

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Simulación de proceso de  
fabricación y venta de  
zapatos de una empresa

# Simulación de procesos

FlexSim 2020

**Integrantes:**

- Arauz Melanie
- Cevallos Michelle
- Gutiérrez Michael
- Loza Nicole
- Sarango Kelly

Definición del problema .....	2
<b>A)</b> Departamento de fabricación .....	2
<b>B)</b> Departamento de ventas.....	3
Resultados.....	4

## Definición del problema

Se trata de una empresa que fabrica zapatos blancos y que también vende directamente al público. Se consideran, por tanto, dos departamentos en la empresa:

A) Fabricación

B) Ventas

### A. Departamento de fabricación

¿Cómo se fabrican los zapatos?

Cada zapato consta de 3 partes (a partir de ahora p1, p2 y p3), cada una de un color específico distinto y que posteriormente se ensamblarán en un robot para dar lugar a dicho zapatos.

Las p1 y p2 llegan en un 50%/50% a un almacén 1 con un tiempo entre llegadas modelado como un Normal (29,2) segundos. Las p3 llegan a un almacén 2, cada 30 segundos.

Desde el almacén 1 (cuya capacidad es de 20), las P 1 Y P2 son enviadas en un 70% de los casos a la máquina 1 y en el resto de los casos a una máquina 2.

Desde el almacén 2 (cuya capacidad es de 80), todas las P3 son enviadas a la máquina 2.

La máquina 1 tarda 20 segundos en procesar la P1 y 18 segundos en procesar la P2.

La máquina 2 es más eficiente tarda 18 segundos en procesar la P1, 17 segundos en procesar la P2 y 5 segundos en procesar la P 3. Por otra parte, dicha máquina 2 a la hora de coger una pieza dará preferencia al almacén 1 con respecto al almacén 2.

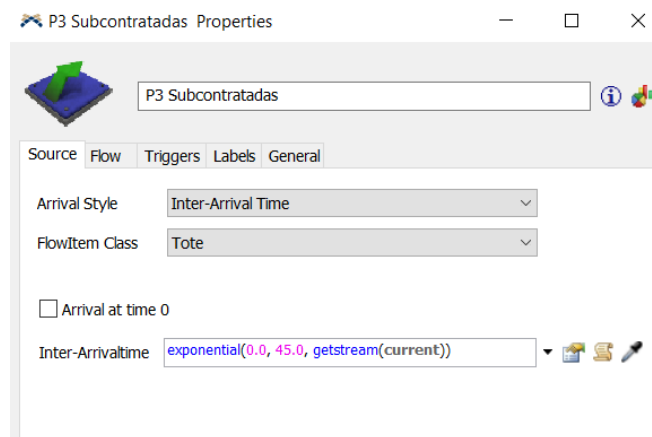
Las máquinas anteriores no procesan de manera automática, Y por tanto es necesaria la presencia de un operario (únicamente un operario para ambas) además las máquinas 1 y 2 distan entre sí 6 metros (verticalmente y hacia abajo).

Ambas máquinas envían las piezas procesadas aún conveyor, excepto la P 3 que es enviada directamente a un almacén 3 (con capacidad de 100). Dichos envíos (tanto el conveyor como el almacén 3 los realiza un montacargas. En este caso, es necesario definir la distancia que ha de recorrer el montacargas, por tanto, supóngase que la entrada del conveyor dista 4 metros de la maquina 1 (Horizontalmente hacia la derecha) y el almacén 3 dista 7 metros de la maquina 2 (también horizontalmente y hacia la derecha)

El conveyor tiene una nueva forma curva, dándose la entrada por la parte de abajo. Consta de una sección curva, con radio de 4 metros, su velocidad es de 0.2 m/s y su capacidad máxima es de 2. Dicho conveyor envía las p1 a un almacén 4 y las p2 a un almacén 5. La capacidad de almacén 4 y del almacén 5 es de 100

También existe un almacén 3 con capacidad de 100, para almacenar las p3, pero estas llegan directamente de la maquina 2. Además, la P3 no solo llegan de este modo que existe una subcontrata que subministra p3.

Se suministra por lotes, se va a modelar como si se suministrara de una en una y con una frecuencia modelada como una Neg. Exponencial de 45 segundos. Dichas p3 se almacenarán en el almacén 3.



Luego existe un robot que ensambla y pinta al mismo tiempo 2 p1, 2 p2 y 6 p3 y obtiene un zapato de color blanco. Dicho robot tiene un tiempo de ciclo igual a 8 segundos. Por otra parte, antes de ensamblar cada zapato han de realizarse una serie de ajustes en los que se tarda 2 segundos.

