

Simulación

IN5502 - Diseño de Procesos de Negocio
Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad de Chile

Sebastián Ríos - srios@dii.uchile.cl
Carlos Reveco - creveco@dcc.uchile.cl

¿Simulación?



Destrucción de la ciudad producto de incendio en plantas nucleares

¿Simulación?



¿Por qué simular?

- ▶ **Entrenamiento y Aprendizaje:** Ej. hay miles de juegos de simulación que se utilizan por universidades para enseñar conceptos. (Juego de la Cerveza)

¿Por qué simular?

▶ **Venta y Persuasión:**

- ▶ *B. J. Fogg, Stanford Persuasive Technology Lab* dice que normalmente se usan técnicas verbales, gráficos, números, e incluso videos para persuadir.
- ▶ Todos estos pueden ser **ignorados** o **criticados** y, por lo tanto, su **efectividad varía** dependiendo del contexto y audiencia
- ▶ Sin embargo, una **simulación** permite que las personas logren **establecer**, mediante prueba y error, su **propio conocimiento**. Es por ello que son muy efectivas para persuadir o vender.
 - ▶ Pues se pueden probar muchos escenarios en poco tiempo y sin el riesgo del mundo real.

¿Por qué simular?

▶ **Análisis:**

- ▶ Entender diversas variables objetivo basados en variables explicativas.
- ▶ Entender el proceso no estático, si no, dinámico
- ▶ Ayuda a generar un juicio respecto de cual es la mejor solución para resolver un determinado problema, sin tener que hacerlo mal en el mundo real.

Caso: Rápido & Sabroso

- ▶ Compramos la cadena de restaurantes Rápido y Sabroso
- ▶ Carnes a la parrilla es la especialidad
- ▶ Se le ha encomendado mejorar la **calidad del servicio** a los clientes
- ▶ La administración anterior consideraba como elemento **fundamental y único** la **calidad de los platos** preparados.
- ▶ ¿Qué otros elementos importantes podríamos considerar?

Tiempo de Espera

- ▶ Usted sabe que si el *tiempo de espera* es **muy elevado**, obviamente, **incidirá negativamente** en la percepción de **calidad** del restaurante

Tiempos de Espera

- ▶ Tiempo de espera es una de las variables más importantes en este caso.

Tiempos de Espera

- ▶ Tiempo de espera es una de las variables más importantes en este caso.
- ▶ ¿Dónde espera el cliente?

Tiempos de Espera

- ▶ Tiempo de espera es una de las variables más importantes en este caso.
- ▶ ¿Dónde espera el cliente?
 - ▶ El cliente espera a que el mesero le atienda

Tiempos de Espera

- ▶ Tiempo de espera es una de las variables más importantes en este caso.
- ▶ ¿Dónde espera el cliente?
 - ▶ El cliente espera a que el mesero le atienda
 - ▶ Espera por el agua, vino, pan, etc.

Tiempos de Espera

- ▶ Tiempo de espera es una de las variables más importantes en este caso.
- ▶ ¿Dónde espera el cliente?
 - ▶ El cliente espera a que el mesero le atienda
 - ▶ Espera por el agua, vino, pan, etc.
 - ▶ Espera para que se preparen los platillos que ha ordenado

Tiempos de Espera

- ▶ Tiempo de espera es una de las variables más importantes en este caso.
- ▶ ¿Dónde espera el cliente?
 - ▶ El cliente espera a que el mesero le atienda
 - ▶ Espera por el agua, vino, pan, etc.
 - ▶ Espera para que se preparen los platillos que ha ordenado
 - ▶ Espera para que le traigan la cuenta y para poder pagar

Problema de Persuasión

- ▶ Cada restaurante de la cadena Rápido & Sabroso tiene **mucha libertad** para establecer las **políticas** de su restaurante
 - ▶ Para la Administración actual **que la gente deba esperar**, indica que están de moda, que tienen demasiados clientes, son exclusivos. O sea, **es bueno** que la gente espere.
 - ▶ Por lo tanto, usted está en una **difícil situación** si desea **convencer** a cada gerente de local que haga algo respecto de los tiempos de espera
 - ▶ Decidimos realizar una simulación que muestre la relación entre los tiempos de espera y la satisfacción del cliente.

Modelo Situación Actual

- ▶ Comenzamos realizando un modelo y simulación de la situación actual
 - ▶ Se requiere modelar el proceso actual en BPMN
 - ▶ Luego, medir los tiempos de espera en la realidad
 - ▶ **Tiempo esperando mesa**
 - ▶ **Tiempo esperando para ordenar la cena**
 - ▶ **Tiempo esperando tragos**
 - ▶ **Tiempo esperando la comida**
 - ▶ **Tiempo pagando la cuenta**

Modelo Situación Actual

- ▶ Comenzamos realizando un modelo y simulación de la situación actual
- ▶ Se requiere modelar el proceso actual en BPMN
- ▶ Luego, medir los tiempos de espera en la realidad
 - ▶ **Tiempo esperando mesa**
 - ▶ **Tiempo esperando para ordenar la cena**
 - ▶ **Tiempo esperando tragos**
 - ▶ **Tiempo esperando la comida**
 - ▶ **Tiempo pagando la cuenta**

¿Cómo los
Mido?

