



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SIMULACIÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ESPERA EN EL SERVICIO DE ALMUERZO EN UN COMEDOR DE UNA UNIDAD MINERA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jhon Maicol Paredes Atencio

Asesor:

Ing. Mg. Fanny Emelina Piedra Cabanillas

Cajamarca - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A las personas que apostaron por mí, para  
aquellas personas que me apoyaron en todo  
este camino, quienes nunca perdieron la fe  
en mí. Para aquellos que me recordaron que  
debo esforzarme para alcanzar mis  
objetivos.

## AGRADECIMIENTO

Le agradezco a esa persona por su  
paciencia, dedicación y apoyo al desarrollo  
de esta investigación.

Le agradezco su forma de guiarme para  
forjar esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Locaciones.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 2: Distribuciones por cada etapa del servicio de alimentación .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3: Operacionalización de variables resultados .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 4 escenarios estimulando la variable independiente .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 5: Resultados al estimular la variable independiente .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 6: Escenarios propuestos.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 7: Operacionalización de variables con la propuesta de mejora sin incremento de entidades ....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Distribución de comedor.</b>	<b>18</b>
<b>Figura 2: Diagrama de flujo.</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3: Diagrama de Ishikawa.</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4: sintaxis de locación ingreso</b>	<b>28</b>
<b>Figura 5: sintaxis de locación marcación de fotocheck</b>	<b>29</b>
<b>Figura 7: sintaxis de locación bebidas</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8: sintaxis de locación comedor</b>	<b>30</b>
<b>Figura 9: sintaxis de locación salida</b>	<b>30</b>
<b>Figura 10 Representación gráfica del sistema de simulación</b>	<b>31</b>
<b>Figura 11: Variable tiempo de ciclo</b>	<b>33</b>
<b>Figura 12: Histograma tiempo de ciclo.</b>	<b>33</b>
<b>Figura 13: Histograma tiempo de ciclo en línea de servicio.</b>	<b>34</b>
<b>Figura 14:Tiempo de espera</b>	<b>34</b>
<b>Figura 15:clientes en el sistema</b>	<b>34</b>
<b>Figura 16: Utilización de recursos</b>	<b>35</b>
<b>Figura 17: Utilización de locaciones.</b>	<b>35</b>
<b>Figura 17: Estimulación de variable independiente</b>	<b>37</b>
<b>Figura 18: Tiempo de ciclo</b>	<b>42</b>
<b>Figura 19: Histograma tiempo de ciclo.</b>	<b>43</b>
<b>Figura 20: Histograma tiempo de ciclo en línea de servicio.</b>	<b>43</b>
<b>Figura 21:Tiempo de espera</b>	<b>44</b>
<b>Figura 22:clientes en el sistema</b>	<b>45</b>
<b>Figura 23: Utilización de recursos</b>	<b>45</b>
<b>Figura 24: Utilización de locaciones.</b>	<b>46</b>

## RESUMEN

Las empresas con el fin de dar un servicio de calidad buscan entender el comportamiento de sus clientes y adaptarse. En el caso del servicio de alimentación, se observa que la satisfacción del cliente está directamente relacionada con el tiempo que conlleva obtener el producto; desde el ingreso hasta su salida del establecimiento. lo que origina una mayor exigencia en su capacidad de reacción frente a cambios exigidos por el mercado. Por lo que, en esta investigación se busca diseñar un sistema de simulación para reducir el tiempo de espera en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera, basando la investigación en un análisis en el tiempo del proceso y entrevistas. Con el fin, de obtener toda la información necesaria para elaborar un sistema confiable. De esta manera, se obtuvo un modelo en ProModel que se comporta de manera semejante a la realidad y a partir de esta, se crea un escenario simulado en donde el tiempo de espera de los clientes disminuya de 7.79 minutos a 5.43 minutos y que no conlleve a un aumento en la carga laboral por parte del personal que atiende el servicio de alimentación.

**Palabras clave:** Sistema de simulación, servicio de alimentación, ProModel

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, se observa que las personas aparentemente eligen conscientemente pasar una cantidad considerable de tiempo en cola antes de recibir un servicio. Debido a la naturaleza de los servicios, es normal encontrar líneas de espera o colas, no obstante, la percepción del tiempo consumido impacta en la conformidad del servicio, De Vries et al., (2018), menciona que la espera real y percibida puede verse influenciada por la capacidad, el diseño y las decisiones de políticas del servicio y producción.

López & Guzmán, (2004) diseñaron un modelo de líneas de espera en el proceso de reinscripción en un instituto tecnológico, que permita disminuir el tiempo de espera mediante una técnica de simulación de propósito general (GPSS). Para lo cual, analizaron el comportamiento actual obteniendo que el tiempo en el sistema para algunos alumnos supera la hora. Por lo que, propone contar con un número apropiado de servidores y de tal forma disminuir el tiempo en el sistema.

Pérez & Riaño, (2007) con el fin de mejorar el diseño de la ampliación de una cafetería de un colegio, realizaron un análisis de colas para evitar problemas en el tiempo total en el sistema, el tiempo en cola y cruces de flujo de estudiantes. Para ello realizaron análisis de escenarios mediante simulación de eventos construido en el software ARENA 9.0, modificando en número de servidores, modificaciones en la disciplina de las colas, modificaciones en disposición de puertas y modificaciones en flujos internos. Con la misma cantidad de usuarios, se obtuvo un mejor desempeño del sistema en cuanto a tiempos promedio en cola la cual presenta una reducción de 49%, el tiempo máximo en cola se reduciría en un 49%, el número de clientes promedio en cola disminuye de 9 a 7 y el número máximo de clientes en cola pasa de 72 a 61.



Nicho Barrera, (2017), busco la reducción de tiempo de espera en el servicio de comedor mediante un rediseño del proceso, en donde experimento con el número de estaciones de cobranza y una nueva distribución de las mesas en el comedor, para lo cual se apoyó de la simulación del software Simio, en la que identifiqué que la separación de líneas de espera al servicio, converjan a una y posteriormente se dividan obteniendo una reducción del tiempo en cola en un 62%.

Los tiempos prolongados en colas de servicios no son ajenos a empresas de gran envergadura como la minería. Esta es una industria que afronta diversos retos, al estar ubicado en una zona remota, alejada de la ciudad, debe cubrir con actividades indirectas como el transporte de la ciudad a la unidad minera y dentro de la unidad minera a sus diferentes frentes de trabajo, el servicio de alojamiento en campamento que también contempla las diversas recreaciones, el servicio de limpieza y mantenimiento de infraestructura y el servicio de alimentación que consta de la producción de comida, además de la atención de los comedores. En esta última, se presentan incertidumbre por el comportamiento de los clientes, la preferencia de un platillo ocasiona una escasez temprana; por temas laborales la llegada en grupos, tener tiempos ajustados para almorzar, entre otras. Ello se refleja en su proceder en cola, tener la percepción de prolongado tiempo en cola y a su vez constantes reclamos respecto al servicio. Por lo dicho anteriormente, la presente investigación muestra la necesidad de diseñar un sistema de simulación para reducir el tiempo de espera en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera.

Esta investigación proporciona una amplia gama de posibles aplicaciones para el análisis de líneas de espera o colas, bajo diversos escenarios. Obteniendo no solo medidas de desempeño, sino también una representación gráfica adecuada para el

entendimiento; por lo que, a continuación, se conceptualiza sistema de simulación y tiempo de espera.

Un sistema de simulación es la imitación de un todo, que contempla un análisis a partir de una representación abstracta de un fenómeno real a través del tiempo con el objetivo de predecir y describir comportamientos de un proceso real.

Tiempo de espera es el tiempo (minutos u horas) que le toma a un cliente pasar por todo el proceso para obtener un producto o servicio menos el tiempo de atención.

Para conseguir la simulación se hará uso del software ProModel, el cual nos permite modelar sistemas de simulación con animación y requiere una programación sencilla.

El modelaje de sistema depende en gran medida de parámetros que se interrelacionan para funcionar como un todo. Por tal motivo, a continuación, se describen el sistema de colas, los parámetros y comandos de programación de ProModel

Para el desarrollo de un modelo de simulación se requieren: Entidades, que por lo general es la representación de los flujos de entrada y salida en un sistema, en este estudio son los clientes. La cantidad de personas o clientes que llegan al sistema en un periodo de tiempo se denomina tasa de entrada o interllegada y en ProModel arribos, los cuales se expresan bajo una distribución.

Locaciones, son todos aquellos lugares en los que las entidades pueden detenerse para poder ser transformados. Cada una de estas locaciones tienen una tasa de atención, que es la cantidad de entidades que el recurso puede atender en el mismo periodo de tiempo, en ProModel se lo expresa por el comando WAIT, y si esta asignada a un recurso usando el comando USE FOR.

El uso o porcentaje de utilización de recursos y locaciones es la relación entre la tasa de entrada y la tasa de atención, esto nos indicaría si el recurso está teniendo una sobre carga laboral y en que locación se está dando. Además de conocer en que locaciones

se está generando prolongaciones de tiempo de las entidades. Para poder realizar una captación de tiempo es necesario realizar el uso de variables y para realizar de cálculos o análisis es necesario el uso de atributos, puesto que es una característica de una entidad.

Para poder lograrlo, es necesario el uso de comandos como INC el cual incrementa el valor de una expresión numérica específica a una variable o atributo, su contra parte DEC el cual decremento el valor y el comando IF THEN ELSE en cual ejecuta un bloque de instrucciones o sentencias si la condición es verdadera.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida el diseño de un sistema de simulación reducirá el tiempo de espera en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de simulación para reducir el tiempo de espera en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico del tiempo de espera de los clientes.
- Modelar el sistema de simulación del servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera.
- Evaluar el tiempo de espera de los clientes en la simulación.
- Crear escenario donde disminuya el tiempo de espera de los clientes en la simulación.

## **1.4. Hipótesis**

El diseño de un sistema de simulación permitirá reducir el tiempo de espera del servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación se realiza bajo un enfoque cuantitativo dado que se estudia un proceso estructurado para explicar cómo los parámetros del sistema de simulación influyen en el tiempo de espera. Por lo que, el diseño de investigación es cuasiexperimental, ya que se manipula intencionalmente la variable independiente para observar su efecto en la variable dependiente; Y implica grupos intactos en la adquisición de datos, a su vez, genera un descontrol de los datos recolectados, que se usara en desarrollo de la simulación.

### 2.2. Población y muestra

La investigación está basada en el proceso del servicio de almuerzo en un comedor, por lo que, no se contempla una población o muestras. Tan solo la unidad de estudio, la cual, es cada uno de los elementos del proceso del servicio de almuerzo en el comedor.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

El sistema de simulación se realizará en el software ProModel, por lo que se requiere tener el claro entendimiento del comportamiento de los clientes del servicio de alimentación. Ante ello, se realiza una entrevista con el supervisor del comedor, una observación directa del comedor y el proceso que se realiza; y la recolección de información para poder realizar un análisis.