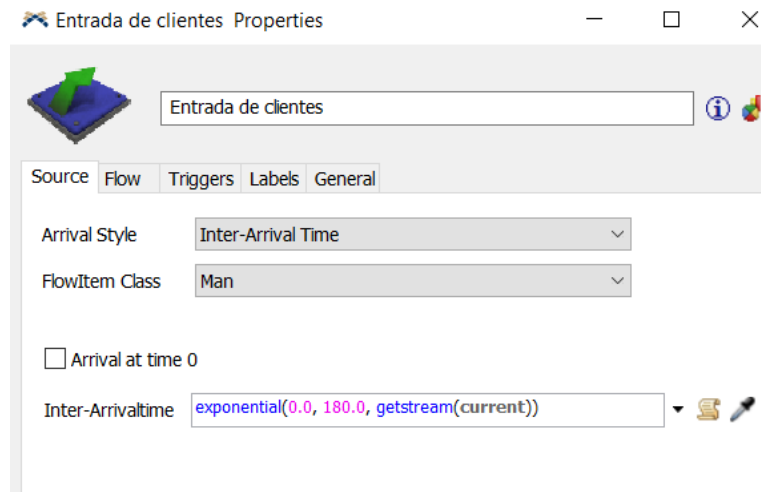
Pero ¿cómo se llevan las p1, p2, p3 desde sus respectivos almacenes? Pues existe un “jefe de taller” que tiene a su cargo a dos operarios. Dicho jefe del taller se encargará de dar órdenes a los operarios para que realicen dichos envíos desde los almacenes de robot el cual dista aproximadamente a 4 o 5 metros de dichos almacenes.

Los zapatos ensamblados y pintados se almacenan en el almacén de producto acabado cuya capacidad es de 30.

## B. Departamento de ventas

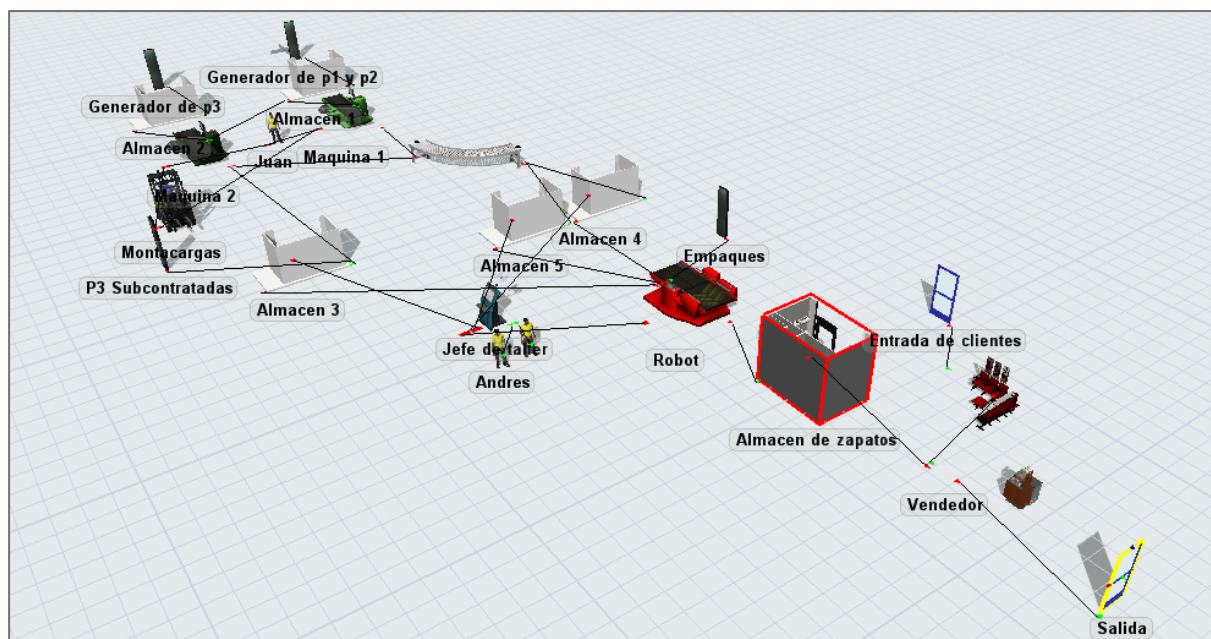
En este departamento existe un vendedor que vende un par de zapatos a cada cliente. Para modelar el tiempo en cerrar la venta se ha recogido una muestra compuesta por 10 ventas realizadas 30, 20, 25, 22, 28, 35, 43, 18, 32, 26 segundos. Dicha muestra se utilizará como representativa a la hora de modelar el tiempo que tarda el vendedor en cerrar la venta. Por otra parte, dicho vendedor cada cuarto de hora se toma dos minutos de descanso y no atiende a nadie.

Por otra parte, los clientes van llegando según una Neg. Exponencial (180) segundos. A una sala de espera en la que no caben más de 25 clientes.



