

**-Daniel Stiven Martinez Baquero.**  
**-160004426**

## **1. OBJETIVOS**

- Introducir a la simulación computacional con un caso específico (ad hoc) de ejemplo de simulación de un sistema de cola simple con un límite máximo del número de clientes atendidos.
- Generar variables aleatorias con dados o ruletas para los tiempos entre llegadas al sistema y tiempos de atención del servidor.
- Calcular diferentes medidas de desempeño.
- Repetir la simulación un número determinado de veces para calcular intervalos de confianza de las medidas de desempeño con diferente número de clientes atendidos.

## **2. CONSULTA PREVIA**

¿Que es una variable aleatoria?

Una variable aleatoria es un concepto fundamental en la teoría de la probabilidad y la estadística. Representa una cantidad que puede tomar diferentes valores de manera aleatoria o incierta, en el contexto de un experimento o fenómeno probabilístico. En otras palabras, es una variable cuyo valor no se conoce con certeza y puede cambiar según las condiciones o el resultado de un evento aleatorio.

¿En qué consiste la función de distribución de probabilidad uniforme discreta?

La función de distribución de probabilidad uniforme discreta es un modelo matemático que describe una variable aleatoria discreta en la que todos los posibles valores tienen la misma probabilidad de ocurrir. Esta distribución se llama "uniforme" porque asigna una probabilidad igual a cada uno de los valores en el conjunto de posibles resultados.

¿En qué consiste un sistema de cola simple?

Un sistema de cola simple, a menudo llamado sistema de cola de un solo servidor, es un modelo en teoría de colas que se utiliza para analizar y comprender la forma en que las personas, objetos o solicitudes se acumulan y se atienden en una secuencia ordenada. En un sistema de cola simple, generalmente hay un solo servidor que atiende a los clientes o solicitudes que llegan y esperan su turno en una cola.

¿Qué es y cómo se calcula la media de la muestra (sample mean)?

La media de la muestra, también conocida como sample mean en inglés, es una medida estadística que se utiliza para calcular el valor promedio de un conjunto de datos que

representa una muestra de una población más grande. La media de la muestra es una estimación del valor promedio de la población a partir de la información contenida en la muestra.

La fórmula para calcular la media de la muestra es bastante simple. Si tienes una muestra de tamaño  $n$  y los valores de la muestra son  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , entonces la media de la muestra (denotada comúnmente como " $\bar{x}$ ") se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$$

¿Qué es y cómo se calcula la desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)?

La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation en inglés) es una medida estadística que indica cuánto se dispersan los valores en una muestra de datos con respecto a la media de la muestra. En otras palabras, mide la variabilidad o la dispersión de los datos en la muestra. La desviación estándar se utiliza comúnmente para comprender cuán "agrupados" o "dispersos" están los valores de la muestra alrededor de su valor promedio.

La fórmula para calcular la desviación estándar de la muestra es la siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$S$  es la desviación estándar de la muestra.

$n$  es el tamaño de la muestra.

$x_i$  son los valores individuales en la muestra.

$\bar{x}$  es la media de la muestra.

¿Qué es un intervalo de confianza?

Un intervalo de confianza es un concepto estadístico que se utiliza para estimar un rango de valores probables para un parámetro de una población, como la media, la proporción o la varianza, basado en una muestra de datos. En otras palabras, un intervalo de confianza proporciona un rango de valores dentro del cual es probable que se encuentre el valor real del parámetro con un cierto nivel de confianza.

### 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

La fundamentación teórica y marco conceptual necesarios para el desarrollo de la práctica se encuentra en la presentación realizada en clase 2. Principles of Simulation, y en el Capítulo 1 (Chapter 1) del libro [Banks1998], en especial de la siguientes secciones:

#### 1.2. Definition of simulation

1.11 Experimentation and output analysis  
1.11.1 Statistical Confidence and Run Length

Presentación (Diapositivas):

- 2. Principles of Simulation

Capítulo de libro:

- Capítulo 1 (Chapter 1) del libro [Banks1998]

## 4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

**-Equipos:** Equipo de cómputo, computador personal, portatil o estación de trabajo, con acceso a Internet.

**-Materiales:**

Capítulo 1 (Chapter 1) del libro [Banks1998] Archivo Excel en Google Drive (Google Sheets): Ejemplo fila banco.xlsx.