En la observación directa y en la entrevista, se busca un entendimiento del proceso del servicio de alimentación, en donde se pueda determinar el diagrama de proceso, el comportamiento de los clientes, la distribución del comedor. Con ello, poder definir los puntos a considerar en la ficha de toma de tiempo Marca fotocheck, coge una entrada, una sopa, un segundo, se sirve ensalada, una bebida, comer y dejar su bandeja

(anexo N°2). Y posteriormente, realizar la toma de tiempo, la que contempla el registro

de la hora en el que cada usuario pasa por las diferentes operaciones mencionadas en el diagrama de flujo. Tras ello, se lleva los datos recolectados a una hoja de cálculo.

Con los datos en una hoja de cálculo, se realiza un gráfico a los tiempos de cada una de las operaciones para notar cuál es su comportamiento (tiempo vs cantidad). Y poder un método gráfico determinar que función representa mejor los datos. Con ello también, definir los elementos que el sistema de simulación requiera como son las entidades, estado del sistema, eventos actuales y futuros, locaciones, recursos, atributos, variables, y el reloj de la simulación.

Posteriormente, se realizará corrida de la simulación obteniendo un pre test con el cual se realizará la comparación con los datos después de realizar la estimulación de la variable sistema de simulación.

## 2.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente:</b> <b>Sistema de simulación</b>	La simulación es una herramienta de análisis que conceptualiza la realidad como un sistema y la utiliza para conformar otro sistema que imite y contenga elementos esenciales de la estructura y función que se aprecia en esta. (Dunna et al., 2006)	Locaciones	Número de servidores en cada área de atención
		Ocurrencias	Número de clientes que ingresan al sistema
		Recursos	Cantidad de trabajadores
		Arribos	Número de clientes que ingresan al sistema por minuto
		Reloj de simulación	Tiempo de atención en corrida del sistema
<b>Variable dependiente:</b> <b>Tiempo de espera</b>	El tiempo de espera es la diferencia entre el tiempo de estancia en el sistema y el tiempo de atención. (Hopp & Spearman, 2011)		Tiempo del ciclo
		Tiempo	Tiempo promedio de atención
			Tiempo de espera máximo
		Cantidad	Cantidad promedio de clientes en sistema
			Cantidad promedio de clientes en cola
	Capacidad	% Utilización de locaciones	
		% Utilización de recursos	

Fuente: Elaboración propia

La variable dependiente tiempo de espera, de los clientes del servicio de alimentación

se lo cuantificara en tres puntos, tiempo, cantidad y capacidad. El tiempo que le toma a los clientes pasar por todas las áreas, el tiempo promedio que se demoran al ser atendidos y el tiempo de espera máximo que los clientes les toma para ser atendidos.

La cantidad promedio de clientes en sistema, dicho de otra forma, el aforo del comedor, y la cantidad promedio de clientes en cola. La capacidad se lo medida por el porcentaje de utilización de locaciones y recursos.

La variable independiente sistema de simulación se cuantifica en parámetros de programación del sistema en sí, como son locaciones, ocurrencia, recursos, arribos y reloj de simulación.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Descripción general

La unidad minera establece que el concesionario encargado de brindar el servicio de alimentación, lo facilitará a todo su personal cumpliendo con estándares legales mínimos que aplique el sector alimenticio, además de estándares internos, cuya finalidad es asegurar una alimentación sana, segura y de calidad. El personal a quien va orientado el servicio descrito tiene diversos régimen y frentes de trabajo como se explicará más adelante. Para la realización de estas actividades, la unidad minera cuenta con la infraestructura necesario dentro de su operación cocina central y comedores.

El concesionario deberá de proveer de los diferentes servicios de alimentación, desayuno, almuerzo, cena, refrigerios, atención de kitchenettes, víveres y otros servicios en casos especiales según corresponda en los diferentes frentes de trabajo a todo el personal de la unidad minera y del personal autorizados como visitas o empresas terceras que realicen trabajos en la unidad minera. Por lo que, para la prestación del servicio se tendrá en cuenta lo siguientes detalles:

#### 3.1.1. El horario de trabajo

La unidad minera cuenta con diversos regímenes de trabajo atípicos, por lo que, se lo detalla, para que el concesionario pueda planificar adecuadamente todo lo relacionado a la prestación del servicio.

- Horario 5x2: es el horario de trabajo de 5 días y 2 días de descanso.
- Horario 4x4: 4 días de trabajo continuo, con pernote en campamento y luego 4 días de descanso continuos.
- Horario 4x3: 4 días de trabajo continuo, con pernote en campamento y luego 3 días de descanso continuos.



- Horario 8x6: 8 días de trabajo continuo, con pernoche en campamento y luego 6 días de descanso continuos.

### **3.1.2. El menú**

El concesionario de alimentos tendrá que contemplar como mínimo el balance nutricional e información de los alimentos, el sabor y sazón apropiada, la variedad y armonía de los cíclicos y la estandarización de las preparaciones como de platos y procesos. Por otro lado, la estructura del menú para el almuerzo consiste en:

- 1 plato de salad bar con la siguiente composición: ensalada especial, 02 opciones simple de verduras y 01 porción de entrada haciendo todo esto componentes un gramaje de 135 gr.
- 01 plato de sopa 350 ml, siendo el gramaje de cárnico, pulpa sin hueso, de 40grs en cocido.
- 01 plato de fondo cárnico entre 02 opciones de plato de fondo caliente
- Guarnición (arroz más 2 opciones).
- 01 vaso de refresco de 300ml teniendo 02 opciones a escoger.
- Opción permanente de café e infusiones.

### **3.1.3. Horario de atención**

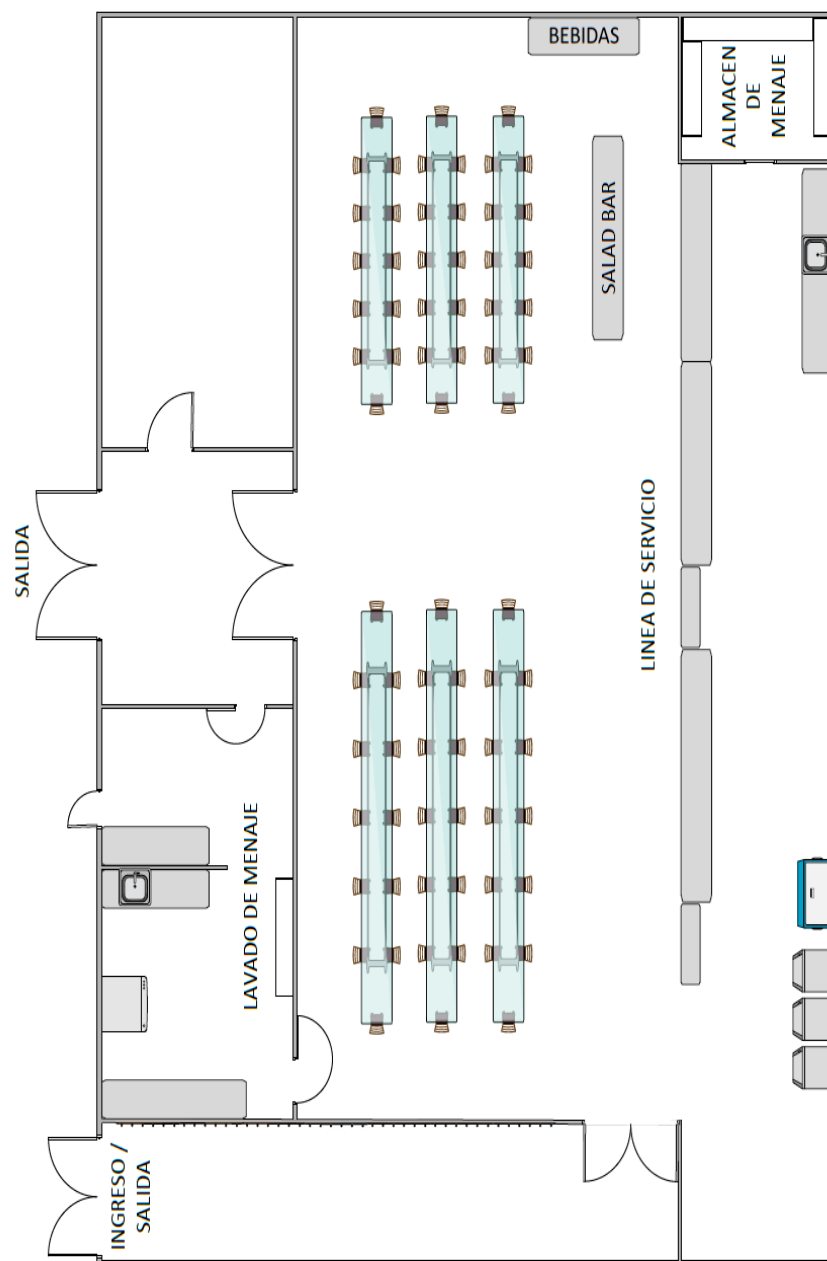
Actualmente la unidad minera cuenta con 3 comedores, el comedor principal está ubicado continuo a la cocina principal en el campamento. Adicionalmente, se cuenta con 4 bases para el personal de seguridad, a quienes también se atenderán con los servicios de desayuno, almuerzo y cena. El horario de atención de cada comedor está dado según las necesidades de sus actividades u operación de cada frente de trabajo. el frente de trabajo que se está analizando se encuentra a 7 km del comedor principal, el cual consta de una oficina, un

área de operaciones y un comedor, en la Figura 1 se muestra la distribución.

Por lo que se tiene el siguiente horario, (el desayuno y cena solo se dan en el comedor principal):

- Servicio de kitchenette: 7:00 a.m. a 8:00 a.m.
- Almuerzo empleado: 12:00 p.m. a 2:00 p.m.
- Coffee Break: 8:00 a.m. a 6:00 p.m. (Previa solicitud de 24 horas)

Figura 1: Distribución de comedor.