Se pide:

Modelar el problema de la empresa descrita mediante la herramienta de simulación Flexsim (ambos Departamentos, Fabricación y Ventas, se enlazan en un mismo modelo)



*Ilustración 1:Modelo final perspectiva*

Dar respuesta a las siguientes preguntas Flexsim (tiempo de simulación=17000 segundos)

## Resultados

1. ¿Cuántos Clientes se han servido?

Si simulamos el sistema tras 17.000 segundos se observa que existe un cuello de botella en la maquina 2 (ver ilustración 4) y por ello se almacenan piezas en el almacén

2. para conocer el número de clientes que se han servido (ver ilustración 3), donde se muestra que se han atendido 62 clientes. También, se hace una comparación con los resultados originales en el cual los clientes atendidos fueron 69.

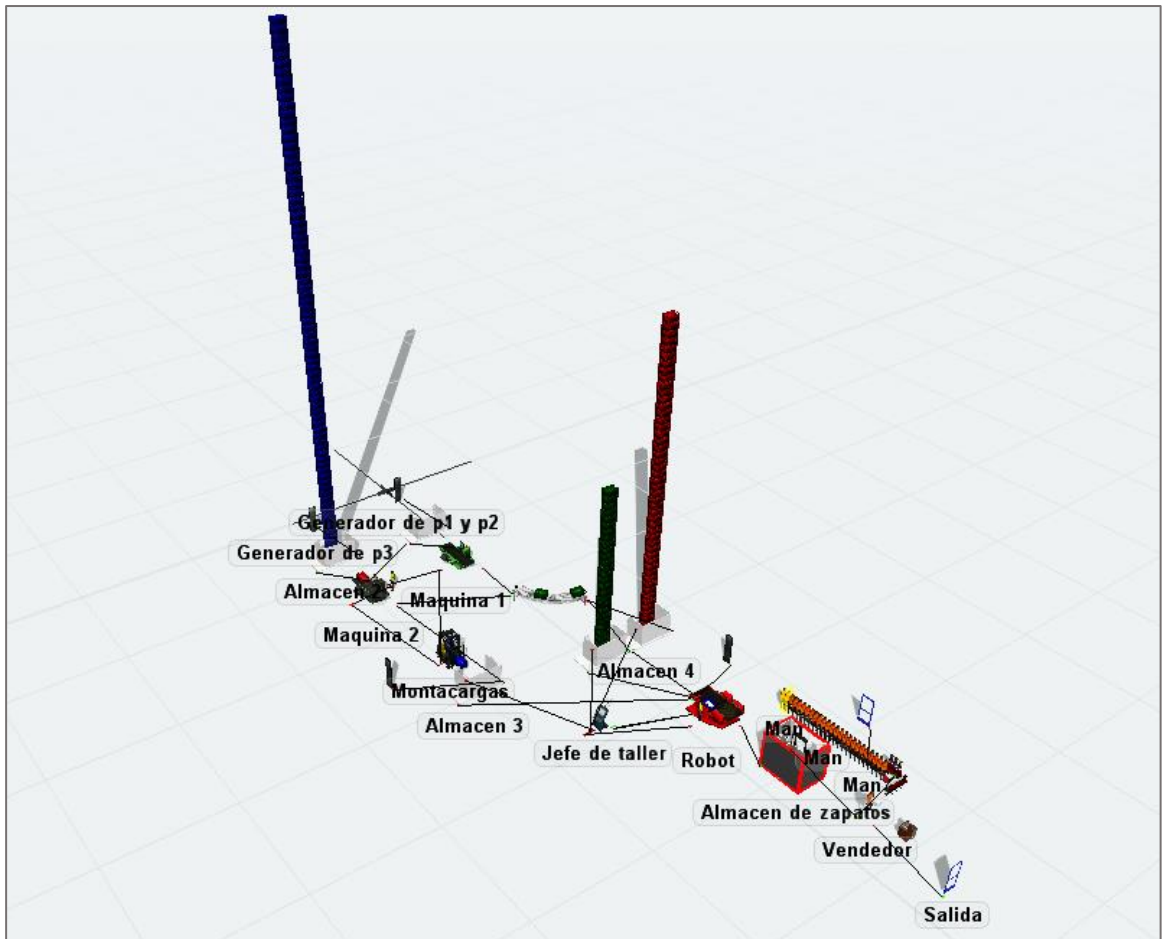


Ilustración 2 :Modelo en t=17.000 segundos.

