máquina 1: 76 veces utilizada
Máquina 2: 60 veces utilizada
Máquina 3: 50 veces utilizada
Máquina 4: 51 veces utilizada
Máquina 5: 46 veces utilizada
Máquina 6: 49 veces utilizada
Máquina más utilizada: 1 - Cantidad de personas: 76
Máquina menos utilizada: 5 - Cantidad de personas: 46
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.9022407077104361, 0.9977592922895638]
Intervalo de confianza para la máquina 1: (72.17932682389115, 79.82067317610885)
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.9022407077104361, 0.9977592922895638]
Intervalo de confianza para la máquina 1 : (72.17932682389115, 79.82067317610885)
Nivel de confianza para la máquina 2: [0.6551119080179183, 0.8448880919820817]
Intervalo de confianza para la máquina 2 : (52.40909212871004, 67.59090787128996)
Nivel de confianza para la máquina 3: [0.5189118880364063, 0.7310881119635937]
Intervalo de confianza para la máquina 3 : (41.51310699442871, 58.48689300557129)
Nivel de confianza para la máquina 4: [0.5321571223337809, 0.742842877666219]
Intervalo de confianza para la máquina 4 : (42.57272464271028, 59.42727535728972)
Nivel de confianza para la máquina 5: [0.4666723142497727, 0.6833276857502273]
Intervalo de confianza para la máquina 5 : (37.333944383713536, 54.666055616286464)
Nivel de confianza para la máquina 6: [0.5057421109472466, 0.7192578890527535]
Intervalo de confianza para la máquina 6 : (40.45952581188084, 57.54047418811916)
```

Aumenta considerablemente el tiempo promedio que pasan las personas dentro del gimnasio. Al haber mas maquinas mas probabilidad hay de que estén más tiempo adentro utilizando alguna de estas 6.

### c) Ajustar los tiempos de uso de las máquinas

Reducir drásticamente los tiempos de uso por cada máquina podría simular una situación en la que las personas realizan ejercicios de corta duración o simplemente prueban las máquinas durante un tiempo limitado. Esto podría ocurrir, por ejemplo, en un gimnasio de alta rotación donde se enfoca en permitir que más personas utilicen las máquinas en un período de tiempo dado. En nuestro caso más enfocado en validar el modelo.

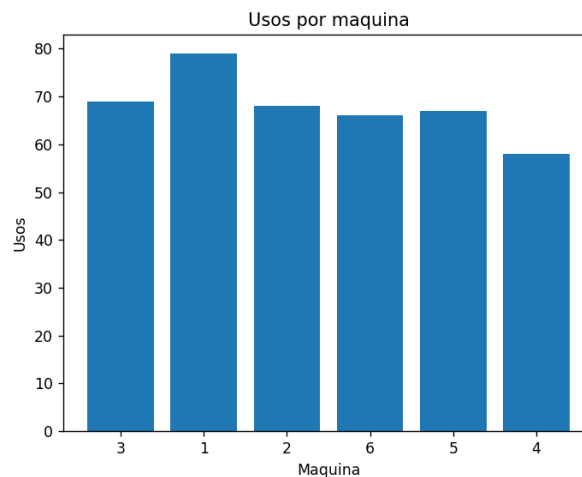
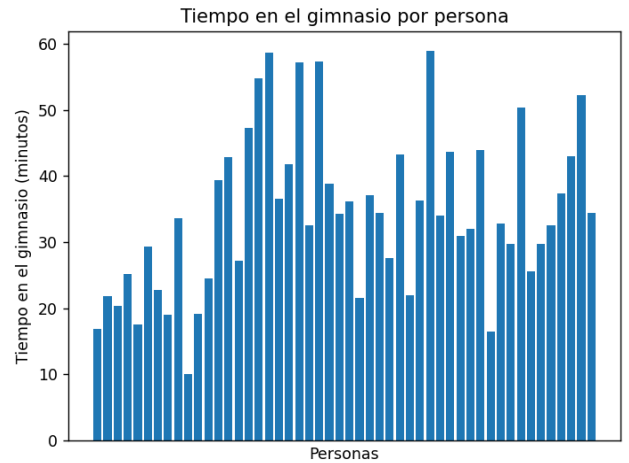
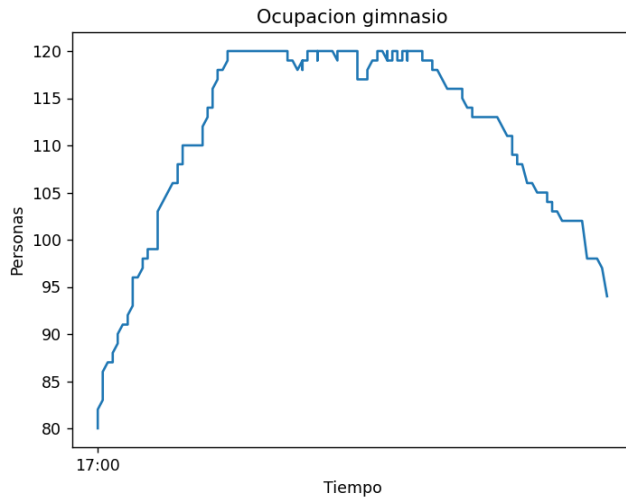
```
NUM_MAQUINAS = 6

PROBABILIDAD_USO_MAQUINA = {
    1: (100 / 120),