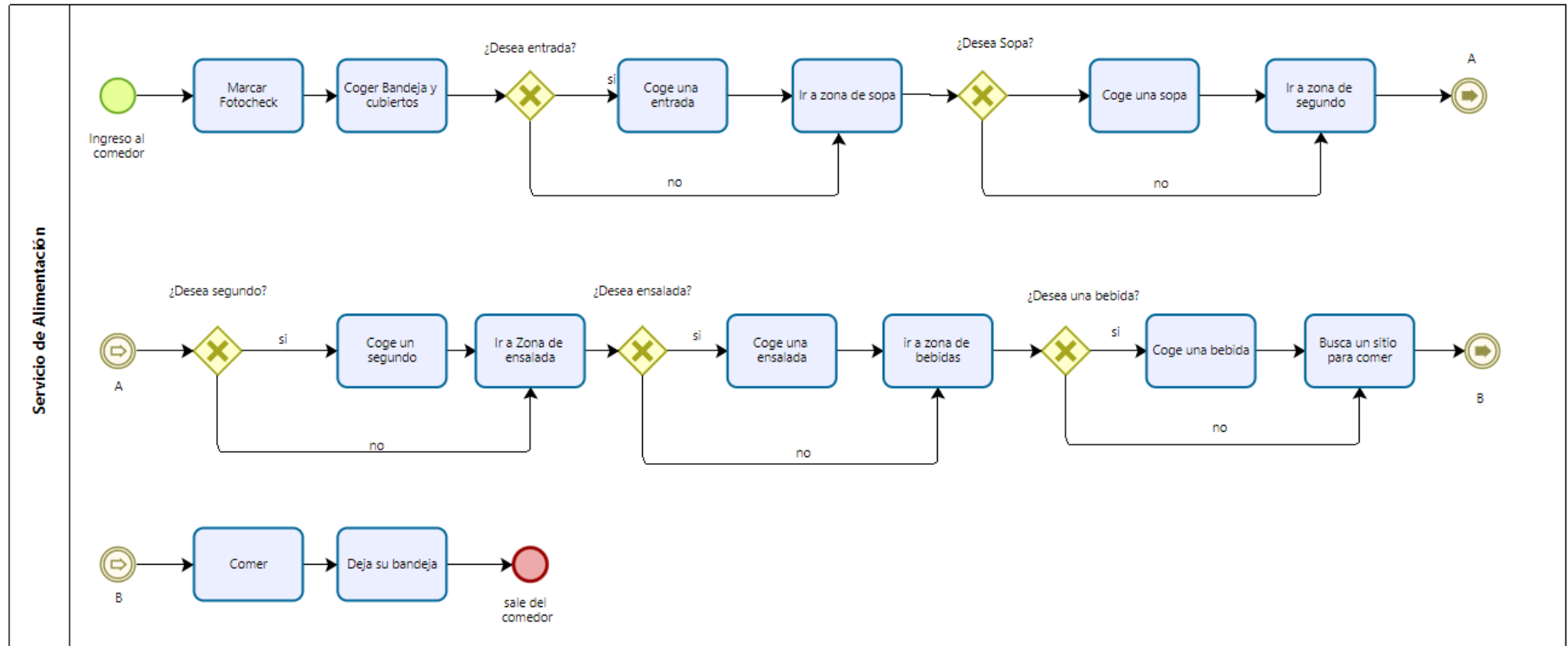
Fuente: Elaboración propia

### **3.2. Diagnóstico del área de estudio.**

#### **3.1.1. Diagrama de flujo.**

Teniendo el punto de vista del usuario del servicio de alimentación, se muestra el diagrama de flujo en la Figura 2, donde inicia dentro del comedor en cuando se registra con su fotocheck, seguidamente pasa por la línea de servicio en donde coge cada uno de los alimentos requeridos y a continuación se dirige a un sitio disponible para el consumo de los alimentos y finalmente deja su bandeja en el área correspondiente para poder salir del comedor.

Figura 2: Diagrama de flujo.

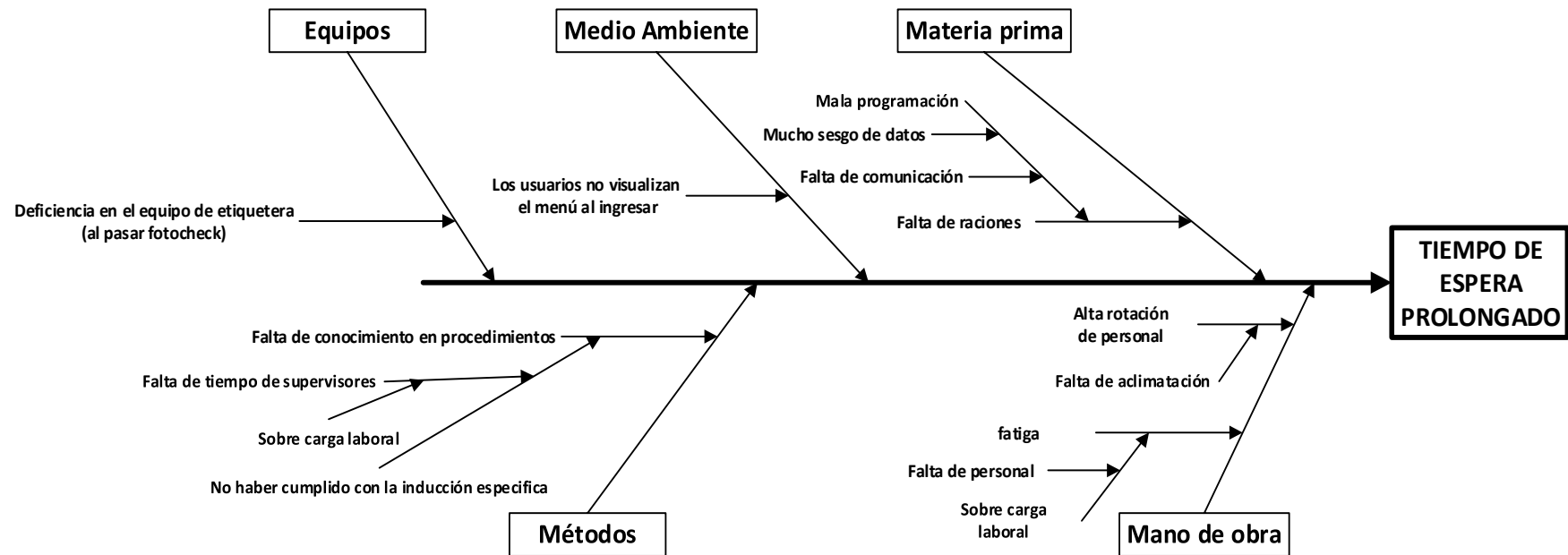


Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.2. Análisis de causa efecto

La identificación de las causas al problema planteado, se realiza un diagrama de causa efecto mostrado en la Figura 3.

Figura 3: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

Como muestra el diagrama, se está considerando los factores equipos, medio ambiente, materia prima, métodos y mano de obra. En cada una de ellas se busca algún factor que resulte como consecuencia el prolongar el tiempo de espera de los clientes. Donde podemos recalcar, que se debe mejorar el sistema de registro de fotocheck, lo que ocasiona usar un método paralelo, el cual es anotarse en una hoja de registro, por falta de realizar un proceso administrativo entre la empresa contratista y entidad minera para agregar a la base de datos del sistema de servicio de alimentación a empresas contratistas. y eliminar datos erróneos en la información usada en la elaboración de la programación de raciones. Otro punto, es la alta rotación del personal ocasionando, falta de personal y la interrupción de labores de supervisores para realizar inducciones a personal ingresante, que, a su vez no se puede completar satisfactoriamente por la sobrecarga laboral.

### **3.1.3. Horario de atención**

La apertura del comedor es por dos horas, de acuerdo con las normativas de la unidad minera. No obstante, en la práctica esta se extiende unos minutos más, ya que, en ocasiones un grupo de clientes ingresen al comedor en el último minuto y esto genera que a la última persona a ser atendido este fuera del horario establecido. En el modelo se crea dos calendarios, el primero horario del comedor con una apertura de 3 horas y 15 minutos. Y el segundo. Horario del almuerzo con una apertura de 2 horas y 15 minutos.

### **3.1.4. Interllegada**

En las observaciones realizadas, se obtuvo que el tiempo promedio de llegada entre cada usuario es de 46 segundos, lo que representaría una interllegada de

1.3 clientes por minuto. En ProModel se ingresa ese dato en Arribos. En el anexo N°3, se muestra los tiempos obtenidos en la observación del servicio.

#### **3.1.4.1. Arribos**

Los arribos son el ingreso de entidades al sistema, en este modelo a la locación Ingreso, con la frecuencia es una distribución normal con una media de 46 segundos y la ocurrencia es la población que es 120 clientes.

#### **3.1.5. Entidades**

La entidad está conformada por los clientes, en este modelo tiene la denominación CLIENTE y consta del icono worker, como se muestra en el anexo N°06.

#### **3.1.6. Locaciones**

Las locaciones se las resumen en la tabla N°2, las cuales tienen una denotación similar al proceso, respecto al diagrama de flujo mostrado en la Figura N°2. Además, se muestra la capacidad de clientes que puede albergar cada una. Cabe resaltar que, la regla de decisión para todas las locaciones es más tiempo con prioridad y se creó dos locaciones auxiliares de ingreso y salida para facilitar la representación gráfica. Con tal finalidad la representación gráfica se basó en la distribución del comedor y las locaciones son representadas con el icono punto de entidad como se muestra en los anexos N° 04 y 05.

Tabla 1: Locaciones

Operación	Locaciones	Capacidad
Marca Fotocheck	Marcación_de_FOTK	5
Bandeja y Cubierto	Cubierto_y_bandeja	3
Entrada	Entrada	3
Sopa	Sopa	5
Segundo	Segundo	5
Ensalada	Salad_Bar	4
Bebida	Bebidas	2
Tiempo en Comer	Comedor	150
Tiempo Deja su bandeja	Porta_bandeja	2
Ingreso	ingreso	inf
Salida	Salida	inf

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.6.1.Red de ruta

La red de ruta de nombre R\_Operario\_Linea consta de 7 nodos de N1 al N7, las cuales son bidireccionales y están referenciadas a una locación, como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3: interfaces

Nodo	Locación
N1	Marcación_de_FOTK
N2	Cubierto_y_bandeja
N3	Entrada
N4	Sopa
N5	Segundo
N6	Salad_Bar
N7	Bebidas

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.7. Recursos

El recurso tiene como nombre Operario\_Linea, los cuales son 3 unidades y tiene las siguientes especificaciones, la red de ruta por donde se desplaza es R\_Operario\_Linea, home es N1, búsqueda del recurso más cercano, búsqueda de entidad con mayor tiempo esperando y con una restricción de tiempo de dos horas de servicio en línea.



### 3.1.8. Variables

Para tener una mejor perspectiva del sistema de simulación se establece la creación de las variables, total de clientes procesados, que contemple todos aquellos que hayan culminado todo el proceso; clientes en el sistema, el cual es el número total de clientes que se encuentran en cualquier parte del proceso; clientes en línea, todos los clientes que estén entre marcación de fotocheck y bebidas incluyendo estas; tiempo de ciclo total, el cual es el tiempo que le tomo realizar todo el proceso y el tiempo de ciclo en línea, el cual solo contempla el tiempo que le toma hasta llegar al proceso de bebidas. Su denotación y tipo de variable se muestra en la tabla 4, y la representación gráfica se lo muestra en anexo N° 07.

Tabla 4: Variables

<b>Variables</b>	<b>Denotación</b>	<b>Tipo de variable</b>
<b>Total de clientes procesados</b>	V_TOTAL_USU_PROCESADOS	Integer
<b>Clientes en el sistema</b>	V_usu_en_el_sistema	Integer
<b>Clientes en Línea</b>	V_usu_en_Linea	Integer
<b>Tiempo de ciclo Total</b>	V_tiempo_de_ciclo	Real
<b>Tiempo de ciclo en Línea</b>	V_tiempo_de_ciclo_en_linea	Real

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.8.1. Atributos

Para calcular las variables tiempo de ciclo total y en línea, es necesario la creación del atributo A\_hora\_arribo, el cual registra el tiempo en el que la entidad ingresa al sistema, por lo que este atributo es de tipo real.