Google Colaboratory (Colab) URL: <https://colab.research.google.com/> con acceso desde la cuenta institucional de Unillanos (usuario@unillanos.edu.co)

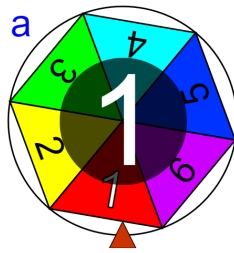
## 5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### 5.1.GENERACIÓN DE VALORES ALEATORIOS

Generación de valores aleatorios del 1-10 y del 1-6.



SPIN	1
edit	
a Sides : 10	<input type="text"/>
b Sides : 6	<input type="text"/>
c Sides : 6	<input type="text"/>
d Sides : 6	<input type="text"/>



SPIN 1

edit

a Sides : 6

b Sides : 6

c Sides : 6

d Sides : 6

Registro de valores aleatorios para 20 clientes, en la columna Time Between valores aleatorios entre 1-10 y en la columna Service Time 1-6, sus unidades están dadas en minutos.

Customer	Time Between	Arrival Time	Service Time	Service Begins	Time Service	Time in System	Idle Time	Time in Queue
1	-	0	2	0	2	2	0	0
2	8	8	2	8	10	2	6	0
3	2	10	6	10	16	6	0	0
4	1	11	4	16	20	9	0	5
5	7	18	3	20	23	5	0	2
6	1	19	3	23	26	7	0	4
7	8	27	4	27	31	4	1	0
8	4	31	5	31	36	5	0	0
9	6	37	6	37	43	6	1	0
10	5	42	4	43	47	5	0	1
11	7	49	5	49	54	5	2	0
12	3	52	3	54	57	5	0	2
13	8	60	5	60	65	5	3	0
14	1	61	5	65	70	9	0	4
15	3	64	1	70	71	7	0	6
16	1	65	3	71	74	9	0	6
17	1	66	6	74	80	14	0	8
18	6	72	3	80	83	11	0	8
19	1	73	3	83	86	13	0	10
20	5	78	6	86	92	14	0	8
					Sum	143	13	64

## 5.2.CALCULAR LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO

Cálculo del valor de las medidas de desempeño.

Average time in system:	7,15
Percent idle time:	14%
Average waiting time per customer:	3,2
Fraction having to wait:	0,6
Average waiting time of those who waited	5,3333

10 runs.

Run	Average time	Percent idle	Average	Fraction	Average
1	7,15	14%	3,2	0,6	5,33333333
2	3,8	41%	0,45	0,2	2,25
3	3,75	43%	0,4	0,1	4,00000
4	5,05	26%	1,25	0,5	2,5
5	3,75	40%	0,8	0,3	2,66666667
6	7,6	0,28%	3,8	0,6	6,33333333
7	3,7	0,42%	0,6	0,2	3
8	4,3	0,35%	1,25	0,4	3,125
9	7,05	0,23%	3,15	0,5	6,3
10	3,9	0,48%	0,5	0,25	2

¿Qué puede decir de los resultados obtenidos?

Los resultados muestran una alta variabilidad en el desempeño del proceso en cada repetición, esto en gran parte a que sus valores no son consistentes ya que se generan de manera aleatoria y que son apenas 20 clientes.

¿Qué similitudes o diferencias se presentan?

-El tiempo promedio en el sistema varía considerablemente, desde 3.7 hasta 7.6 minutos.

-No parece haber una tendencia clara en la variación de los tiempos promedio, ya que algunos valores son más bajos y otros más altos en comparación con el valor inicial de 7.15.