    2: (100 / 120),
    3: (100 / 120),
    4: (100 / 120),
    5: (100 / 120),
    6: (100 / 120),
}

TIEMPO_MEDIO_USO_MAQUINA = {
    1: 5,
    2: 2,
    3: 2,
    4: 4,
    5: 9,
    6: 2,
}

VARIANZA_POR_MAQUINA = {
    1: 10,
    2: 8,
    3: 7,
    4: 6,
    5: 5,
    6: 4,
}
```





## Consola

```
Duración promedio de la estadía de las personas: 33.36165563875624 [min]
Intervalo de confianza del 95.0% para la media de tiempo de estadía de las personas:
(29.22234395878077, 37.50096731873171)
Cantidad de personas que llegan y se retiran sin entrar: 26
Máquina 1: 44 veces utilizada
Máquina 2: 39 veces utilizada
Máquina 3: 32 veces utilizada
Máquina 4: 36 veces utilizada
Máquina 5: 38 veces utilizada
Máquina 6: 32 veces utilizada
Máquina más utilizada: 1 - Cantidad de personas: 44
```

```
Máquina menos utilizada: 3 - Cantidad de personas: 32
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.4409818822396938, 0.6590181177603063]
Intervalo de confianza para la máquina 1: (35.27871083785524, 52.72128916214476)
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.4409818822396938, 0.6590181177603063]
Intervalo de confianza para la máquina 1 : (35.27871083785524, 52.72128916214476)
Nivel de confianza para la máquina 2: [0.37796691424505563, 0.5970330857549444]
Intervalo de confianza para la máquina 2 : (30.237514155296807, 47.76248584470319)
Nivel de confianza para la máquina 3: [0.29264637872898747, 0.5073536212710126]
Intervalo de confianza para la máquina 3 : (23.41186811015765, 40.58813188984235)
Nivel de confianza para la máquina 4: [0.3409818822396938, 0.5590181177603063]
Intervalo de confianza para la máquina 4 : (27.278710837855236, 44.721289162144764)
Nivel de confianza para la máquina 5: [0.36556971397277627, 0.5844302860272237]
Intervalo de confianza para la máquina 5 : (29.24573798239693, 46.75426201760307)
Nivel de confianza para la máquina 6: [0.29264637872898747, 0.5073536212710126]
Intervalo de confianza para la máquina 6 : (23.41186811015765, 40.58813188984235)
```

La gráfica de personas en el gimnasio vs tiempo cambia considerablemente, como los tiempos de uso son más acotados, las personas entran y salen más rápido. Los tiempos que pasan las personas en el gimnasio se reduce y aumenta la cantidad de personas que entra y sale al gimnasio.