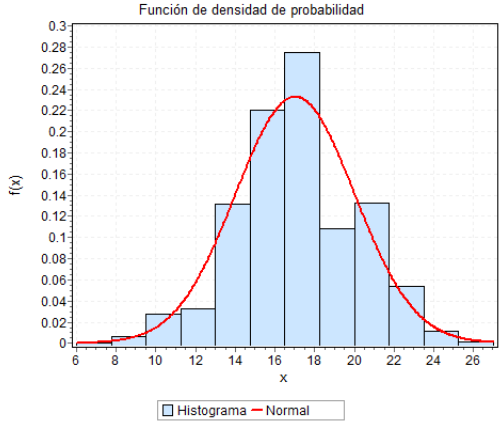
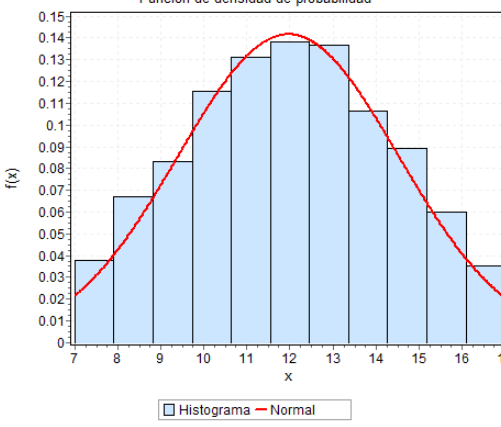
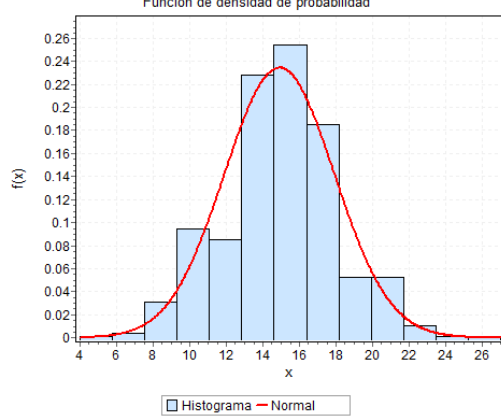
### 3.1.9. Porcentaje de Utilización

El software ProModel, nos brinda el cálculo de porcentaje de utilización tanto de locaciones como de recursos. En tanto se haya realizado la programación de ambas.

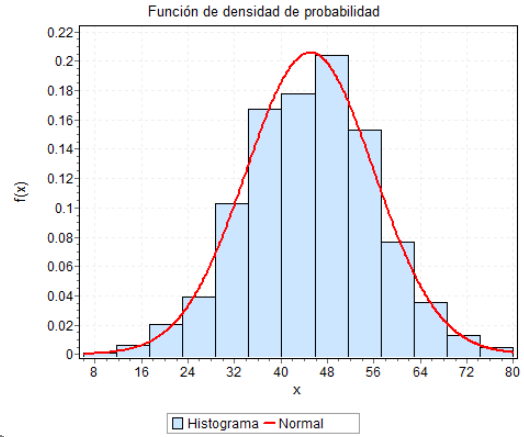
### 3.1.10. Tiempo de ciclo

Lo tiempos medidos fueron graficados en histogramas para definir el tipo de distribución y posteriormente los parámetros de cada una de las etapas analizadas, las cuales se resumen en la tabla 1. Dónde:  $\mu$  = Media de la distribución normal y  $\sigma$  = desviación estándar de la distribución normal.

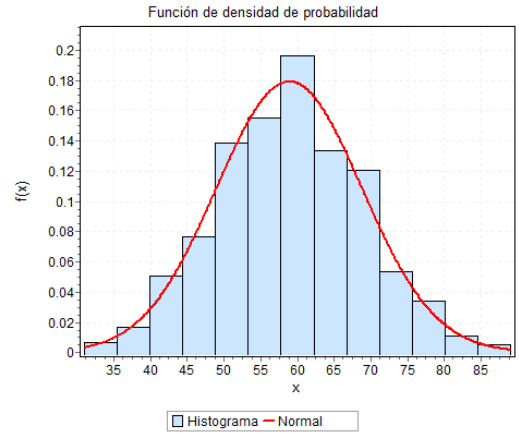
Tabla 2: Distribuciones por cada etapa del servicio de alimentación

Variable	Distribución	Parámetros	Grafico
Marcación de fotocheck	Normal	$\mu: 17$ $\sigma: 9$	
Bandeja y Cubierto	Normal	$\mu: 12$ $\sigma: 5$	
Entrada	Normal	$\mu: 15$ $\sigma: 9$	

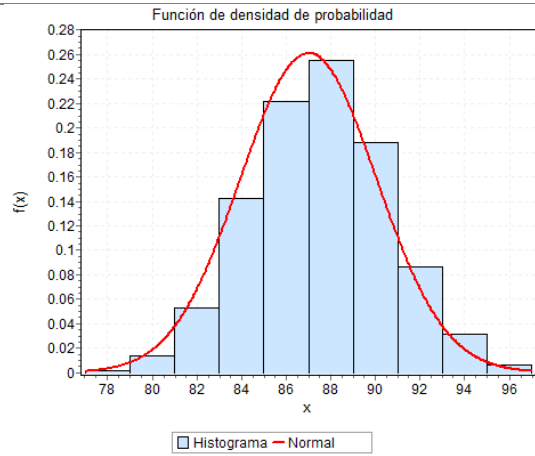
**Sopa** Normal  $\mu: 45$   
 $\sigma: 35$



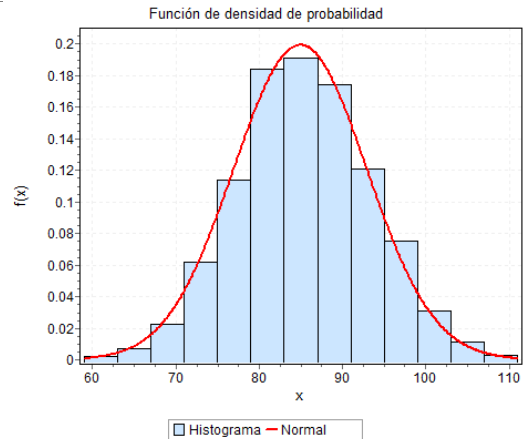
**Segundo** Normal  $\mu: 60$   
 $\sigma: 28$



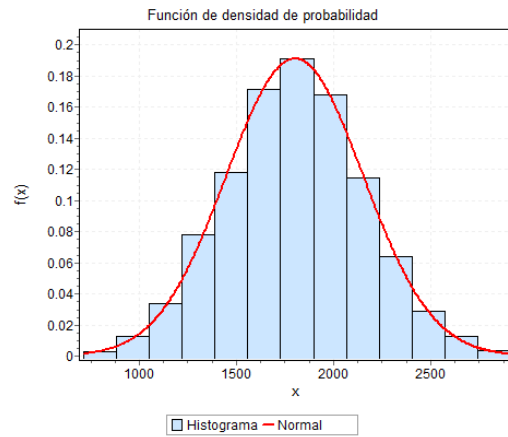
**Ensalada** Normal  $\mu: 87$   
 $\sigma: 9$



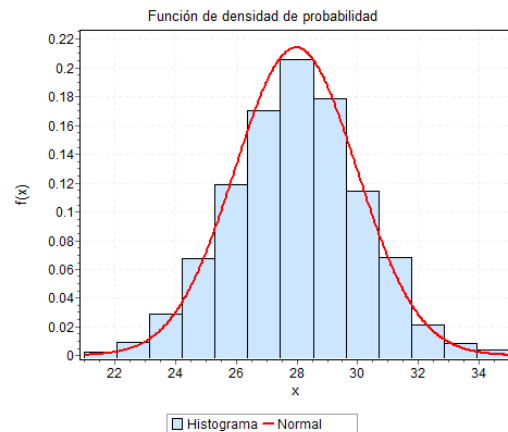
**Bebida** Normal  $\mu: 85$   
 $\sigma: 25$



**Tiempo en Comer** Normal  $\mu: 1818$   
 $\sigma: 1084$



**Tiempo Deja su bandeja** Normal  $\mu: 28$   
 $\sigma: 6$



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.11. Programación del modelo

La programación se basa en indicar que el cliente (entidad) ingresa y sale por cada una de las locaciones realizando una operación, que le toma un determinado tiempo mencionados en la tabla N° 1. La sintaxis para cada locación de explica a continuación:

Ingreso: Se declara que el atributo hora de arribo como `clock()`, para registrar en qué momento los clientes están ingresando al sistema. Y las variables usuarias en el sistema y clientes en línea incrementan en 1.

Figura 4: sintaxis de locación ingreso

```
1 A_hora_arribo = Clock()
2 Inc V_usu_en_el_sistema, 1
3 Inc V_usu_en_linea, 1
```

Fuente: Elaboración propia.

Marcación de Fotocheck: el cliente espera hasta que el recurso lo atienda y el tiempo que le toma se expresa con “N” distribución normal, mencionando tiempo promedio y la desviación estándar.

Figura 5: sintaxis de locación marcación de fotocheck

```
1 Use Operario_Linea For N(17,9)SEC
```

Fuente: Elaboración propia.

Cubiertos y bandejas: Al ingresar un cliente a la locación, la variable de abastecimiento de cubiertos se incrementa en uno y se ejecuta de sentencia IF si la variable es menor a 80 el recurso le toma un tiempo, caso contrario “ELSE” al recurso le toma un segundo tiempo y decrementa el valor de la variable a cero. Esta sentencia es por la capacidad de cubiertos que alberga 80, Y el enrutamiento de salida de la locación es probabilidad, ya que una parte de los clientes no desean ingresar a la siguiente locación por lo que la salta y sigue con la subsiguiente, en este caso salta la locación entrada y pasan a la locación sopa. La sintaxis de la locación de entrada, sopa, segundo, salad bar, bebidas son iguales. Al igual del enrutamiento de salida, a excepción de la locación bebidas

Figura 6: sintaxis de locación cubiertos y bandejas

```
1 Inc V_abs_cub, 1  
2  
3 If V_abs_cub<80 Then  
4 {  
5     WAIT N(12,5)SEC  
6 }  
7 Else  
8 {  
9     Use Operario_Linea For N(22,5)SEC  
10    Dec V_abs_cub, V_abs_cub  
11 }
```

Fuente: Elaboración propia.

En la locación de bebidas cuenta con lógica de movimiento, en la cual se decrementa la variable clientes en línea en uno, incrementa la variable clientes procesados en uno y se calcula el tiempo de ciclo en línea, el cual es la diferencia del tiempo en ese instante con el atributo hora de arribo.

Figura 6: sintaxis de locación bebidas

```
1 Dec V_usu_en_Linea, 1
2 Inc V_TOTAL_USU_PROCESADOS, 1
3 V_tiempo_de_ciclo_en_linea = Clock()-A_hora_arribo
```

Fuente: Elaboración propia.

Comedor, se declara el tiempo que le toma a los clientes con el comando WAIT y la distribución normal con N. de igual forma en la locación de porta bandeja.

Figura 7: sintaxis de locación comedor

```
1 WAIT N(30,18)MIN
```

Fuente: Elaboración propia.

Salida, se declara el decremento en la variable clientes en el sistema en uno y el cálculo de la variable tiempo de ciclo total el cual es la diferencia del tiempo en ese instante y el atributo hora de arribo.