-El porcentaje de tiempo inactivo varía significativamente, con valores que oscilan desde el 14% hasta un 43%.

-Algunas repeticiones muestran un alto tiempo inactivo, mientras que otras tienen un tiempo inactivo relativamente bajo.

-El tiempo promedio de espera por cliente también experimenta una variación considerable, desde 0.4 hasta 3.8 minutos.

-Algunas repeticiones tienen un tiempo de espera muy bajo, mientras que otras muestran tiempos de espera significativamente más altos.

-La fracción de clientes que tienen que esperar también varía, con valores que oscilan desde el 0.1 (10%) hasta el 0.6 (60%).

-Algunas repeticiones muestran que la mayoría de los clientes tienen que esperar, mientras que en otras, una proporción más baja de clientes debe esperar.

-El tiempo promedio de espera de aquellos que tuvieron que esperar varía ampliamente, desde 2.25 hasta 6.333 minutos.

-Al igual que con las otras medidas, algunos valores son bajos, mientras que otros son más altos.

#### **5.4.CALCULAR EL INTERVALO DE CONFIANZA DE LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO**

##### **Average Time**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 5.005$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 1.6173452184229424$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 1.1569790713082233$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h) = (3.848020928691777, 6.161979071308223)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h) = (3.3428733487007234, 6.667126651299276)$$

##### **Percent idle time**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 33.937$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 10.673311524025188$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 7.6352271080945915$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (26.301772891905408, 41.57222710809459)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (22.968163328877644, 44.90583667112235)$$

### **Average waiting time per customer**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 1.54$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 1.3175735273600484$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 0.942535321897301$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (0.597464678102699, 2.482535321897301)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (0.18594518849416986, 2.89405481150583)$$

### **Fraction having to wait**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 0.365$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 0.1795828499606797$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 0.12846583191001684$$



- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (0.23653416808998315, 0.4934658319100168)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (0.18044481806612747, 0.5495551819338725)$$

### **Average waiting time of those who waited**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 3.7495$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 1.6577770423739804$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 1.1859022557918568$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (2.563597744208143, 4.935402255791857)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (2.045822038946836, 5.453177961053164)$$

¿Qué puede decir de la media y la desviación estándar de la muestra para cada medida de desempeño?

**Average Time:** La media de la muestra (X) es aproximadamente 5.005, y la desviación estándar de la muestra (S) es aproximadamente 1.617. Esto significa que, en promedio, el tiempo es alrededor de 5.005 unidades, y los datos tienden a variar alrededor de esta media con una desviación estándar de aproximadamente 1.617.

**Percent Idle Time:** La media de la muestra ( $\bar{X}$ ) es aproximadamente 33.937, y la desviación estándar de la muestra ( $S$ ) es aproximadamente 10.673. Esto sugiere que, en promedio, el porcentaje de tiempo de inactividad es del 33.937%, pero los datos tienen una alta variabilidad alrededor de esta media, con una desviación estándar de aproximadamente 10.673.

**Average Waiting Time per Customer:** La media de la muestra ( $\bar{X}$ ) es aproximadamente 1.54, y la desviación estándar de la muestra ( $S$ ) es aproximadamente 1.318. Esto indica que, en promedio, el tiempo de espera por cliente es de alrededor de 1.54 unidades, y los datos tienden a variar alrededor de esta media con una desviación estándar de aproximadamente 1.318.

**Fraction Having to Wait:** La media de la muestra ( $\bar{X}$ ) es aproximadamente 0.365, y la desviación estándar de la muestra ( $S$ ) es aproximadamente 0.180. Esto sugiere que, en promedio, alrededor del 36.5% de las personas tienen que esperar, y los datos tienen una baja variabilidad alrededor de esta media, con una desviación estándar de aproximadamente 0.180.