Tiempos Utilizados en el Mundo Real

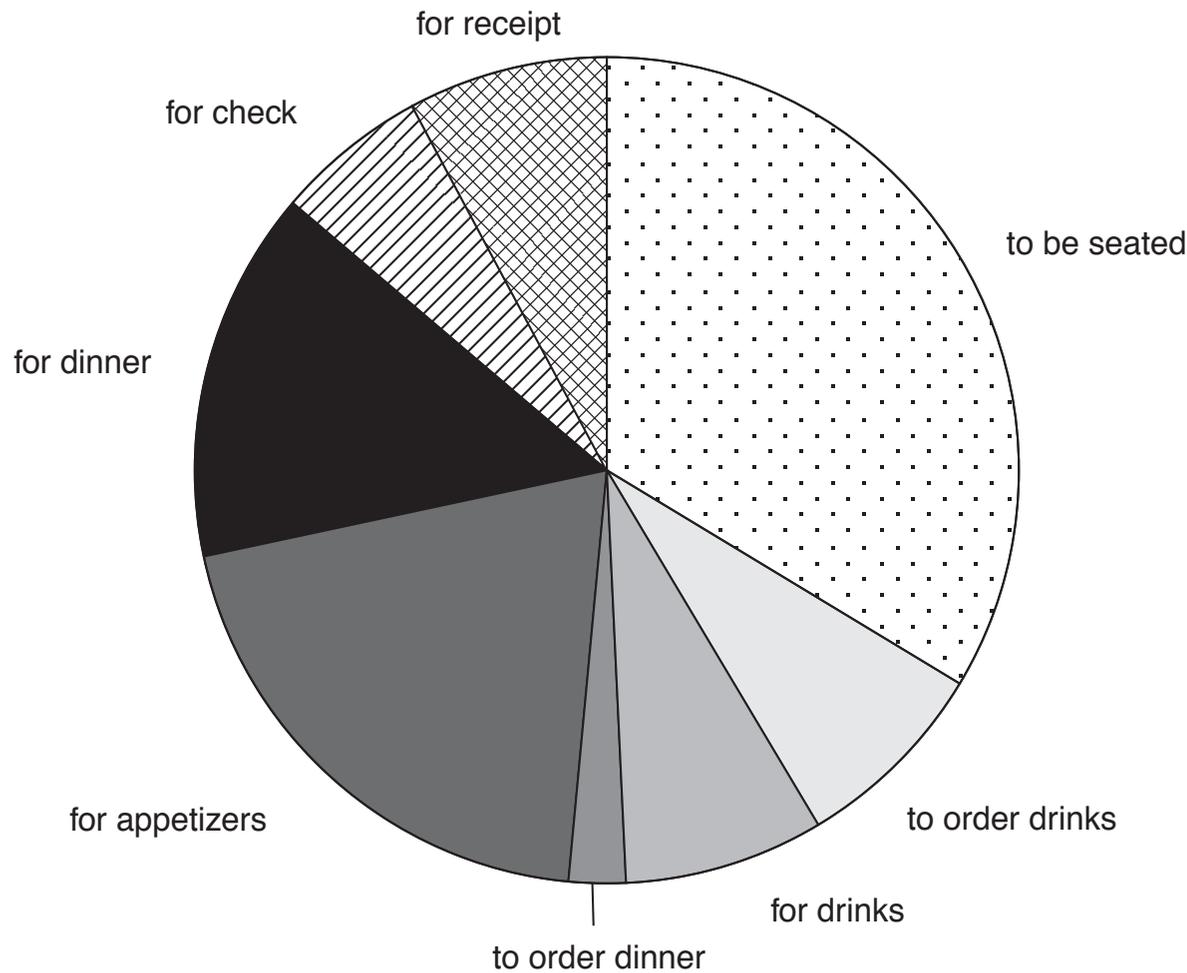
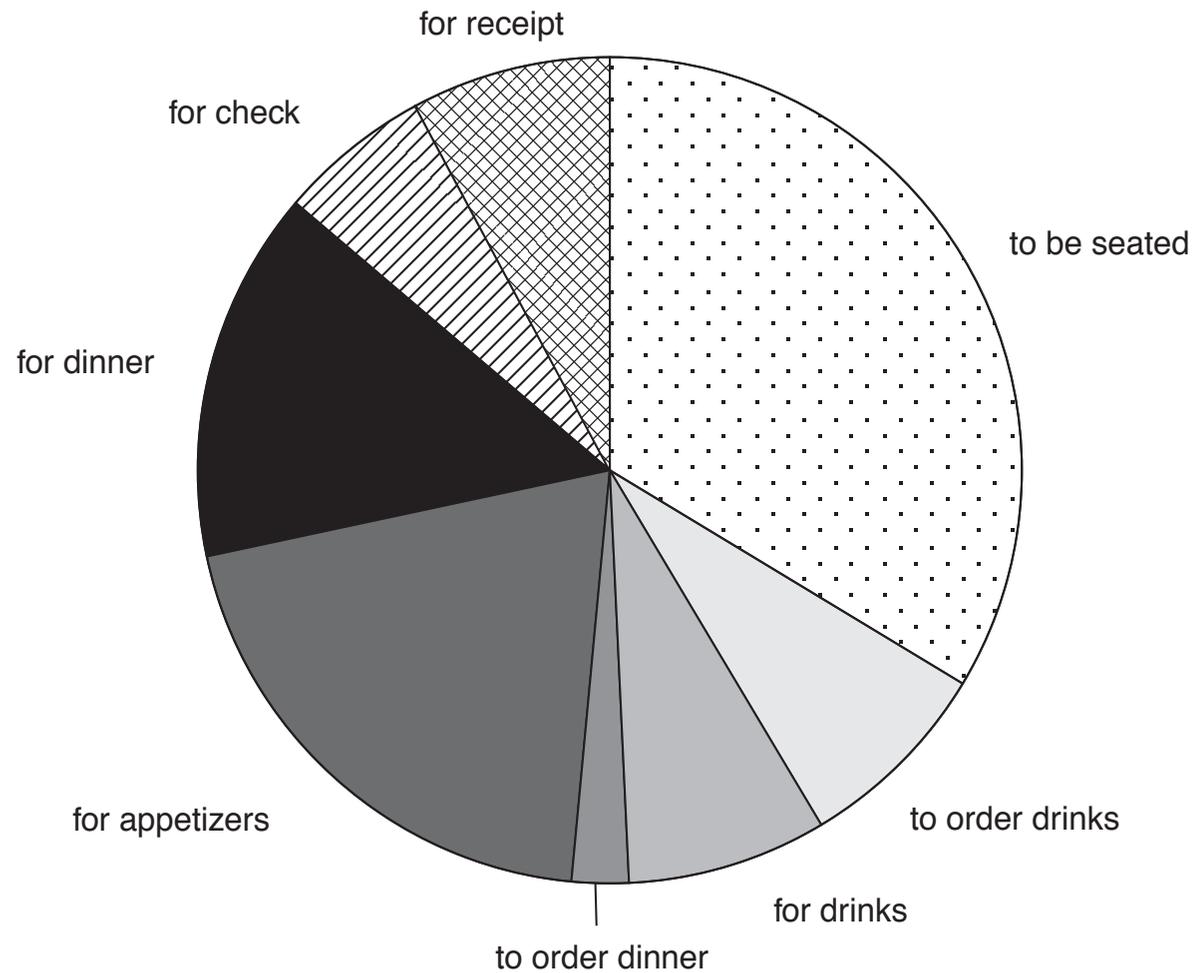