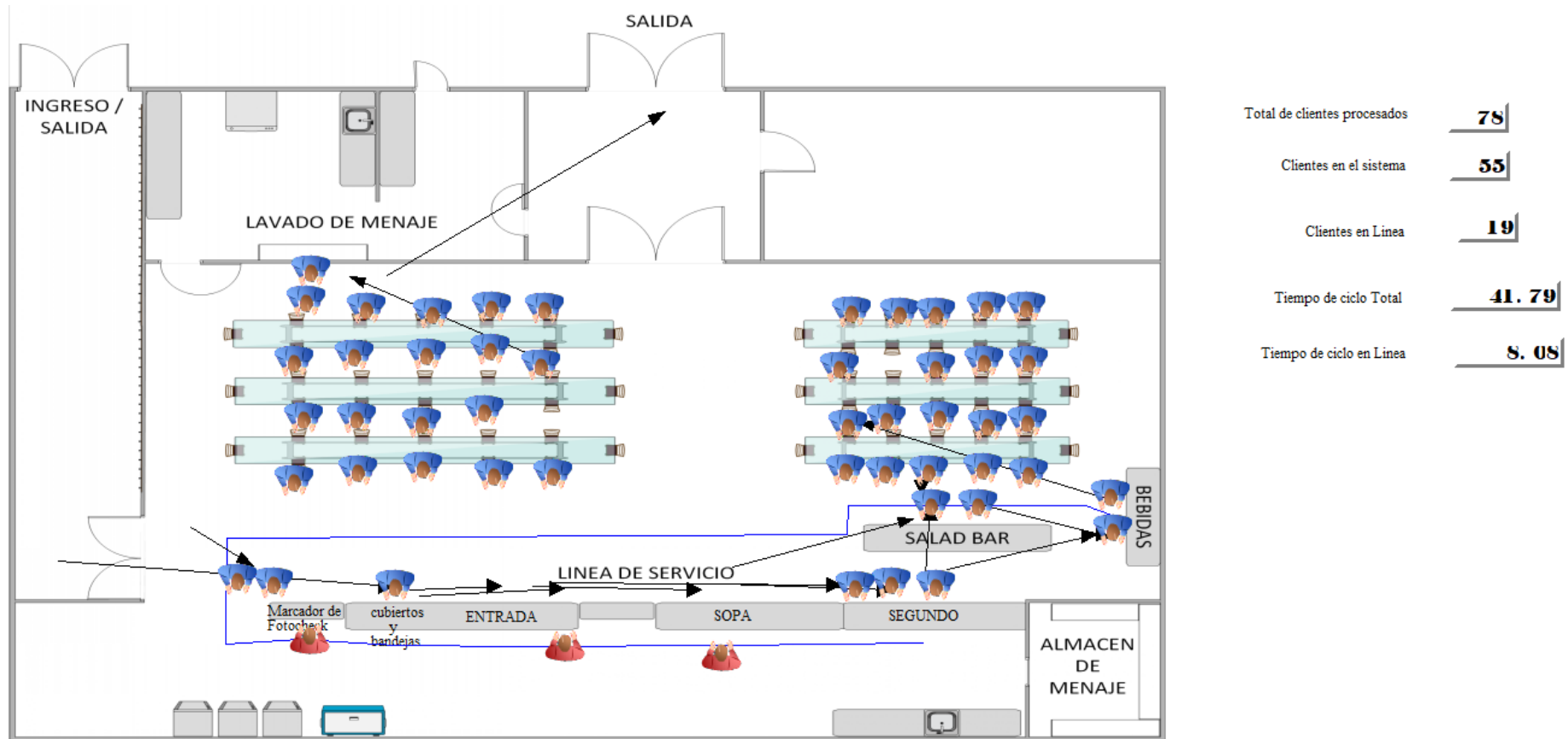
Figura 8: sintaxis de locación salida

```
1 Dec V_usu_en_el_sistema, 1
2 V_tiempo_de_ciclo = Clock()-A_hora_arribo
```

Fuente: Elaboración propia.

Con ello obtenemos el sistema de simulación del servicio de almuerzo, lo cual se puede observar en la Figura 10.

Figura 9 Representación gráfica del sistema de simulación



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.12. Operacionalización de variables resultados

Tabla 3: Operacionalización de variables resultados

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Resultado (Pre test)
<b>Variable independiente: Sistema de simulación</b>	La simulación es una herramienta de análisis que conceptualiza la realidad como un sistema y la utiliza para conformar otro sistema que imite y contenga elementos esenciales de la estructura y función que se aprecia en esta. (Dunna et al., 2006)	Locaciones	Número de servidores en cada área de atención	11
		Ocurrencias	Número de clientes que ingresan al sistema	120
		Recursos	Cantidad de trabajadores	3
		Arribos	Número de clientes que ingresan al sistema por minuto	1.3 clientes
		Reloj de simulación	Tiempo de atención en corrida del sistema	2 horas 15 minutos
<b>Variable dependiente: Tiempo de espera</b>	El tiempo de espera es la diferencia entre el tiempo de estancia en el sistema y el tiempo de atención. (Hopp & Spearman, 2011)	Tiempo	Tiempo del ciclo	38.69 minutos
			Tiempo promedio de atención	9.12 minutos
			Tiempo de espera máximo	7.79 minutos
		Cantidad	Cantidad promedio de clientes en sistema	30 clientes
			Cantidad promedio de clientes en cola	10 clientes
		Capacidad	% Utilización de locaciones	24.16%
% Utilización de recursos	61.76%			

Fuente: Elaboración propia



Tras realizar la corrida de la simulación obtenemos que en promedio cada usuario le toma realizar todo el servicio de almuerzo 38.69 minutos, Figura N°11, el cual está por debajo de los 45 minutos permitidos por la empresa minera.

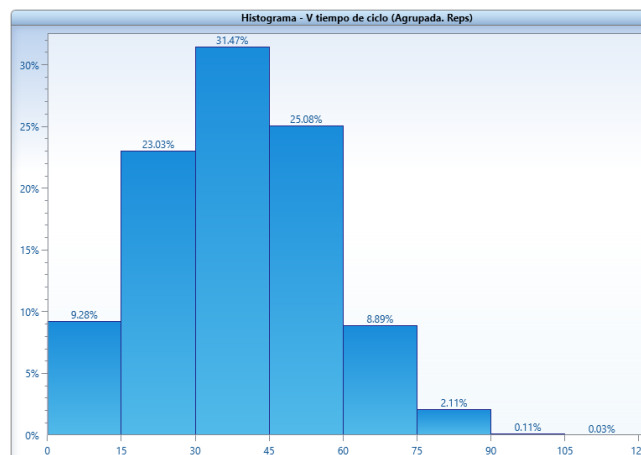
Figura 10: Variable tiempo de ciclo

Variable Resumen (Prom. Reps)		
Nombre	Valor Máximo	Valor Promedio
V tiempo de ciclo	83.87	38.69
V tiempo de ciclo en línea	14.70	9.12

Fuente: Elaboración propia

No obstante, en el histograma mostrado en la Figura 12, muestra que 36.22% de los clientes superan el tiempo permitido; que puede llegar a los 105 minutos en algunas replicas. Esto puede ser por el tiempo que les toma pasar por toda la línea de servicio, que en promedio es de 9.12 minutos y se puede extender a un máximo de 14.7 minutos en promedio de todas las réplicas, no obstante, en algunas replicas puede llegar hasta los 23 minutos.

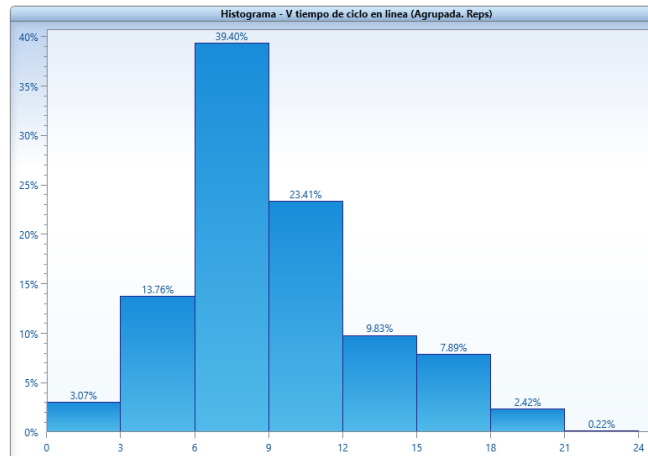
Figura 11: Histograma tiempo de ciclo



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13, muestra que el 20.36% de los clientes les toma más de 12 minutos pasar toda la línea de servicio.

Figura 12: Histograma tiempo de ciclo en línea de servicio



Fuente: Elaboración propia

El tiempo de espera promedio que se muestra en la Figura 14, es de 3.2 minutos, no obstante, en a este valor se le debe sumar el tiempo de bloqueo, tiempo en el que la entidad no puedo realizar ningún proceso, que es 0.61 minutos lo que nos da un 3.81 minutos de espera real. Y en condiciones donde se tiene gran afluencia de clientes se obtiene un tiempo de espera de 6.6 y un tiempo de bloqueo de 1.19 lo que nos da 7.79 minutos de espera real.

Figura 13:Tiempo de espera

Entidad Resumen (Prom. Reprs)					
Réplica	Nombre	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
Ávg	CLIENTE	38.69	3.20	34.88	0.61
Max	CLIENTE	42.48	6.60	39.32	1.19

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de promedio de clientes en el sistema es de 30 personas, y puede llegar a 55 clientes. Y la cantidad promedio de clientes en línea es de 10, el cual puede llegar a 20 clientes en línea.

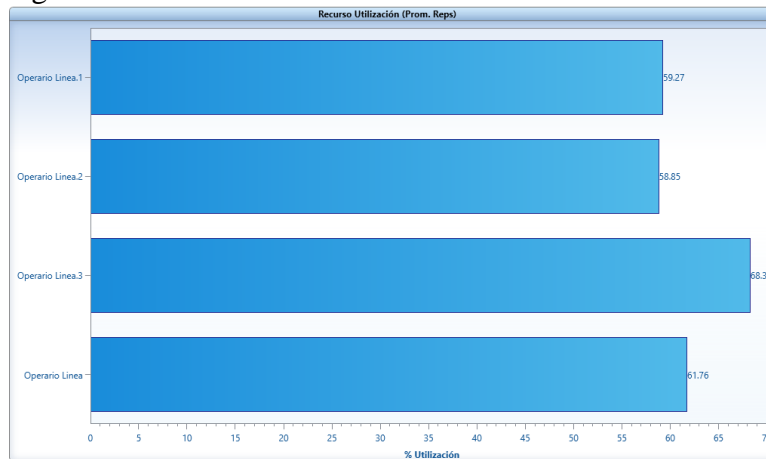
Figura 14:clientes en el sistema

Variable Resumen (Prom. Reprs)		
Nombre	Valor Máximo	Valor Promedio
V usu en el sistema	54.17	29.27
V usu en Línea	19.83	9.72

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el porcentaje de utilización de los recursos, que son los operarios en línea, se muestra en la *Figura 15*; los cuales cuentan con porcentajes relativamente bajos, ya que oscilan entre los 59.27% y 68.30% en promedio de todas las réplicas.