**Average Waiting Time of Those Who Waited:** La media de la muestra ( $\bar{X}$ ) es aproximadamente 3.7495, y la desviación estándar de la muestra ( $S$ ) es aproximadamente 1.658. Esto indica que, en promedio, el tiempo de espera para aquellos que esperaron es de alrededor de 3.7495 unidades, y los datos tienden a variar alrededor de esta media con una desviación estándar de aproximadamente 1.658.

¿Qué análisis puede realizar de los intervalos de confianza identificados para cada medida de desempeño para el 95% y 99% de confianza?

Los intervalos de confianza para las medidas de desempeño no indican que tienen un amplio intervalo ya sea usando un intervalo de confianza del 95% o 99%.

## 5.5.REPETIR LOS PASOS ANTERIORES CON 200 CLIENTES

### GENERACIÓN DE VALORES ALEATORIOS

Generación de valores aleatorios del 1-10 y del 1-6.



SPIN 1

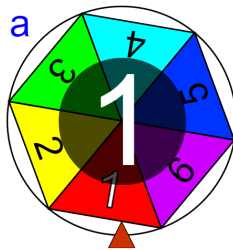
edit

a Sides : 10

b Sides : 6

c Sides : 6

d Sides : 6



SPIN 1

edit

a Sides : 6

b Sides : 6

c Sides : 6

d Sides : 6

Registro de valores aleatorios para 200 clientes, en la columna Time Between valores aleatorios entre 1-10 y en la columna Service Time 1-6, sus unidades están dadas en minutos.

150	3	852	3	855	858	6	0	3
151	1	853	2	858	860	7	0	5
152	7	860	4	860	864	4	0	0
153	9	869	1	869	870	1	5	0
154	3	872	4	872	876	4	2	0
155	5	877	3	877	880	3	1	0
156	8	885	1	885	886	1	5	0
157	6	891	4	891	895	4	5	0
158	10	901	2	901	903	2	6	0
159	9	910	3	910	913	3	7	0
160	4	914	1	914	915	1	1	0
161	10	924	4	924	928	4	9	0
162	2	926	5	928	933	7	0	2
163	1	927	4	933	937	10	0	6
164	9	936	4	937	941	5	0	1
165	2	938	6	941	947	9	0	3
166	2	940	3	947	950	10	0	7
167	1	941	4	950	954	13	0	9
168	10	951	4	954	958	7	0	3
169	4	955	4	958	962	7	0	3
170	7	962	1	962	963	1	0	0
171	2	964	1	964	965	1	1	0
172	9	973	2	973	975	2	8	0
173	4	977	2	977	979	2	2	0
174	6	983	1	983	984	1	4	0
175	4	987	2	987	989	2	3	0
176	6	993	3	993	996	3	4	0
177	4	997	6	997	1003	6	1	0
178	10	1007	2	1007	1009	2	4	0
179	4	1011	3	1011	1014	3	2	0
180	2	1013	4	1014	1018	5	0	1
181	4	1017	5	1018	1023	6	0	1
182	5	1022	2	1023	1025	3	0	1
183	6	1028	1	1028	1029	1	3	0
184	10	1038	4	1038	1042	4	9	0
185	6	1044	5	1044	1049	5	2	0
186	2	1046	5	1049	1054	8	0	3
187	5	1051	6	1054	1060	9	0	3
188	2	1053	4	1060	1064	11	0	7
189	5	1058	2	1064	1066	8	0	6
190	4	1062	2	1066	1068	6	0	4
191	10	1072	5	1072	1077	5	4	0
192	10	1082	1	1082	1083	1	5	0
193	10	1092	6	1092	1098	6	9	0
194	1	1093	2	1098	1100	7	0	5
195	5	1098	2	1100	1102	4	0	2
196	4	1102	1	1102	1103	1	0	0
197	3	1105	3	1105	1108	3	2	0
198	6	1111	4	1111	1115	4	3	0
199	2	1113	1	1115	1116	3	0	2
200	6	1119	6	1119	1125	6	3	0
				Sum		859	466	200

## CALCULAR LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO

Cálculo del valor de las medidas de desempeño.