FIGURE 11.1 Average customer wait times, by activity

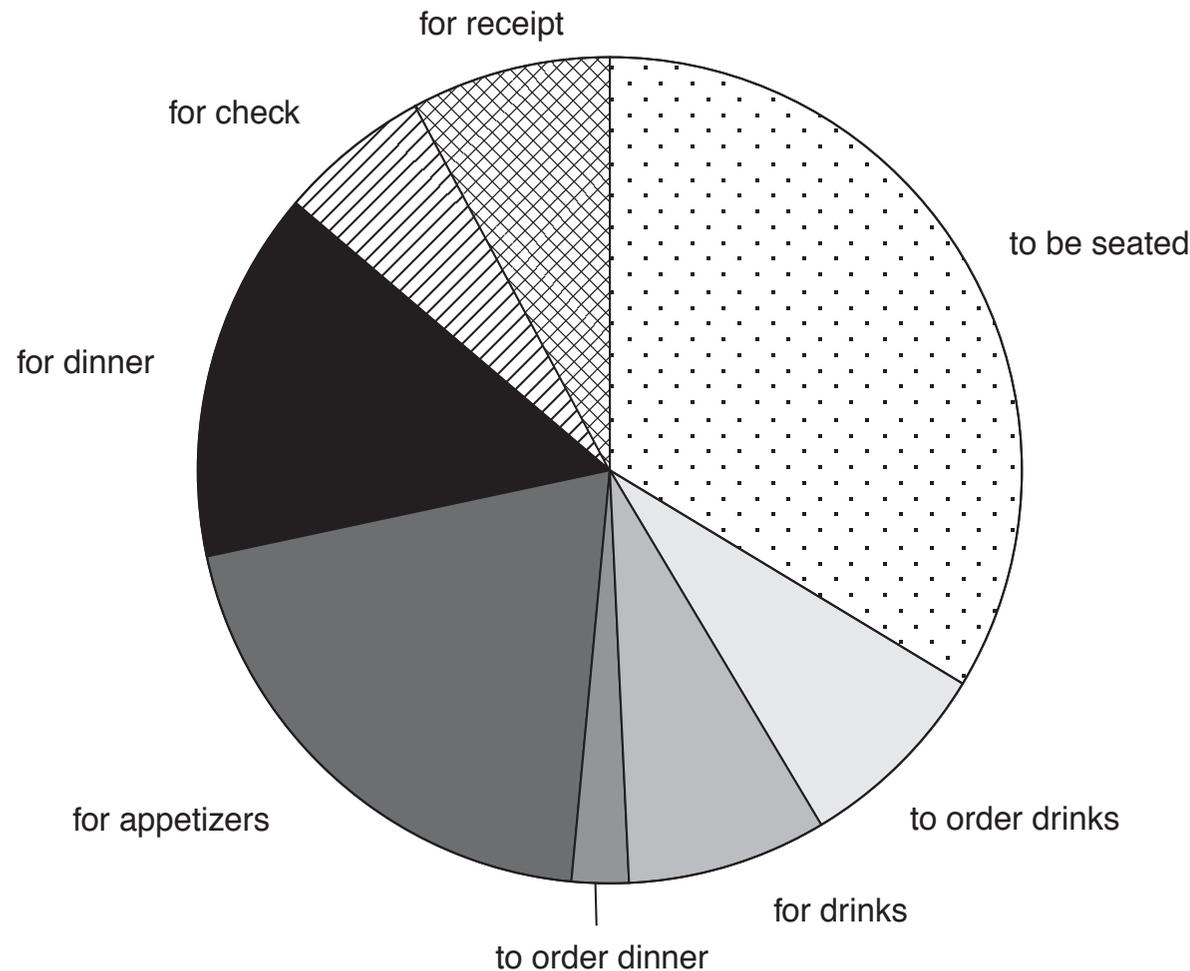
Tiempos Utilizados en el Mundo Real



¿Cuales inciden más en el problema?

FIGURE 11.1 Average customer wait times, by activity

Tiempos Utilizados en el Mundo Real



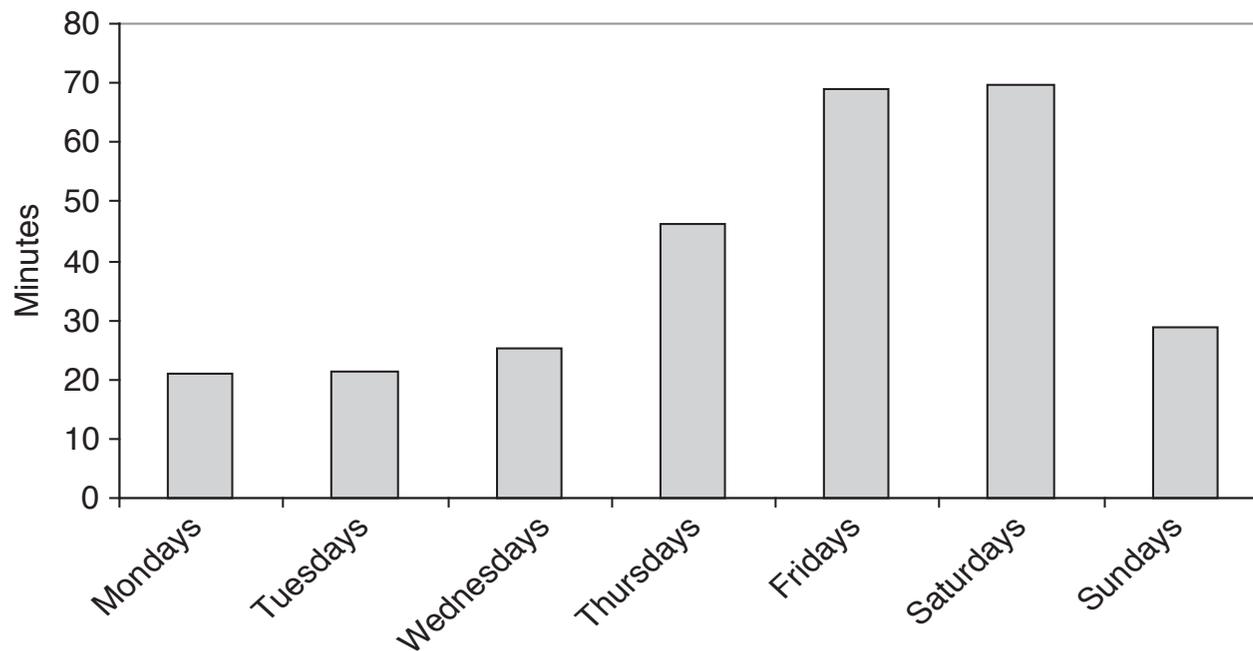
¿Cuales inciden más en el problema?

¿Que tiempos son los más factibles de mejorar?

FIGURE 11.1 Average customer wait times, by activity

Tiempos de Espera Diarios

Si nosotros hemos decidido que esta bien que exista hasta un máximo de 30 min de espera, entonces...