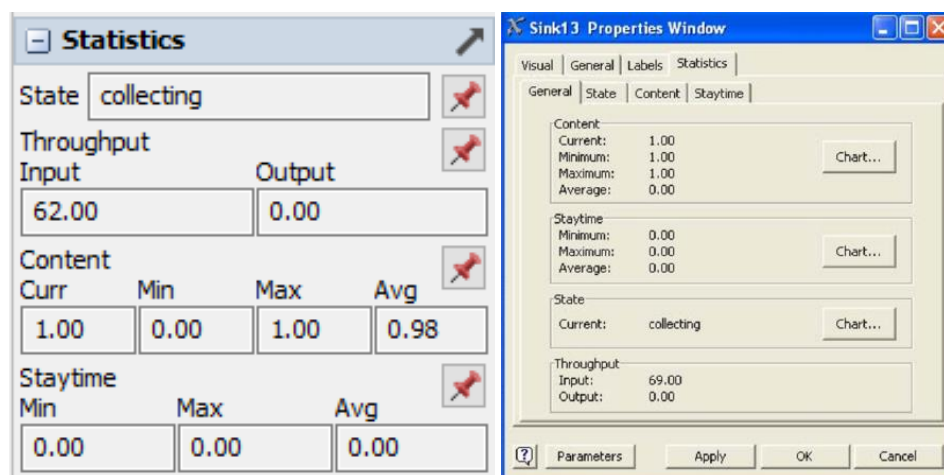


Ilustración 3



Ilustración 4

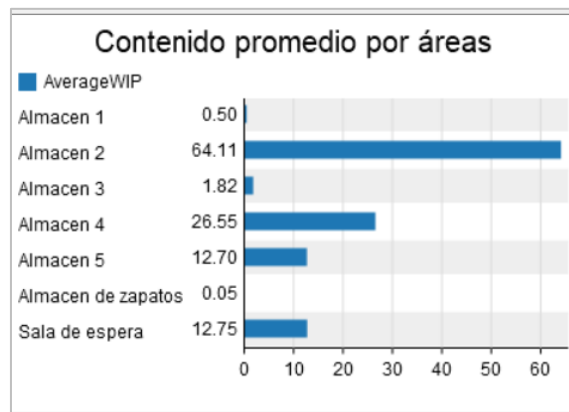


Ilustración 5

## 2. ¿Es adecuada la capacidad de diseño de la sala de espera?

Para conocer si la capacidad de diseño de la sala de espera es adecuada

Se observa que el contenido máximo de clientes en la sala de espera es de 25

Entran 88 clientes se atienden 63 y se quedan 25 clientes en la sala por ser atendidos.

Se realiza una comparación con los resultados originales, donde entran 75 clientes, se atienden 70 y quedan 12 en la sala por ser atendidos.

El promedio de contenido en la sala de espera es de 12.7. Por lo tanto, la sala de espera si cumple con la capacidad necesaria. (ver ilustración 8)