Figura 15: Utilización de recursos



Fuente: Elaboración propia

Esto es reflejado en el porcentaje de utilización de locaciones que dependen de los recursos, marcación de fotocheck, sopa y segundo, como lo muestra la *Figura 17*. Teniendo un porcentaje general de 24.16% entre todas las locaciones.

Figura 16: Utilización de locaciones

Locación Resumen (Prom. Reps)		
Réplica	Nombre	% Utilización
Avg	Marcación de FOTK	27.97
Avg	Cubierto y bandeja	7.08
Avg	Entrada	4.10
Avg	Sopa	24.83
Avg	Segundo	36.02
Avg	Salad Bar	31.07
Avg	Bebidas	59.80
Avg	Comedor	15.25
Avg	Porta bandeja	11.34

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.13. Estimulación de variables

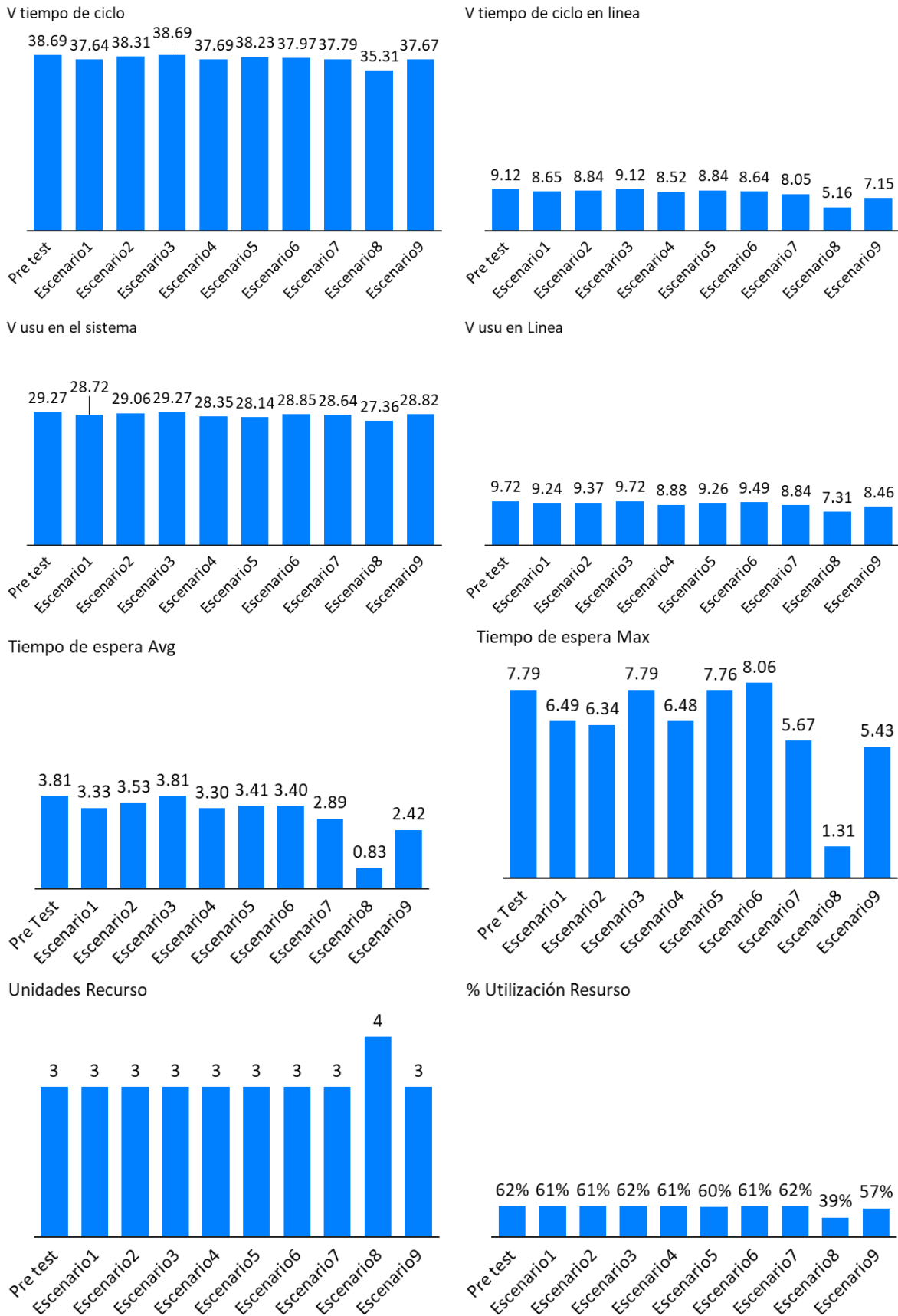
Tabla 4 escenarios estimulando la variable independiente

Escenario	Estimulación
Escenario 1	aumenta una unidad la locación Marca Fotocheck
Escenario 2	aumenta una unidad la locación Bandeja y Cubierto
Escenario 3	aumenta una unidad la locación Entrada
Escenario 4	aumenta una unidad la locación Sopa
Escenario 5	aumenta una unidad la locación Segundo
Escenario 6	aumenta una unidad la locación Ensalada
Escenario 7	aumenta una unidad la locación Bebida
Escenario 8	aumenta una unidad el recurso
Escenario 9	aumenta 15 minutos el reloj de simulación

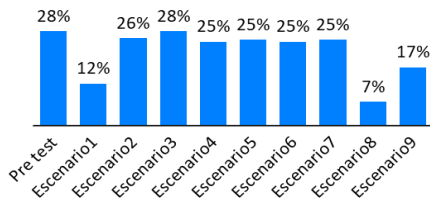
Fuente: Elaboración propia

Después de realizar la corrida de la simulación de todos los escenarios obtenemos los resultados que se muestran en la figura 17. En donde podemos observar que la mayor disminución de tiempo de ciclo, promedio de atención y tiempo de espera máximo se da en el escenario 8, el cual es el aumento de recursos en un trabajador. Seguidamente el escenario 9, la segunda mejor disminución de tiempo de espera. En la tabla 5 se muestra la comparación entre los diferentes escenarios, el cual muestra la estimulación de la variable independiente en sus diferentes dimensiones y el resultado del estímulo en la variable dependiente.

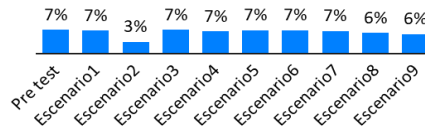
Figura 17: Estimulación de variable independiente



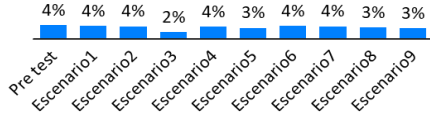
% Utilización Marcación de FOTK



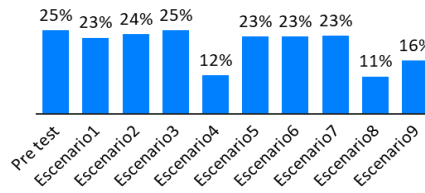
% Utilización Cubierto y bandeja



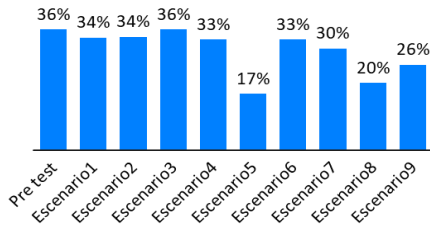
% Utilización Entrada



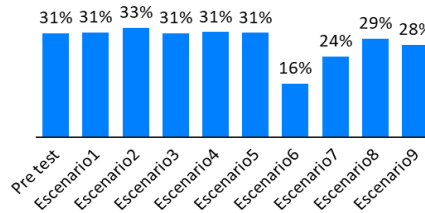
% Utilización Sopa



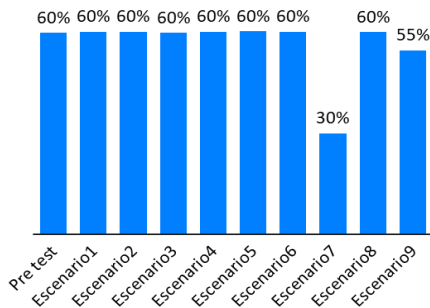
% Utilización Segundo



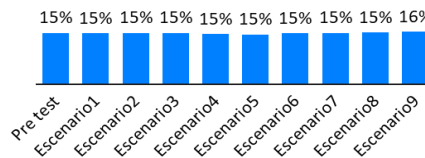
% Utilización Salad Bar



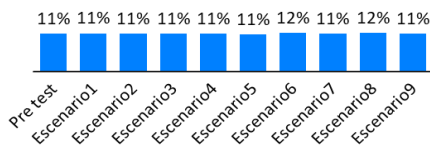
% Utilización Bebidas



% Utilización Comedor



% Utilización Porta bandeja



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Resultados al estimular la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Resultado (Pre Test)	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	
<b>Variable independiente: Sistema de simulación</b>	Locaciones	Número de servidores en cada área de atención	11	12	12	12	12	12	12	12	11	11	
	Ocurrencias	Número de clientes que ingresan al sistema	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
	Recursos	Cantidad de trabajadores	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	
	Arribos	Número de clientes que ingresan al sistema por minuto	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes	
	Reloj de simulación	Tiempo de atención en corrida del sistema	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 15 minutos	2 horas 30 minutos
<b>Variable dependiente: Tiempo de espera</b>	Tiempo	Tiempo del ciclo (minutos)	38.69	37.64	38.31	38.69	37.69	38.23	37.97	37.79	35.31	37.67	
		Tiempo promedio de atención (minutos)	9.12	8.65	8.84	9.12	8.52	8.84	8.64	8.05	5.16	7.15	
		Tiempo de espera máximo (minutos)	7.79	6.49	6.34	7.79	6.48	7.76	8.06	5.67	1.31	5.43	
	Cantidad	Cantidad promedio de clientes en sistema	30	29	30	30	29	29	29	29	29	28	29
		Cantidad promedio de clientes en cola	10	10	10	10	9	10	10	9	8	9	
	Capacidad	% Utilización de locaciones	24.16%	21.93%	23.34%	23.93%	21.93%	21.42%	21.63%	18.92%	18.25%	19.67%	
		% Utilización de recursos	61.76%	61.35%	61.35%	61.76%	61.10%	60.05%	61.50%	61.57%	39.16%	57.35%	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.14. Propuesta de mejora

Para lograr una reducción del tiempo en cola en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera, se requiere el aumento de la capacidad. Como observamos en la tabla 5, se obtiene mejores resultados en dos ocasiones agregando un recurso y aumentando el tiempo de atención. Por lo que, se propone la modificación del horario de atención, la apertura del comedor sea a las 11:45 y que finalice a las 14:15. Con ello lograr que la mayor afluencia que se da en la apertura del comedor disminuya y dar pie a la obtención de nuevos posibles clientes del sistema de alimentación. El cambio de horario implicaría en una modificación administrativa, por lo que su ejecución se puede dar sin mayores contratiempos. Paralelamente, se propone el aumento de un recurso, pasar de 3 trabajadores en línea a 4 trabajadores en línea de atención. Con el fin de obtener una claridad en los posibles escenarios se realiza 2 corridas al sistema de simulación como se muestra la siguiente tabla.