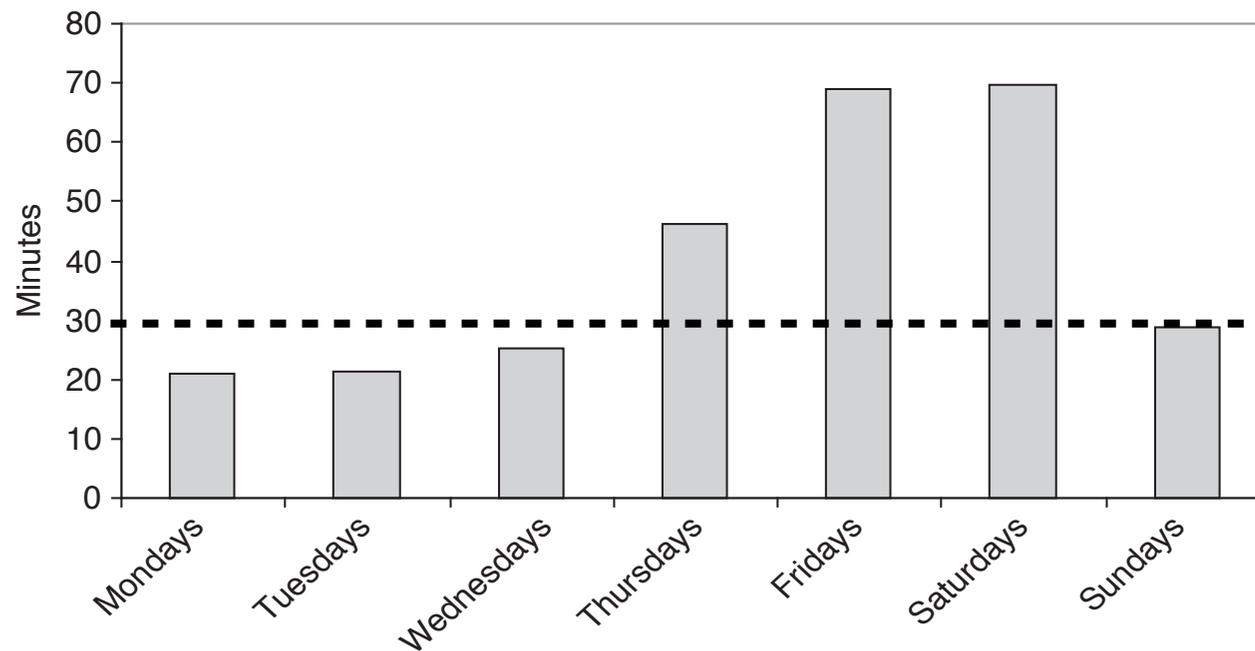


SLA
T. de espera \leq 30 Min

FIGURE 11.2 Average total customer wait times, by day of the week

Tiempos de Espera Diarios

Si nosotros hemos decidido que esta bien que exista hasta un máximo de 30 min de espera, entonces...



SLA
T. de espera \leq 30 Min

FIGURE 11.2 Average total customer wait times, by day of the week

Tiempos de Espera Diarios

Si nosotros hemos decidido que esta bien que exista hasta un máximo de 30 min de espera, entonces...

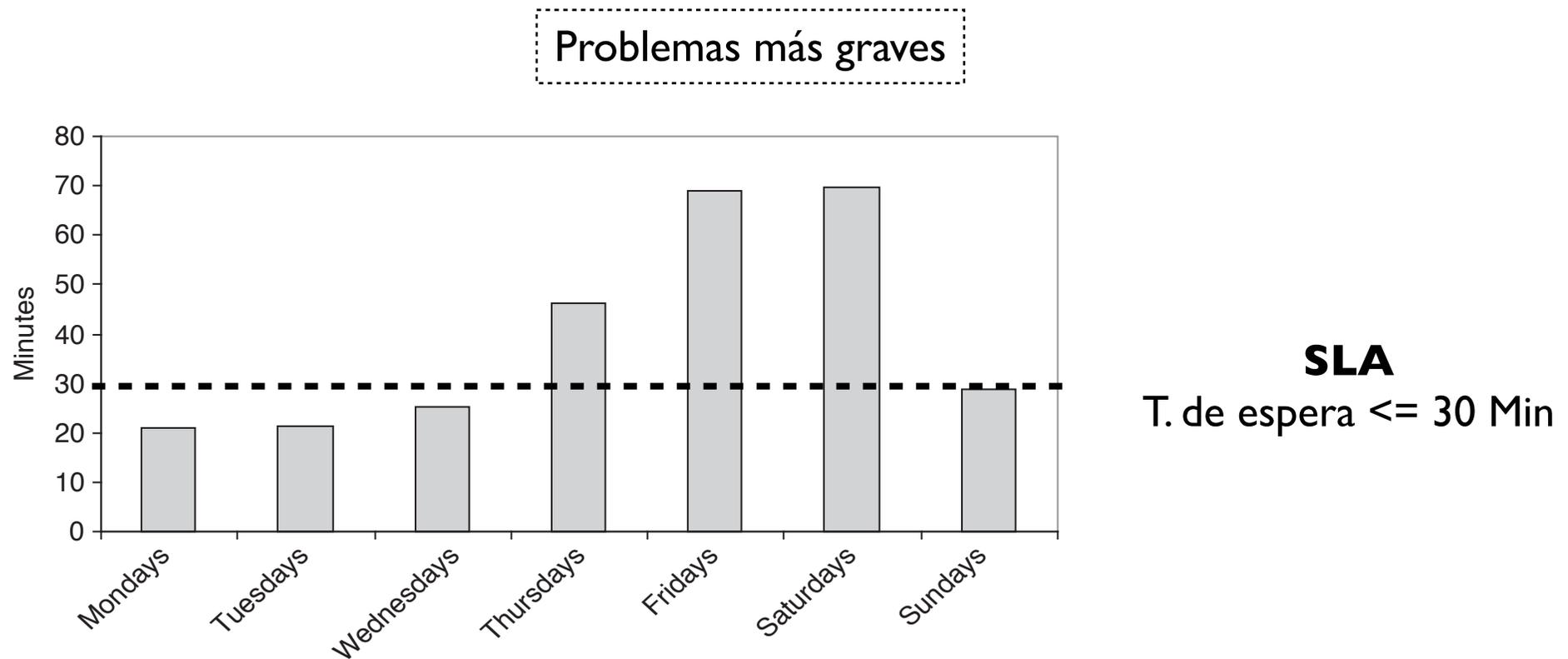


FIGURE 11.2 Average total customer wait times, by day of the week

Tiempos de Espera Diarios

Si nosotros hemos decidido que esta bien que exista hasta un máximo de 30 min de espera, entonces...