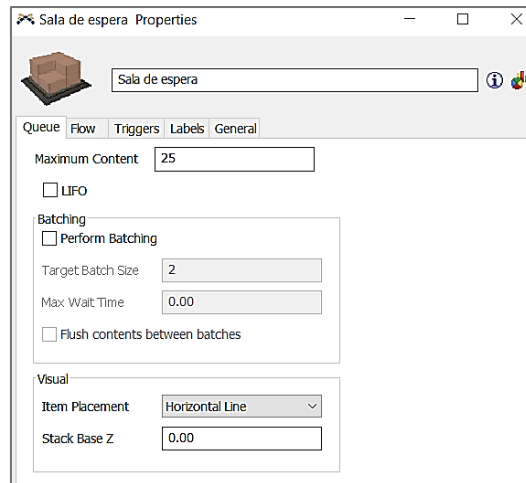


Ilustración 6

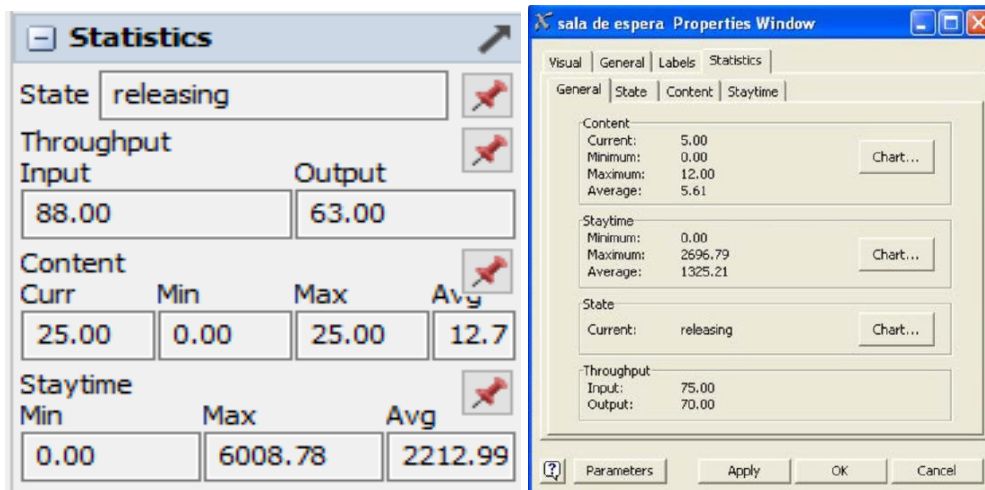


Ilustración 7



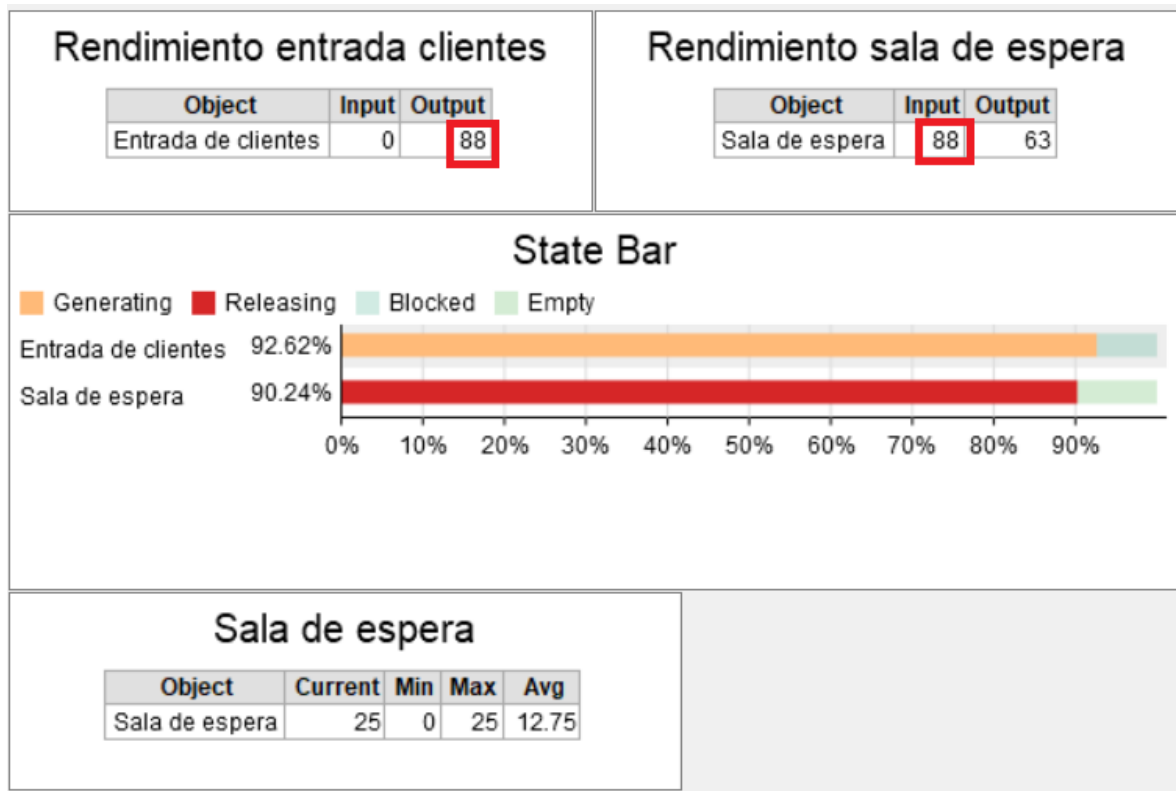


Ilustración 8

### 3. ¿Cuál es su opinión del proceso productivo?

En cuanto al proceso productivo, podemos observar cuantas piezas azules hay acumuladas antes de la maquina 2 (ver ilustración 9). En la ilustración 10 se muestra que el almacén 2 ha llegado a su capacidad máxima de almacenamiento que son 80 piezas.

En la comparación con los resultados originales, se concluyó que los resultados de la simulación no difieren en gran manera con los resultados originales.

Analizando este problema podríamos llegar a una solución reduciendo la cantidad de piezas p3 subcontractadas o la cantidad de piezas p3 fabricadas actualmente en la planta.