Tabla 6: Escenarios propuestos

Escenario	Estimulación
Escenario propuesto 1	aumenta una unidad en recurso y cantidad de clientes 150
Escenario propuesto 2	aumenta una unidad en recurso y cantidad de clientes 180

Fuente: Elaboración propia



### 3.1.15. Operacionalización de variables con la propuesta de mejora sin incremento de entidades

Tabla 7: Operacionalización de variables con la propuesta de mejora sin incremento de entidades

Variable	Dimensiones	Indicadores	Resultado (Pre Test)	Escenario propuesto 1	Escenario propuesto 2
<b>Variable independiente: Sistema de simulación</b>	Locaciones	Número de servidores en cada área de atención	11	11	11
	Ocurrencias	Número de clientes que ingresan al sistema	120	150	180
	Recursos	Cantidad de trabajadores	3	4	4
	Arribos	Número de clientes que ingresan al sistema por minuto	1.3 clientes	1.3 clientes	1.3 clientes
	Reloj de simulación	Tiempo de atención en corrida del sistema	2 horas 30 minutos	2 horas 30 minutos	2 horas 30 minutos
<b>Variable dependiente: Tiempo de espera</b>	Tiempo	Tiempo del ciclo (minutos)	38.69	35.86	35.93
		Tiempo promedio de atención (minutos)	9.12	5.23	5.25
		Tiempo de espera máximo (minutos)	7.79	1.27	1.25
	Cantidad	Cantidad promedio de clientes en sistema	30	30	32
		Cantidad promedio de clientes en cola	10	9	10
	Capacidad	% Utilización de locaciones	24.16%	20.61%	24.36%
		% Utilización de recursos	61.76%	42.25	47.25

Fuente: Elaboración propia

Tras realizar la corrida de la simulación optimizando los tiempos, aumentando el número de trabajadores en línea y aumento la cantidad de clientes, obtenemos que en promedio cada usuario le toma realizar todo el servicio de almuerzo 35.86 minutos y 35.93 minutos respectivamente al aumento de clientes, Figura N°18, obteniendo una disminución de 2.83 minutos y 2.76 minutos respecto al pre test. Y a su vez, una disminución de 3.89 minutos y 3.87 minutos en el tiempo de ciclo en línea respecto al pre test.

Figura 18: Tiempo de ciclo

Variable Resumen (Prom. Reps)		
Escenario	Nombre	Valor Promedio
Escenario propuesto 1	V tiempo de ciclo	35.86
Escenario propuesto 1	V tiempo de ciclo en línea	5.23
Escenario propuesto 2	V tiempo de ciclo	35.93
Escenario propuesto 2	V tiempo de ciclo en línea	5.25

Fuente: Elaboración propia

El histograma mostrado en la Figura 19, muestra que en el escenario propuesto 1, el 30.69% de los clientes superan el tiempo permitido; 6 puntos porcentuales menos que el pre test. Y el 30.22% de los clientes superan el tiempo permitido, manteniendo los 6 puntos porcentuales de diferencia respecto al pre test. Esto puede ser por el tiempo que les toma pasar por toda la línea de servicio, que en promedio es de 5.23 minutos y 5.25 minutos respectivamente, 4 minutos menos que al pre test y se puede extender a un máximo de 5.25 minutos y 5.74 minutos respectivamente en promedio de todas las réplicas.

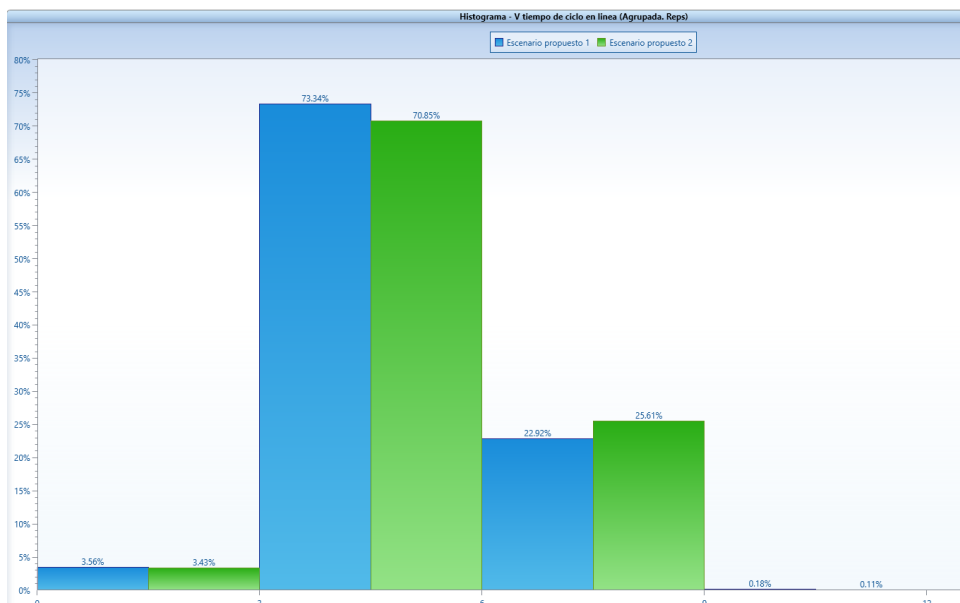
Figura 19: Histograma tiempo de ciclo



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 20, muestra que la mayor parte de los clientes les toma entre 3 y 6 minutos en la línea de servicio, tanto en el escenario propuesto 1 y 2. A diferencia del pre test, en donde el 20.36% de los clientes les toma más de 12 minutos pasar toda la línea de servicio.

Figura 20: Histograma tiempo de ciclo en línea de servicio



Fuente: Elaboración propia

El tiempo de espera promedio que se muestra en la Figura 21, es de 0.34 y 0.35 minutos respectivamente, no obstante, en a este valor se le debe sumar el tiempo de bloqueo, tiempo en el que la entidad no puedo realizar ningún proceso, que es 0.49 y 0.51 minutos respectivamente; lo que nos da un 0.83 y 0.86 minutos de espera real respectivamente. Lo que es 2.98 y 2.95 minutos menos que el pre test respectivamente. Y en condiciones donde se tiene gran afluencia de clientes se obtiene un tiempo de espera de 0.52 y 0.47 respectivamente y un tiempo de bloqueo de 0.75 y 0.77 minutos respectivamente. Lo que nos da 1.27 y 1.25 minutos de espera real respectivamente. Lo que es 6.52 y 6.54 minutos menos que el pre test respectivamente.

Figura 21:Tiempo de espera

Escenario	Réplica	Nombre	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
Escenario propuesto 1	Avg	CLIENTE	0.34	0.49
Escenario propuesto 1	Max	CLIENTE	0.52	0.75
Escenario propuesto 2	Avg	CLIENTE	0.35	0.51
Escenario propuesto 2	Max	CLIENTE	0.47	0.77

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de promedio de clientes en el sistema es de 30 y 32 personas respectivamente, Figura 22, una menos que en el pre test y puede llegar a 53 clientes en ambos escenarios propuestos, 2 menos que en el pre test. Y la cantidad promedio de clientes en línea es de 9 y 10 respectivamente, una menos que en el pre test, el cual puede llegar a 15 y 16 clientes en línea respectivamente ,3 y 4 menos que en el pre test.

Figura 22: clientes en el sistema

Variable Resumen (Prom. Reps)			
Escenario	Nombre	Valor Máximo	Valor Promedio
Escenario propuesto 1	V usu en el sistema	52.83	29.93
Escenario propuesto 1	V usu en Linea	14.37	8.47
Escenario propuesto 2	V usu en el sistema	53.00	31.85
Escenario propuesto 2	V usu en Linea	15.37	9.36

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el porcentaje de utilización de los recursos, que son los operarios en línea, se muestra en la Figura 23; los cuales cuentan con porcentajes relativamente bajos, ya que, en las dos propuestas de mejora, los porcentajes son de 42.99 % y 47.25% en promedio de todas las réplicas. Los cuales son menores respecto al pre test.

Figura 23: Utilización de recursos

Escenario	Réplica	Nombre	Unidades	% Utilización
Escenario propuesto 1	Avg	Operario Linea	4.00	42.99
Escenario propuesto 2	Avg	Operario Linea	4.00	47.25

Fuente: Elaboración propia

Esto es reflejado en el porcentaje de utilización de locaciones que dependen de los recursos, marcación de fotocheck, sopa y segundo, como lo muestra la Figura 24. Teniendo un porcentaje general de 20.61% y 24.36% respectivamente entre todas las locaciones.

Figura 24: Utilización de locaciones

Locación Resumen (Prom. Reps)			
Escenario	Réplica	Nombre	% Utilización
Escenario propuesto 1	Avg	Marcación de FOTK	8.06
Escenario propuesto 1	Avg	Cubierto y bandeja	6.79
Escenario propuesto 1	Avg	Entrada	3.77
Escenario propuesto 1	Avg	Sopa	12.80
Escenario propuesto 1	Avg	Segundo	22.19
Escenario propuesto 1	Avg	Salad Bar	34.76
Escenario propuesto 1	Avg	Bebidas	67.76
Escenario propuesto 1	Avg	Comedor	16.88
Escenario propuesto 1	Avg	Porta bandeja	12.50
Escenario propuesto 1	Avg	Salida	0.00
Escenario propuesto 1	Avg	Ingreso	0.00
Escenario propuesto 2	Avg	Marcación de FOTK	9.78
Escenario propuesto 2	Avg	Cubierto y bandeja	8.23
Escenario propuesto 2	Avg	Entrada	4.69
Escenario propuesto 2	Avg	Sopa	15.33
Escenario propuesto 2	Avg	Segundo	27.39
Escenario propuesto 2	Avg	Salad Bar	41.15
Escenario propuesto 2	Avg	Bebidas	81.47
Escenario propuesto 2	Avg	Comedor	17.96
Escenario propuesto 2	Avg	Porta bandeja	13.28
Escenario propuesto 2	Avg	Salida	0.00
Escenario propuesto 2	Avg	Ingreso	0.00

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En esta investigación se pretendió determinar si el diseñar un sistema de simulación permitiría la reducir del tiempo de espera en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera, los resultados del análisis demuestran que el sistema propuesto permite reflejar la situación real del servicio y con ello poder realizar escenarios para lograr que el tiempo de espera disminuyera en diferentes magnitudes, buscando el aumento de capacidad. Por lo que, se logró apreciar que al aumentar el número de locaciones no disminuye el tiempo de espera significativamente. No obstante, al aumentar la capacidad por medio de la mano de obra, recurso, genera una reducción del tiempo de espera significativa. Puesto que paso de 7.79 minutos a 1.31 minutos. Además, se identifico que el aumento de capacidad se puede lograr aumentando el tiempo de atención, lo que genera mejores resultados comparando el aumento de locaciones.