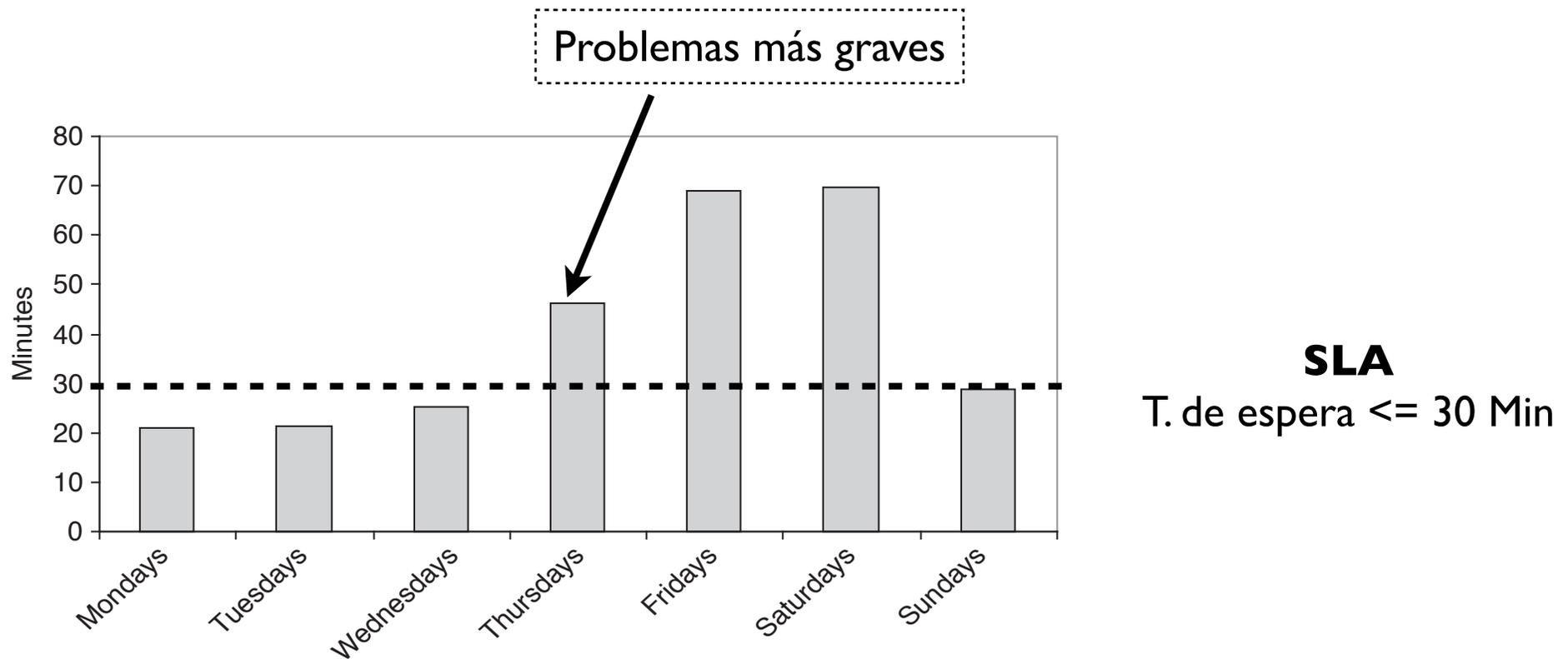


FIGURE 11.2 Average total customer wait times, by day of the week

Tiempos de Espera Diarios

Si nosotros hemos decidido que esta bien que exista hasta un máximo de 30 min de espera, entonces...

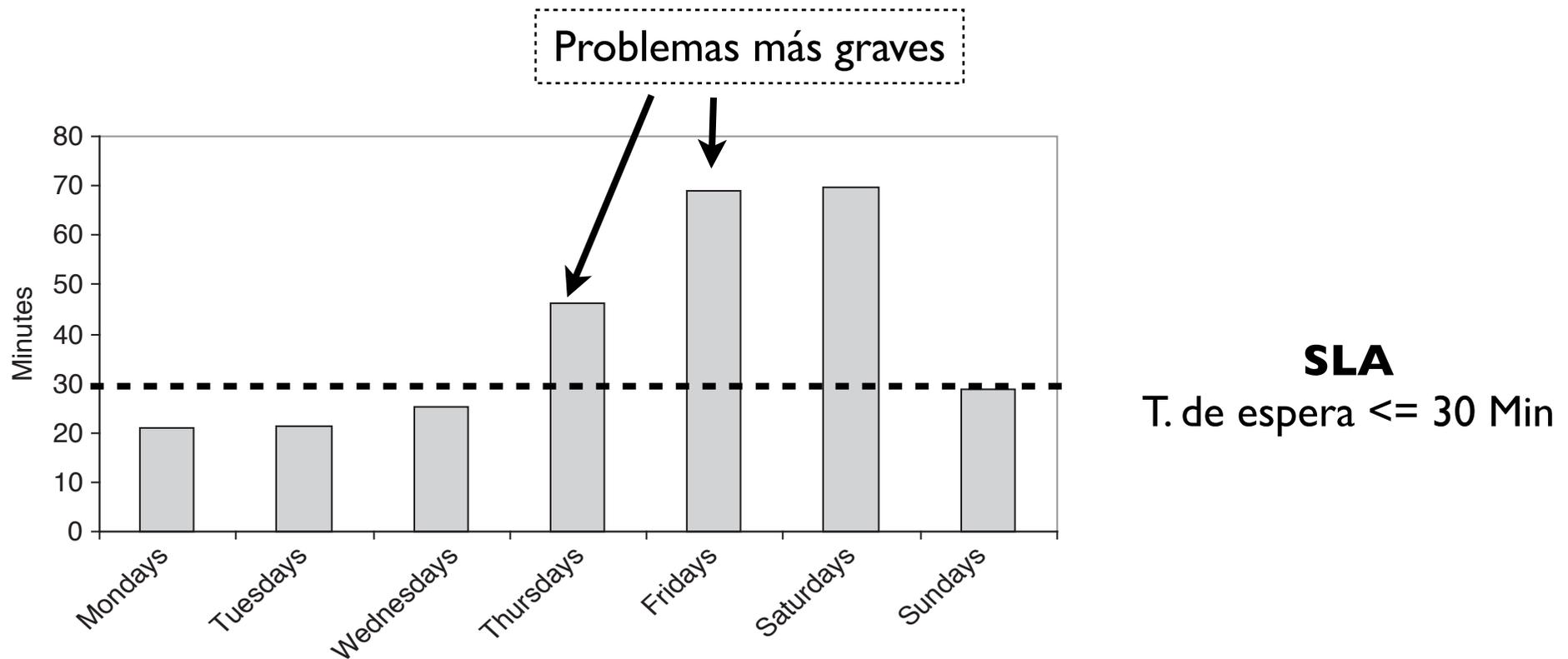


FIGURE 11.2 Average total customer wait times, by day of the week

Tiempos de Espera Diarios

Si nosotros hemos decidido que esta bien que exista hasta un máximo de 30 min de espera, entonces...