El análisis de sensibilidad permitió comprender cómo diferentes parámetros afectan el desempeño del gimnasio. Se observó que el número de máquinas disponibles, los tiempos de uso y las varianzas tienen un impacto significativo en la ocupación del gimnasio, el tiempo promedio de uso de las máquinas.

También se identificaron combinaciones óptimas de parámetros que maximizan la capacidad de atención del gimnasio. Por ejemplo, aumentar el número de máquinas disponibles o ajustar los tiempos de uso puede reducir los tiempos de espera y mejorar la satisfacción de los clientes.

Estos resultados obtenidos del análisis de sensibilidad brindan información valiosa para tomar decisiones informadas sobre la gestión y operación del gimnasio. Por ejemplo, se puede considerar aumentar la capacidad del gimnasio agregando más máquinas o ajustando los horarios de mayor demanda para optimizar el uso de los recursos disponibles.

En resumen, el análisis de sensibilidad proporciona información valiosa para comprender el impacto de los parámetros en el desempeño del gimnasio, optimizar los recursos disponibles y tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y satisfacción de los clientes.

## 5. Sistema modificado y los resultados de las medidas de desempeño obtenidas con la modificación.

Con el enfoque de mejorar el sistema y obtener los mejores resultados en cuanto a capacidad de atención cambiamos los siguientes parámetros.

NUM\_MAQUINAS = 10

```
PROBABILIDAD_USO_MAQUINA = {  
    1: 41 / 120,  
    2: 34 / 120,  
    3: 10 / 120,  
    4: 26 / 120,  
    5: 30 / 120,  
    6: 12 / 120,  
    7: 34 / 120,  
    8: 20 / 120,  
    9: 23 / 120,  
    10: 26 / 120,  
}
```

```
TIEMPO_MEDIO_USO_MAQUINA = {  
    1: 55,  
    2: 25,  
    3: 30,  
    4: 25,  
    5: 10,  
    6: 15,  
    7: 30,  
    8: 35,  
    9: 30,  
    10: 12,  
}
```

```
VARIANZA_POR_MAQUINA = {  
    1: 10,  
    2: 8,  
    3: 7,  
    4: 6,  
    5: 5,  
    6: 7,  
    7: 10,  
    8: 12,  
    9: 15,  
    10: 8,  
}
```

Obteniendo los siguientes resultados luego de la ejecución.

### Consola

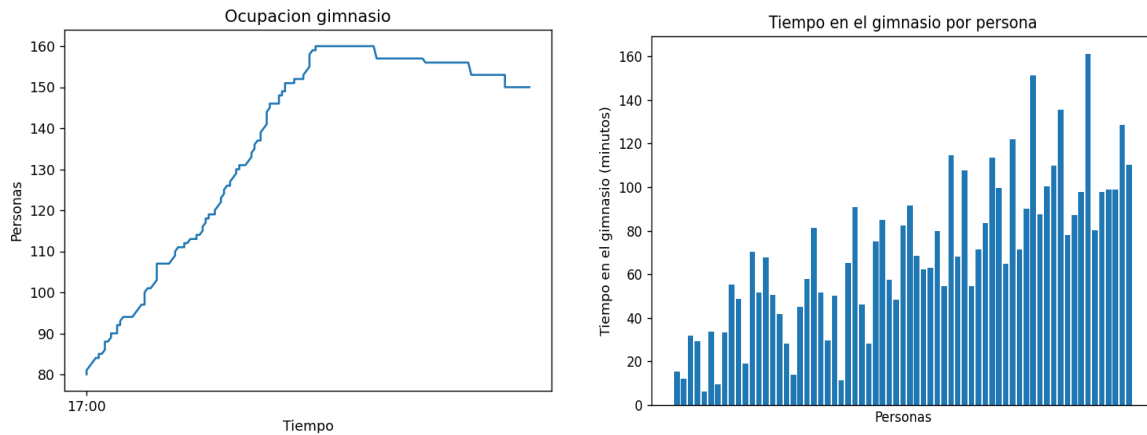
```
Duración promedio de la estadía de las personas: 77.12166455634947 [min]
Intervalo de confianza del 95.0% para la media de tiempo de estadía de las personas:
(70.74975574274418, 83.49357336995482)
Cantidad de personas que llegan y se retiran sin entrar: 0
Máquina 1: 52 veces utilizada
Máquina 2: 28 veces utilizada
Máquina 3: 8 veces utilizada
Máquina 4: 25 veces utilizada
Máquina 5: 19 veces utilizada
Máquina 6: 7 veces utilizada