Average time in system:	4,295
Percent idle time:	41,42%
Average waiting time per customer:	1
Fraction having to wait:	0,34
Average waiting time of those who waited:	2,9411765

¿Qué puede interpretar de los resultados de cada una de las medidas de desempeño?

-Que el tiempo promedio de un cliente en el sistema es de 4,295 minutos.

-El personal del total del tiempo, el 41,42% no está haciendo nada.

-El tiempo que tiene que esperar cada cliente en promedio es de 1 minuto.

-El 34% de los clientes tiene que esperar antes de recibir atención.

-El tiempo promedio de espera de los clientes que tuvieron que esperar a ser atendidos es de 2,9411765 minutos.

## REPETIR LAS SIMULACIONES

10 repeticiones de la simulación.

Customer	Time Between	Arrival Time	Service Time	Service Begins	Service Ends	Time in System	Idle Time	Time in Queue		
1	-	0	5	0	5	5	0	0		
2	8	8	5	8	13	5	3	0	Average time in system:	4,295
3	1	9	2	13	15	6	0	4	Percent idle time:	41,42%
4	7	16	5	16	21	5	1	0	Average waiting time per customer:	1
5	5	21	6	21	27	6	0	0	Fraction having to wait:	0,34
6	8	29	1	29	30	1	2	0	Average waiting time of those who waited:	2,9411765
7	6	35	4	35	39	4	5	0		
8	5	40	6	40	46	6	1	0		
9	1	41	5	46	51	10	0	5		
10	8	49	1	51	52	3	0	2		
11	9	58	6	58	64	6	6	0		
12	5	63	2	64	66	3	0	1		
13	2	65	2	66	68	3	0	1		
14	7	72	2	72	74	2	4	0		
15	6	78	4	78	82	4	4	0		
16	4	82	6	82	88	6	0	0		
17	8	90	5	90	95	5	2	0		
18	9	99	4	99	103	4	4	0		
19	3	102	5	103	108	6	0	1		
20	3	105	2	108	110	5	0	3		
21	7	112	2	112	114	2	2	0		
22	9	121	5	121	126	5	7	0		
23	8	129	2	129	131	2	3	0		
24	9	138	5	138	143	5	7	0		
25	9	147	4	147	151	4	4	0		
26	10	157	2	157	159	2	6	0		
27	6	163	4	163	167	4	4	0		
28	8	171	6	171	177	6	4	0		
29	4	175	6	177	183	8	0	2		
30	5	180	3	183	186	6	0	3		
31	5	185	6	186	192	7	0	1		
32	4	189	3	192	195	6	0	0		

10 runs.

Run	Average time	Percent idle	Average	Fraction	Average
1	4,30	41,42%	1,00	0,34	2,94
2	5,68	31,75%	2,02	0,42	4,80
3	4,99	33,03%	1,31	0,38	3,48
4	5,00	32,36%	1,40	0,43	3,29
5	5,42	34,34%	1,93	0,44	4,43
6	4,83	33,15%	1,22	0,37	3,28
7	4,43	41,26%	0,99	0,27	3,72
8	4,69	39,02%	1,26	0,34	3,69
9	5,42	33,36%	1,88	0,43	4,41
10	4,76	35,41%	1,19	0,40	2,96

¿Qué puede decir de los resultados obtenidos?

Los resultados muestran una baja variabilidad en el desempeño del proceso en cada repetición, esto se debe a que influye un mayor número de clientes.

¿Qué similitudes o diferencias se presentan?

- El tiempo promedio en el sistema varía considerablemente, desde 4.3 hasta 5.68 minutos.
- Los valores son estables.
- Los porcentajes de tiempo inactivo oscilan entre el 31.75% y el 41.42%.
- El tiempo promedio de espera por cliente varía, pero generalmente está alrededor de 1 a 2 minutos.
- La fracción de clientes que tienen que esperar varía, pero generalmente está alrededor del 0.3 (30%) al 0.44 (44%).
- El tiempo promedio de espera de aquellos que tuvieron que esperar varía, pero generalmente está alrededor de 2.94 a 4.80 minutos.
- Al igual que con las otras medidas, algunos valores son bajos, mientras que otros son más altos.