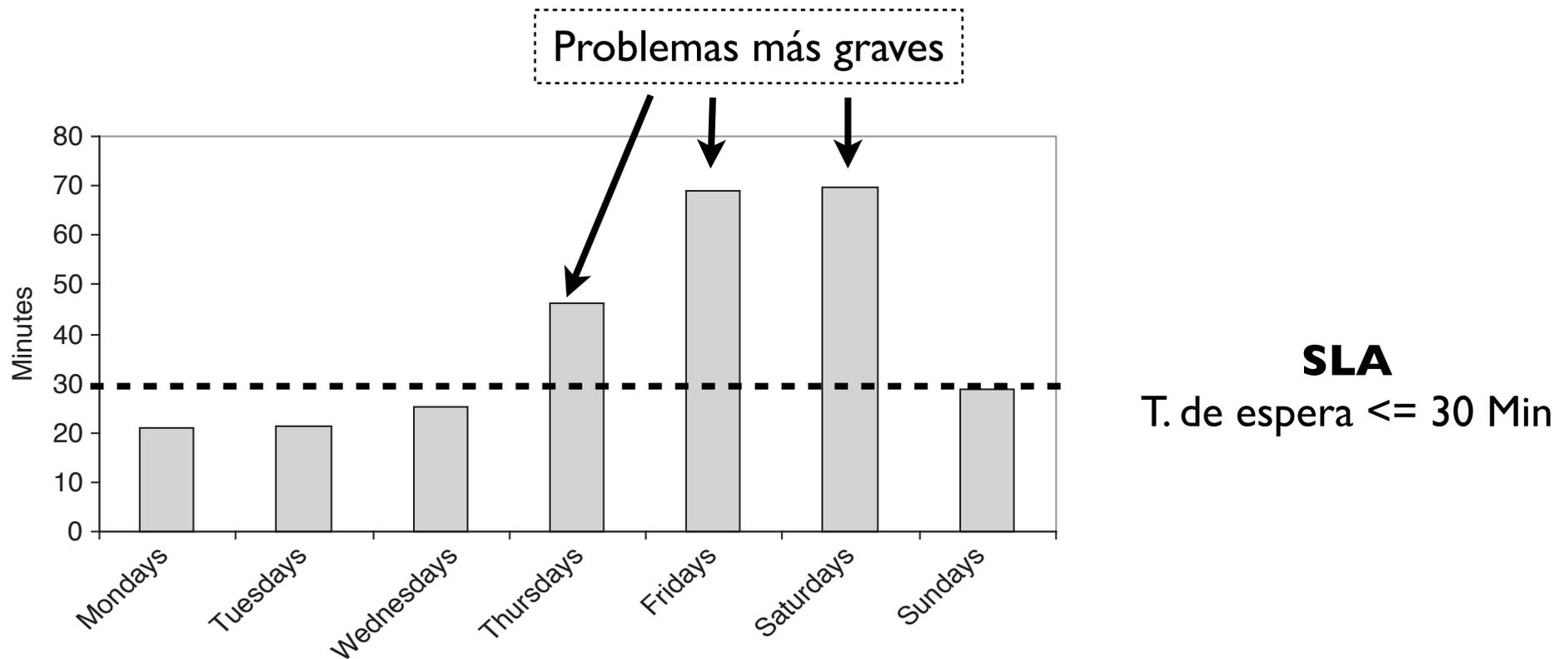


FIGURE 11.2 Average total customer wait times, by day of the week

Service Level Agreements

- ▶ Son los estándares de calidad o desempeño de un proceso. También conocidos como **nivel de servicio**.
- ▶ **SLA basado en Clientes:** Es cuando uno acuerda el nivel de servicio con un grupo de clientes.
- ▶ **SLA basado en Servicio:** Es cuando uno tiene un nivel de servicio para todos los clientes
- ▶ **SLA Multinivel:** Es cuando uno establece varios niveles de servicio para diversos grupos de clientes que utilicen un mismo servicio