Máquina 7: 26 veces utilizada
Máquina 8: 14 veces utilizada
Máquina 9: 19 veces utilizada
Máquina 10: 14 veces utilizada
Máquina más utilizada: 1 - Cantidad de personas: 52
Máquina menos utilizada: 6 - Cantidad de personas: 7
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.5454794278622624, 0.7545205721377376]
Intervalo de confianza para la máquina 1: (43.638507876184235, 60.361492123815765)
Nivel de confianza para la máquina 1: [0.5454794278622624, 0.7545205721377376]
Intervalo de confianza para la máquina 1 : (43.638507876184235, 60.361492123815765)
Nivel de confianza para la máquina 2: [0.2454794278622624, 0.4545205721377376]
Intervalo de confianza para la máquina 2 : (19.638507876184235, 36.361492123815765)
Nivel de confianza para la máquina 3: [0.03425960146150618, 0.16574039853849382]
Intervalo de confianza para la máquina 3 : (2.7408647565405104, 13.25913524345949)
Nivel de confianza para la máquina 4: [0.2109283657953659, 0.4140716342046341]
Intervalo de confianza para la máquina 4 : (16.874418575838384, 33.125581424161616)
Nivel de confianza para la máquina 5: [0.14424700071847557, 0.3307529992815244]
Intervalo de confianza para la máquina 5 : (11.539897141137654, 26.460102858862346)
Nivel de confianza para la máquina 6: [0.025579915415109455, 0.14942008458489053]
Intervalo de confianza para la máquina 6 : (2.046484256895541, 11.95351574310446)
Nivel de confianza para la máquina 7: [0.2223628356782983, 0.42763716432170173]
Intervalo de confianza para la máquina 7 : (17.789177732822253, 34.21082226717775)
Nivel de confianza para la máquina 8: [0.09173603720696451, 0.2582639627930355]
Intervalo de confianza para la máquina 8 : (7.3390053761456056, 20.660994623854393)
Nivel de confianza para la máquina 9: [0.14424700071847557, 0.3307529992815244]
Intervalo de confianza para la máquina 9 : (11.539897141137654, 26.460102858862346)
Nivel de confianza para la máquina 10: [0.09173603720696451, 0.2582639627930355]
Intervalo de confianza para la máquina 10 : (7.3390053761456056, 20.660994623854393)
```

Basándonos en los resultados obtenidos anteriormente concluimos lo siguiente.

Si se decide agregar más máquinas y aumentar la capacidad del gimnasio para atender a más personas, esto proporciona los siguientes beneficios:

## 1. Mayor capacidad de atención

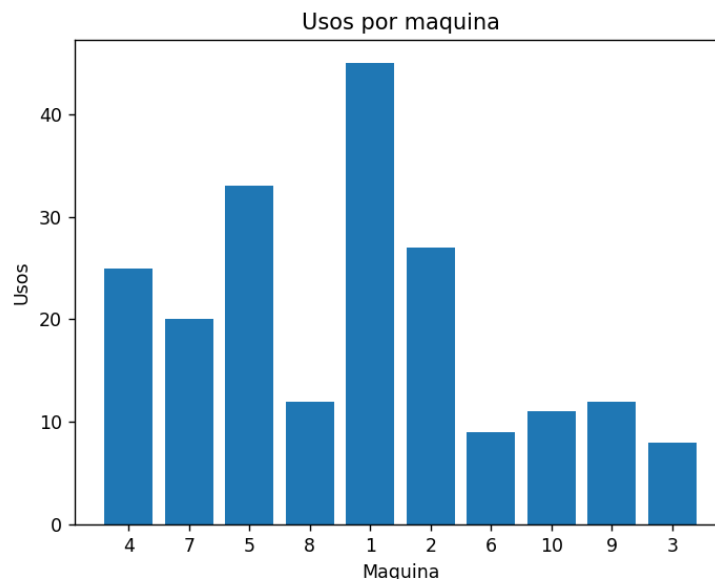
Al agregar más máquinas al gimnasio, se estaría aumentando la capacidad de atención del lugar. Esto significa que podrías recibir a un mayor número de personas al mismo tiempo, lo que resultaría en una mayor cantidad de clientes atendidos.