López & Guzmán, (2004), al solo utilizar el número de servidores, para poder disminuir el tiempo de espera y dejar de lado los tiempos en cada parte del proceso, hace que este modelo de simulación no esté completo. Puesto es lógico que al aumentar la capacidad de atención disminuya el tiempo de atención, no obstante, esto genera problemas en espacio de trabajo y costos. Lo cual evita Pérez & Riaño, (2007), puesto que, tiene en cuenta la distribución de tiempo en cada una de los servidores, y al estar modificando un proyecto en la fase de planificación, tiene mayores opciones a cambios estructurales. Al aumentar de 13 a 27 servidores y la modificación de la disciplina de cola pase a una fila única para todos los clientes, se obtenga resultados favorables. En esta investigación, no es viable el aumento de servidores, puesto que, se está usando todo el espacio disponible. Por otro lado, la

capacidad del comedor puede ser aumentada agregando un recurso, un trabajador, no obstante, en esta investigación se determinó que el porcentaje de utilización de recursos es de 61.76%, de tal forma no es recomendable el aumento de recursos. y actualmente se usa la fila única.

Nicho Barrera, (2017), menciona que existen clientes externos que solo usan el espacio del comedor, mas no realizan una compra de alimentos. Además, se menciona que clientes realizan modificaciones de mesas al juntarlas. Esto genera que la capacidad del comedor varíe y el otro problema que se observó es en la cola de caja, no obstante, en esta investigación no existen estos inconvenientes, puesto que el pago se realiza con fotocheck, no se hacen modificaciones de agrupamiento de mesas y solo se cuenta con una fila única.

#### **4.2 Conclusiones**

Se puede concluir que el diseño del sistema de simulación permitió crear escenarios, con el que se pudo reducir el tiempo de espera en el servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera. Se concluye que el escenario con mejores resultados se obtiene cuando el número de recursos aumenta, seguido del aumento del tiempo de atención que genera mejores resultados al aumento de locaciones.

Se realizó un diagnóstico del tiempo de espera de los clientes para determinar su comportamiento dentro del sistema realizando tomas de tiempo. Y se puede decir que el tiempo de promedio de atención es de 9.12 minutos, y en todas las áreas en línea de servicio tiene un comportamiento de distribución normal y un tiempo de espera máximo de 7.79 minutos.

Se modeló el sistema de simulación del servicio de almuerzo en el software ProModel, el cual refleja la situación real del servicio de almuerzo en un comedor de una unidad minera, tanto de los recursos de mano de obra y de clientes.



Se realizó de un sistema de simulación en el software ProModel, en el cual se identificó el tiempo que le toma a cada cliente realizar uso del servicio de almuerzo, determinar el porcentaje de utilización de las locaciones y de recursos; y porcentaje de espera de los clientes.

Se creó un escenario en el sistema de simulación en el que se identificó una disminución en el tiempo de espera de los clientes, con la variación del tiempo de atención, lo que refleja que a mayor tiempo de atención existe menor tiempo de espera en cola en el servicio de almuerzo.

## REFERENCIAS

- De Vries, J., Roy, D., & De Koster, R. (2018). Worth the wait? How restaurant waiting time influences customer behavior and revenue. *Journal of operations Management*, 63, 59-78.
- Dunna, E. G., Reyes, H. G., & Barrón, L. E. C. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Pearson Educación.
- Estrada, R. C., Pin, M. P., Solórzano, A. T., & Cevallos-Torres, L. (2019). Aplicacion de un modelo híbrido de teoria de colas y algoritmo evolutivo para medir la optimizacion en el servicio de atencion al cliente en un local de comidas rápidas. *Ecuadorian Science*, 3(1), 15-22.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2011). *Factory physics*. Waveland Press.
- López, M. E. C., & Guzmán, A. E. (2004). Minimizar el tiempo de reinscripción mediante un sistema de simulación de un modelo de líneas de espera ma. Elena Chávez López; Alejandra Espinosa Guzmán. *Conciencia Tecnológica*, 25, 7.
- Nicho Barrera, O. J. (2017). *Rediseño de procesos para la disminución de tiempos de espera en el servicio de un comedor administrado por un concesionario dentro de una empresa del sector financiero*.
- Pérez, J. F., & Riaño, G. (2007). Análisis de colas para el diseño de una cafetería mediante simulación de eventos discretos. *Revista de Ingeniería*, 25, 12-21.

## ANEXOS

### Anexo N° 1: Consumo histórico

FECHA	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8	Empresa 9	Total general
Día 1	81	11	6		2	1	1			102
Día 2	134	16	7		2			1		160
Día 3	102	6	4				1			113
Día 4	83	7	7				2			99
Día 5	100	12	5		3					120
Día 6	101	9	7		1		1			119
Día 7	105	5	8			1	1		2	122
Día 8	79	5	8			1	1			94
Día 9	105	15	8			1	1			130
Día 10	103	8	8		4	1				124
Día 11	131	13	8		1	1	1			155
Día 12	101	15	12		3	1	3			135
Día 13	117	7	9		2	1		1		137
Día 14	87	2	12			1				102
Día 15	126	8	7		1	1	1			144
Día 16	110	12	10		1	1	1			135
Día 17	142	6	10			1				159
Día 18	123	17	9			1				150
Día 19	98	10	7				3			118
Día 20	90	8	5			1				104
Día 21	96	2	1			1				100
Día 22	120	6	3			1				130
Día 23	120	9	9			1		1		140
Día 24	94	10	4		4	1				113
Día 25	58	1	5	4		1		1		70
Día 26	95	8	9	5		1	2			120
Día 27	83	5	4	6		1				99
Día 28	88	4	3	4		1				100
Día 29	74	4	7	1		1	1			88
Día 30	115	7	8	7	1	1	1			140
<b>Total general</b>	<b>3,094</b>	<b>253</b>	<b>213</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3,622</b>
<b>Promedio</b>	<b>102</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>120</b>

Fuente: Elaboración Propia



### Anexo N° 3: Toma de Tiempo

N°	tiempo Marca fotocheck	Coge una bandeja y Cubierto	Coge una entrada	Coge una sopa	Tiempo Escoge y coge el segundo	Tiempo Se sirve la ensalada	Tiempo Se sirve una bebida	Tiempo come	Tiempo Deja su bandeja
1	18	16	16	15	55	93	80	2359	28
2	21	12	15	17	74	80	88	1710	22
3	19	12	15	76	76	82	76	1447	25
4	20	12	15	59	71	82	83	2373	31
5	19	10	15	46	70	91	80	2167	28
6	13	12	16	74	84	81	70	1848	28
7	18	14	14	74	57	95	83	2653	24
8	16	15	16	57	65	89	90	2000	28
9	18	16	14	11	76	81	65	2553	27
10	22	13	14	44	42	87	80	1460	28
11	19	08	14	79	33	81	71	2454	28
12	13	14	14	26	65	91	104	2902	28
13	19	13	16	24	40	91	83	1621	29
14	17	13	13	33	83	85	108	1890	28
15	21	15	14	40	80	93	83	2628	28
16	17	16	16	70	78	79	86	1610	28
17	19	11	14	67	67	92	88	2379	28
18	23	12	17	18	53	86	101	1865	28
19	18	12	13	25	87	83	86	1150	27
20	16	08	15	37	42	88	66	2723	28
21	17	08	15	73	48	85	82	1958	28
22	21	11	14	36	46	91	100	2434	28
23	15	11	16	60	41	95	73	2156	29
24	20	13	16	41	70	92	90	2555	28
25	16	10	16	74	34	85	105	2833	28
26	16	10	15	19	46	92	104	873	28
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2757	13	11	16	51	71	80	91	1144	28
2758	23	15	16	52	70	81	109	1990	28
2759	17	08	15	55	79	93	60	1565	28
2760	18	10	14	64	54	85	92	2287	28

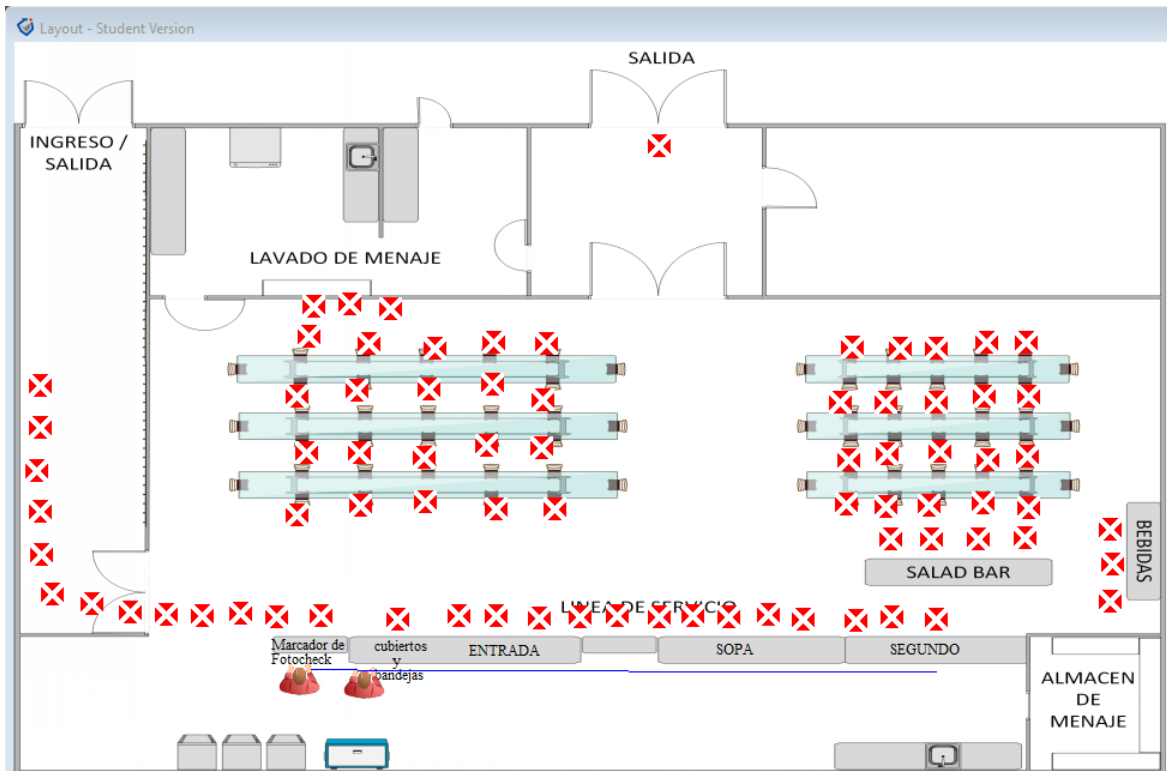
Fuente: Elaboración propia

### Anexo N° 4 Locaciones

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	Tifs...	Estadist	Reglas...
	Marcaación_de_FOTX	120	1			
	Cubierto_y_bandeja	3	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Entrada	3	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Sopa	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Segundo	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Salad_Bar	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Bebidas	2	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Comedor	150	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Porta_bandeja	2	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	Salida	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo

Fuente: Elaboración propia

### Anexo N° 5 Layout



Fuente: Elaboración propia

### Anexo N° 6 Entidades

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Notas...
	CLIENTE	150	Serie de tiempo	

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 7 Variables

Total de clientes procesados	<b>000</b>
Clientes en el sistema	<b>000</b>
Clientes en Linea	<b>000</b>
Tiempo de ciclo Total	<b>0000. 00</b>
Tiempo de ciclo en Linea	<b>0000. 00</b>

Fuente: Elaboración propia