Porcentaje de Clientes Esperando en un Día

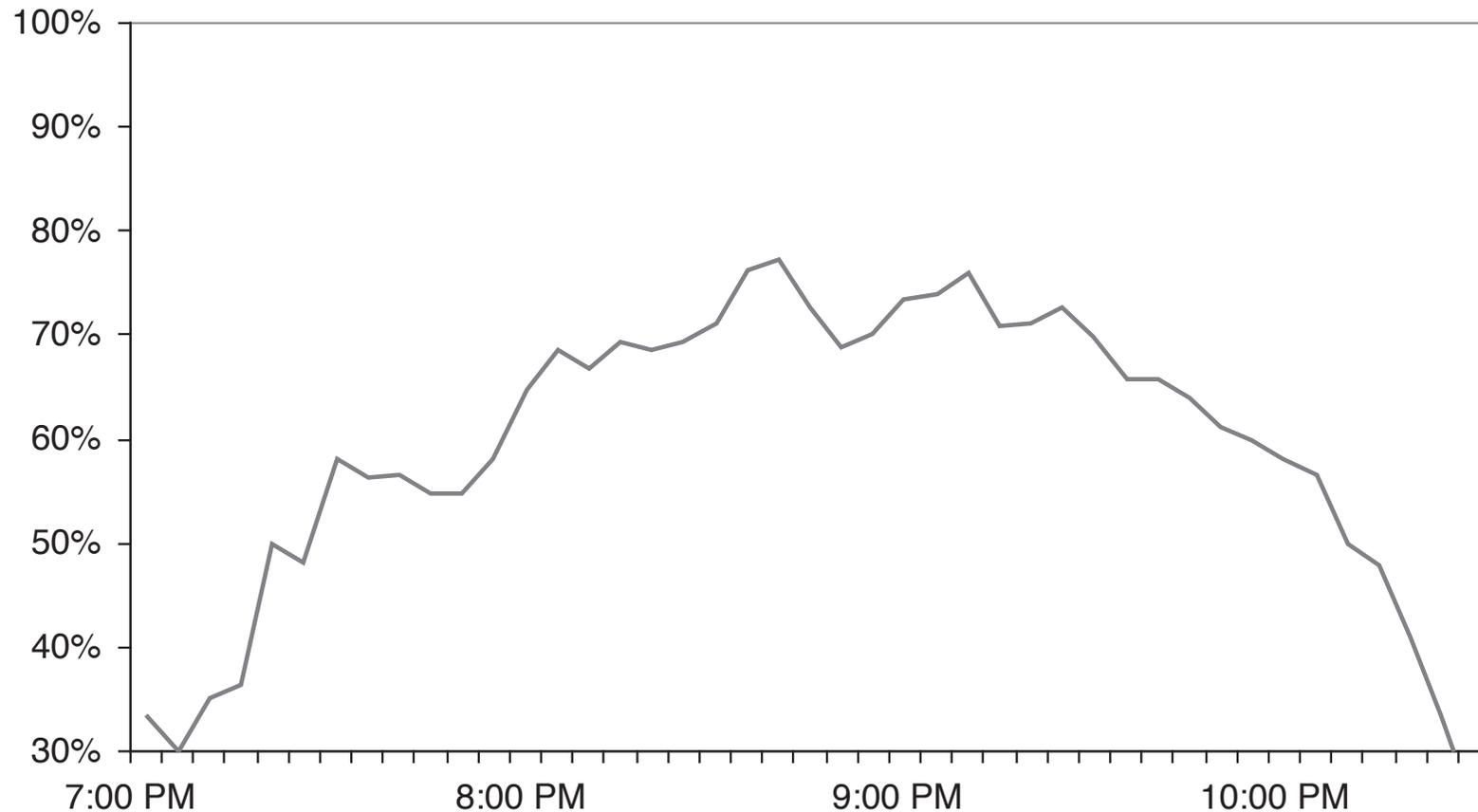


FIGURE 11.3 Percentage of customers waiting on an average Friday evening

Porcentaje de Clientes Esperando en un Día

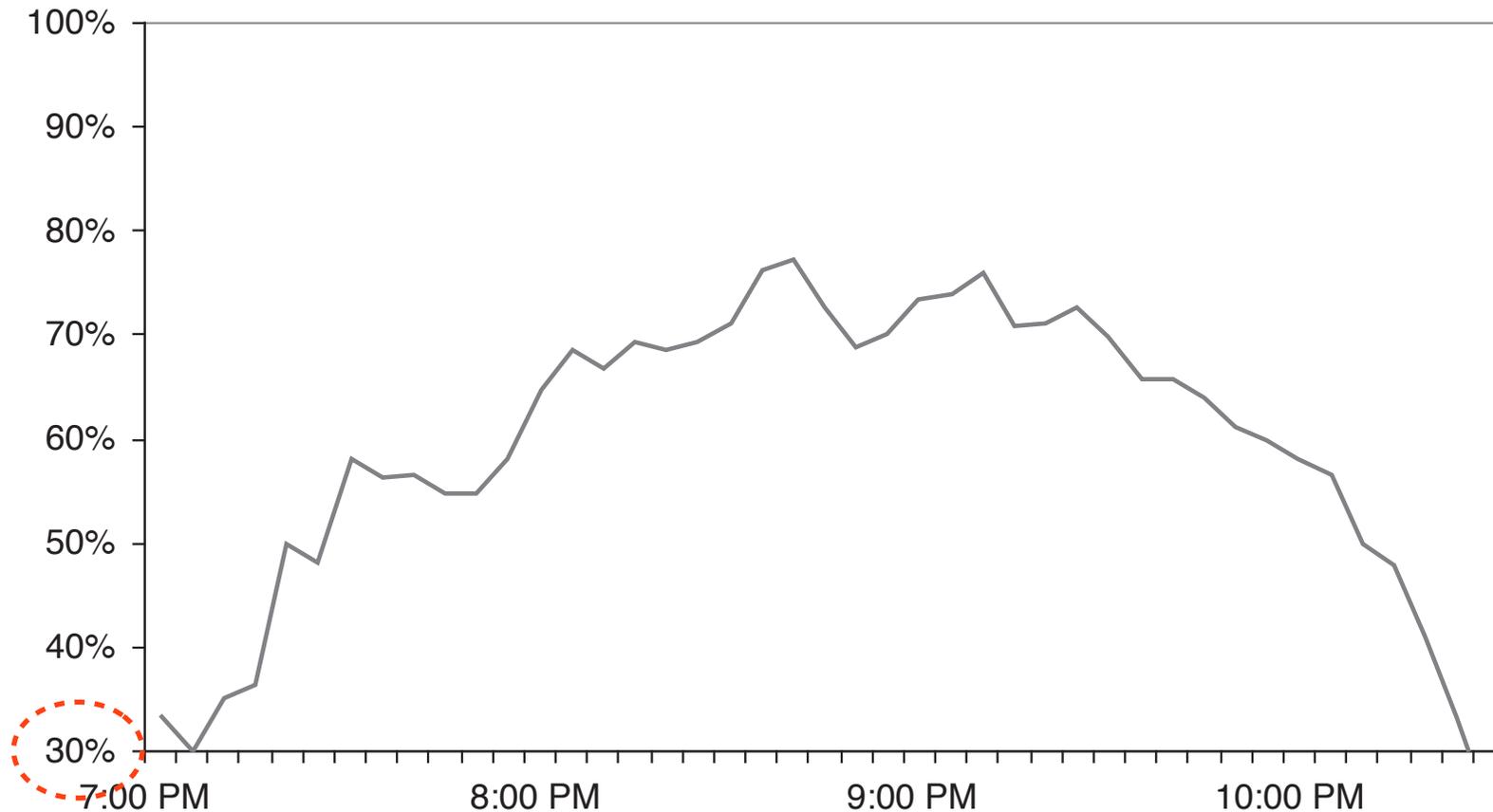


FIGURE 11.3 Percentage of customers waiting on an average Friday evening

¿Problemas?

- ▶ Los días viernes y sábado existen tiempos promedio de espera de 70 minutos, lo cual constituye un serio problema de satisfacción de los clientes. El Jueves también se espera mucho.
- ▶ **¿Cómo podemos solucionar esto?**

¿Problemas?

- ▶ Los días viernes y sábado existen tiempos promedio de espera de 70 minutos, lo cual constituye un serio problema de satisfacción de los clientes. El Jueves también se espera mucho.
- ▶ **¿Cómo podemos solucionar esto?**
 - ▶ Aumentemos el personal que atiende al doble!!

¿Problemas?

- ▶ Los días viernes y sábado existen tiempos promedio de espera de 70 minutos, lo cual constituye un serio problema de satisfacción de los clientes. El Jueves también se espera mucho.
- ▶ **¿Cómo podemos solucionar esto?**
 - ▶ Aumentemos el personal que atiende al doble!!
 - ▶ Solución cara!

¿Problemas?

- ▶ Los días viernes y sábado existen tiempos promedio de espera de 70 minutos, lo cual constituye un serio problema de satisfacción de los clientes. El Jueves también se espera mucho.
- ▶ **¿Cómo podemos solucionar esto?**
 - ▶ Aumentemos el personal que atiende al doble!!
 - ▶ Solución cara!
 - ▶ Pero no importa, pues podemos ver los resultados de la simulación...

Tiempo de Espera en un Día

No hay mejora alguna!
¿Porqué pasa esto?



¿Qué podemos hacer
para entender el por
que de esta situación?