## 2. Cambio en los tiempos de espera (posible disminución)

Con más máquinas disponibles, se reducirían los tiempos de espera para acceder a las máquinas y equipos. Los clientes no tendrían que esperar tanto para utilizar las máquinas deseadas, lo que mejoraría su experiencia en el gimnasio, esto no es observado en nuestro caso puesto que este tiempo está predefinido, asumimos que sufriría pequeños cambios, a más máquinas más gente accede al gimnasio y termina escalando el problema.

De todas maneras esto ayudará a distribuir a las personas, evitando que se aglomeren en en las máquinas, brindando más opciones a la hora de escoger.



---

**3. Atracción de más clientes. Menos personas se irán al observar que el gimnasio está lleno.**

Cantidad de personas que llegan y se retiran sin entrar: 0

Al tener mayor capacidad y recursos disponibles, podrías atraer a más clientes interesados en utilizar el gimnasio. La capacidad para atender a más personas y ofrecer un servicio eficiente podría generar una mayor demanda y atraer a nuevos clientes.

**4. Mayor satisfacción de los clientes**

Al cambiar los tiempos de espera y ofrecer más opciones de máquinas y equipos, los clientes estarían más satisfechos con el servicio proporcionado. La capacidad adicional y la disponibilidad de máquinas y espacio aumentarían la comodidad y la eficiencia de la experiencia en el gimnasio.

**5. Potencial de mayores ingresos**

Al poder atender a más personas, existe el potencial de generar mayores ingresos para el gimnasio. El aumento en la capacidad de atención y la satisfacción de los clientes podrían traducirse en un incremento en las membresías, las visitas recurrentes y las recomendaciones de boca en boca.

En resumen, agregar más máquinas y aumentar la capacidad del gimnasio te permitiría atender a más personas, reducir los tiempos de espera, aumentar la satisfacción de los clientes y potencialmente generar mayores ingresos. Esto contribuiría a mejorar la eficiencia y el éxito general del gimnasio.

## 6. Conclusiones.

En conclusión, la simulación de un sistema, gimnasio en particular, ha proporcionado una visión integral de su funcionamiento y nos ha permitido obtener conclusiones importantes. A través de la simulación, hemos observado patrones de ocupación del gimnasio a lo largo del tiempo, identificando momentos de alta demanda y momentos de menor afluencia. Estos hallazgos pueden ser utilizados para optimizar la gestión del gimnasio, ajustando la capacidad y los horarios de acuerdo con las necesidades de los usuarios.

Además, hemos analizado el uso de las máquinas dentro del gimnasio y hemos identificado aquellas que son más populares y las que son menos utilizadas. Esta información es valiosa para la distribución de los equipos y el diseño de rutinas de ejercicios, permitiendo una mejor organización del espacio y brindando variedad de opciones a los usuarios.

La simulación también nos ha brindado la oportunidad de evaluar medidas de desempeño importantes, como el tiempo promedio de estadía de las personas en el gimnasio. Estas medidas nos ayudan a evaluar la eficiencia y calidad del servicio que se brinda, y a identificar posibles áreas de mejora.

En resumen, la simulación de un gimnasio nos ha proporcionado información valiosa para tomar decisiones informadas en la gestión y operación del gimnasio. Esta herramienta nos permite comprender mejor el comportamiento del gimnasio, optimizar recursos, mejorar la satisfacción de los usuarios y ofrecer un servicio de calidad.