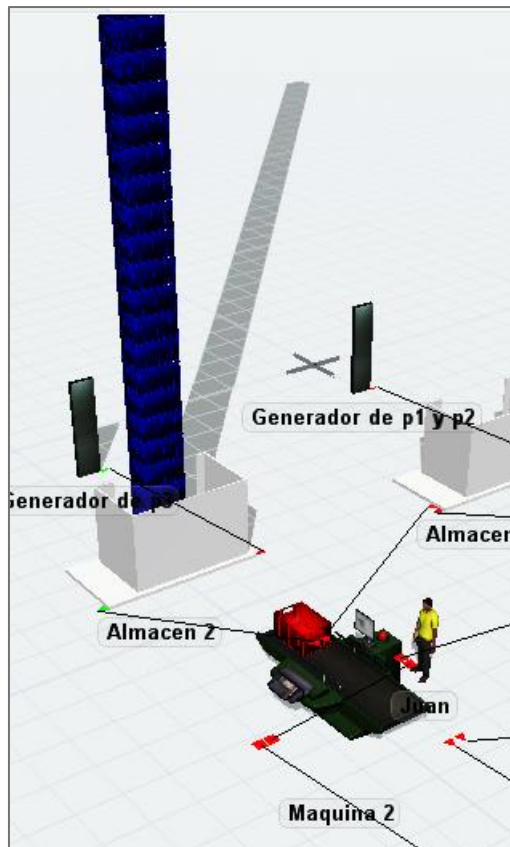


Ilustración 9

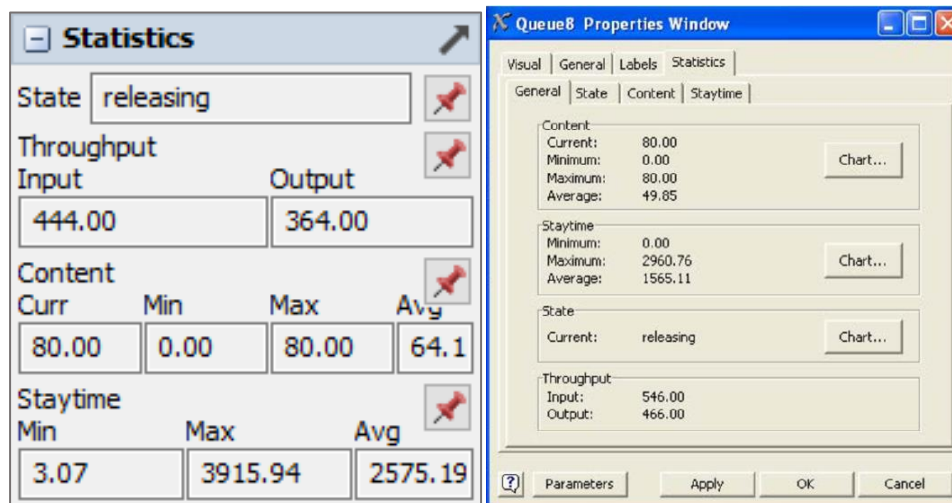


Ilustración 10

Resultados obtenidos para un día de simulación

La jornada laboral es de 08:00 am a 16:00 pm.

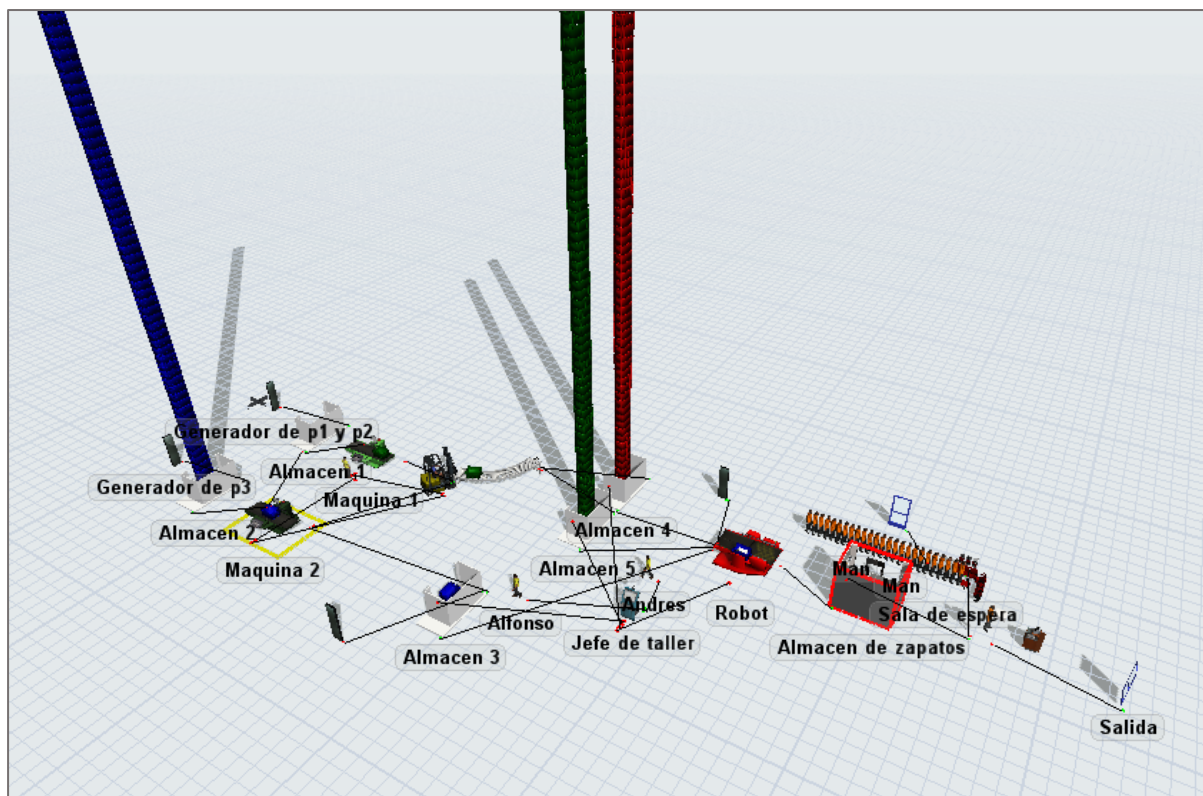


Ilustración 11. Simulación proceso jornada de 8 horas.