## **CALCULAR EL INTERVALO DE CONFIANZA DE LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO**

### **Average time**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 4.952$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 0.44593970693606344$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 0.31900604899517915$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h) = (4.632993951004821, 5.271006048995179)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h) = (4.493713010105681, 5.410286989894319)$$

### **Percent idle time**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 33.937$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 3.6831779756074785$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 2.6347868007032247$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h) = (32.87521319929678, 38.14478680070323)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h) = (31.72484133071781, 39.2951586692822)$$

### **Average waiting time per customer**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 1.4200000000000002$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 0.38355066303046736$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 0.2743756155815328$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (1.1456243844184675, 1.6943756155815328)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (1.025829496458352, 1.8141705035416482)$$

### **Fraction having to wait**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 0.382$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 0.05370702416299421$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 0.038419690633159566$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (0.3435803093668404, 0.4204196906331596)$$



-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (0.3268059231842098, 0.4371940768157902)$$

### **Average waiting time of those who waited**

- La media de la muestra (sample mean)

$$\bar{X} = 3.7$$

- La desviación estándar de la muestra (sample standard deviation)

$$S = 0.6468384651518492$$

- La media anchura (half-width)

$$h = 0.46272036308213754$$

- Los intervalos de confianza (confidence intervals) para 95% y 99% de confianza.

-Intervalo de confianza 95%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (3.2372796369178625, 4.162720363082138)$$

-Intervalo de confianza 99%:

$$C.I. = (\bar{X} - h, \bar{X} + h = (3.035251720060883, 4.364748279939118)$$

¿Qué puede decir de la media y la desviación estándar de la muestra para cada medida de desempeño?

En "**Average Time**," la media es alrededor de 4.952 con una desviación estándar baja de aproximadamente 0.446, lo que indica que los datos tienden a estar cerca de la media. Los intervalos de confianza son bastante estrechos, lo que sugiere que la estimación de la media es precisa.

En "**Percent Idle Time**," la media es aproximadamente 33.937 con una desviación estándar mayor de aproximadamente 3.683, lo que indica mayor variabilidad en los datos. Los intervalos de confianza son más amplios debido a esta mayor variabilidad.

En "**Average Waiting Time per Customer**," la media es alrededor de 1.420 con una desviación estándar moderada de aproximadamente 0.384. Los intervalos de confianza son relativamente estrechos, lo que sugiere que la estimación de la media es precisa.

En "**Fraction Having to Wait**," la media es de aproximadamente 0.382 con una desviación estándar baja de aproximadamente 0.054, lo que indica que la mayoría de las personas no tienen que esperar. Los intervalos de confianza son estrechos, lo que refleja la baja variabilidad en los datos.

En "**Average Waiting Time of Those Who Waited**," la media es de aproximadamente 3.7 con una desviación estándar moderada de aproximadamente 0.647. Los intervalos de confianza son relativamente estrechos, lo que sugiere que la estimación de la media es precisa.

¿Qué análisis puede realizar de los intervalos de confianza identificados para cada medida de desempeño para el 95% y 99% de confianza?

En este caso los intervalos de confianza fueron más pequeños en tema de distancia entre ellos y representan una mejor precisión en los datos analizados.

¿Cuál combinación de número de clientes, repeticiones y porcentaje de confianza tiene la menor desviación estándar de la muestra y el menor rango del intervalo de confianza?

Con 200 clientes presentó un menor rango del intervalo de confianza, ya que con las mismas repeticiones y porcentaje de confianza arrojó un menor rango de intervalo de confianza lo cual representa una estimación de medida mucho más precisa que con la de 20 clientes.