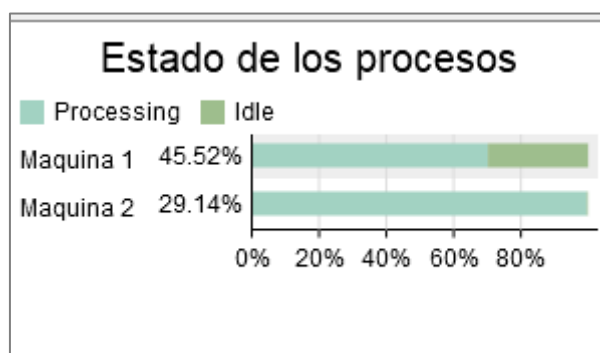


Ilustración 12

Como podemos observar la maquina 1 tiene mayor tiempo de inactividad ya que trabaja junto a la maquina 2 para enviar las piezas al conveyor, la maquina 2 se satura ya que recibe piezas del almacén 1 y 2. (ver ilustracion 12)

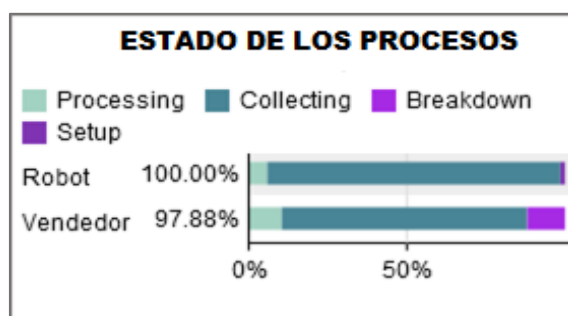


Ilustración 13

Se concluye que el proceso que provee al almacén de zapatos es más eficiente debido a que no presenta averías o retrasos en el proceso, el vendedor si presenta algún tipo de inconveniente para entregar el producto. (ver ilustracion 13)

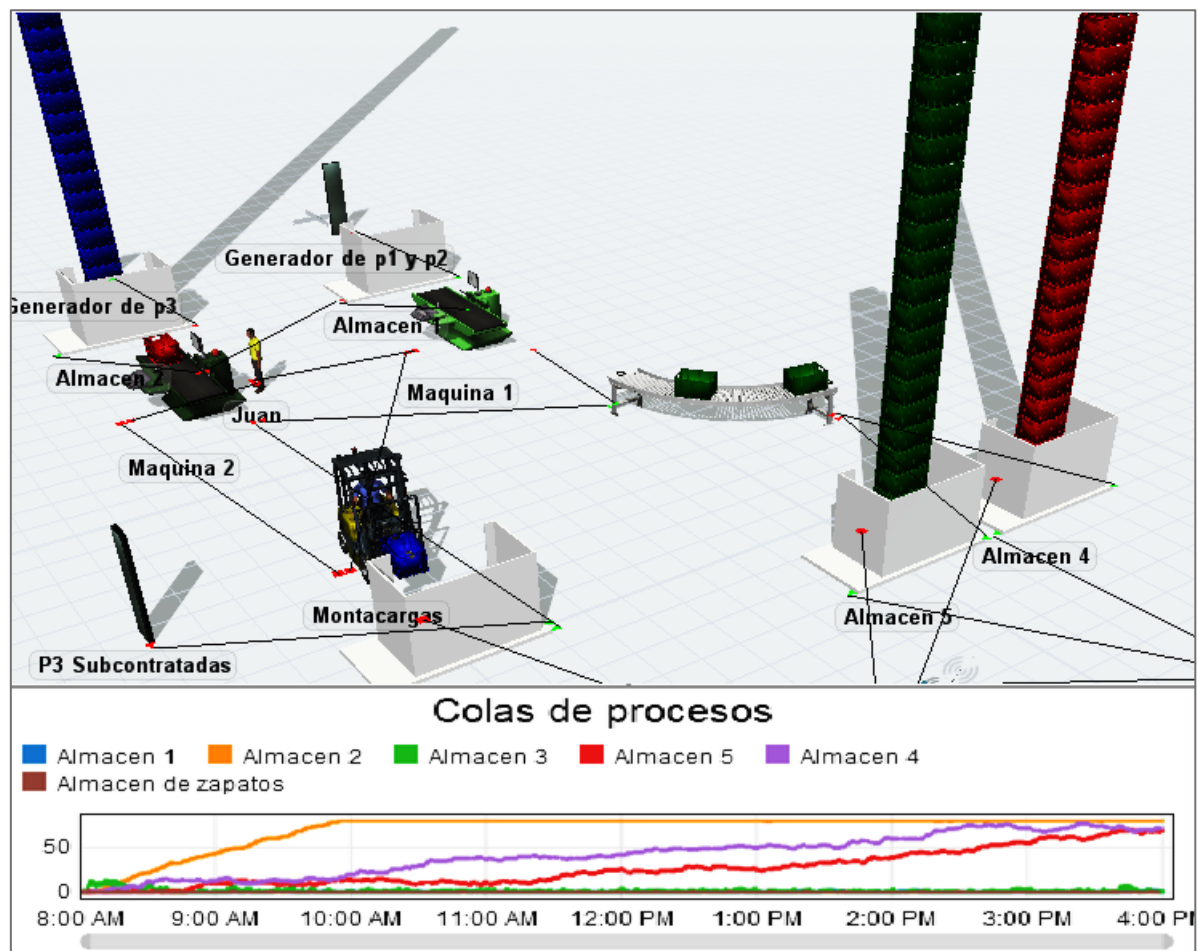


Ilustración 14

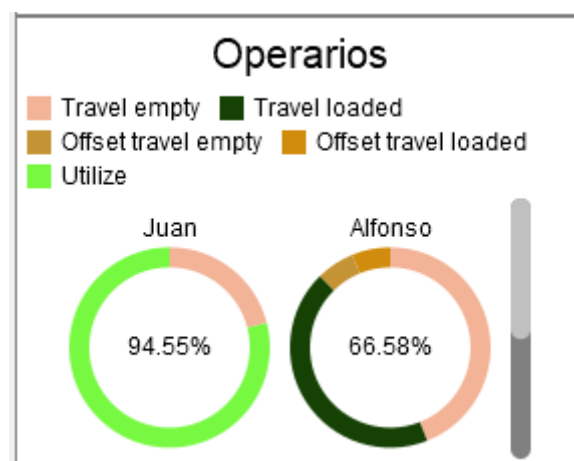


Ilustración 15

Juan posee un elevado porcentaje de actividad en el proceso ya que se encarga de abastecer al conveyor y al almacén 3 movilizándose entre maquina 1 y maquina 2. El montacargas ayuda al transporte de las piezas para ahorrar tiempo para la eficiencia del proceso.

Alfonso y Andrés se encargan de transportar todas las piezas al robot y este las convierte en el producto final. Por lo tanto, los operarios en esta etapa tienen más tiempos de inactividad debido al retraso de los procesos previos.

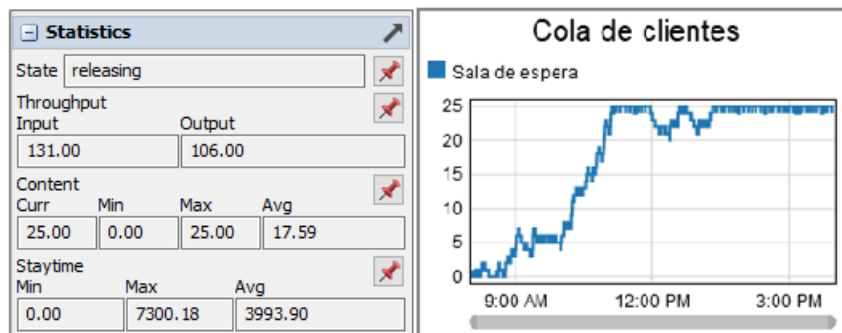


Ilustración 16

La ilustración 16 muestra que el mayor flujo de clientes en la sala de espera es en la tarde a partir del mediodía, manteniéndose la capacidad máxima de la cola.

### Total, de clientes atendidos

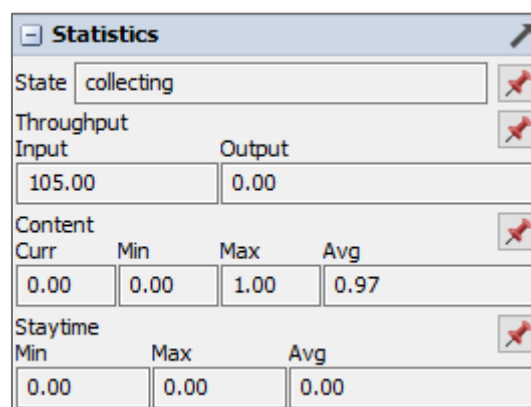


Ilustración 17

Al final del día se atiende a 105 clientes.

## Resultados del almacén inicial de piezas azules

Statistics				
State	releasing			
Throughput				
Input			Output	
	697.00		617.00	
Content				
Curr	Min	Max	Avg	
80.00	0.00	80.00	70.61	
Staytime				
Min	Max		Avg	
3.10	4261.18		3063.96	

Ilustración 18

El almacén 2 recibe las piezas 3 del generador (p3), por lo que la mayor parte del tiempo se encuentra en su capacidad máxima de contenido.