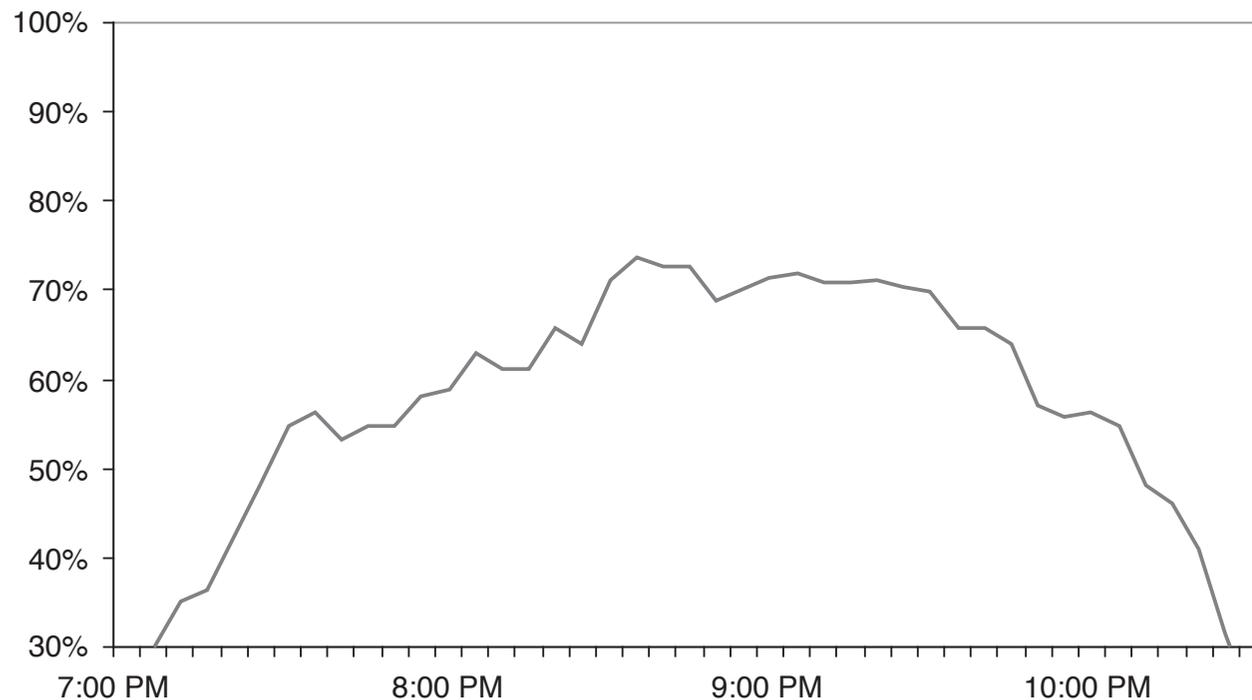


FIGURE 11.4 Percentage of customers waiting on a Friday, with twice the staff

Comparando Resultados

- ▶ Si vemos el tiempo de espera un día particular de la semana. Es posible darnos cuenta que no hay mucha diferencia aunque haya el doble de personal.
- ▶ ¿Porqué?...
- ▶ **Estudiemos la composición de los tiempos de espera.**

Composición de los T. de Espera

Se reducen algunos tiempos, pero otros aumentan

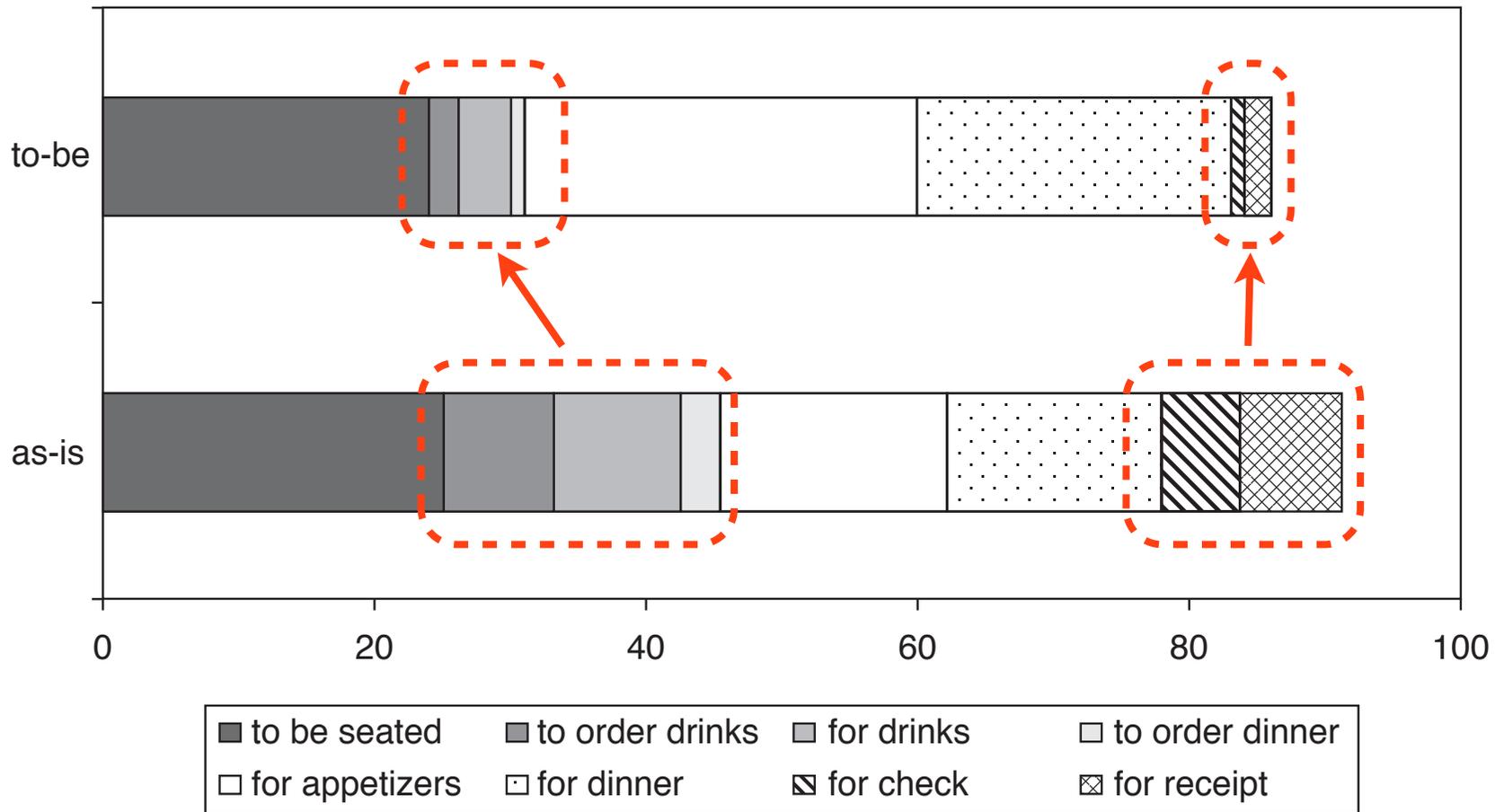


FIGURE 11.5 Friday night wait-time breakdown: as-is vs. to-be

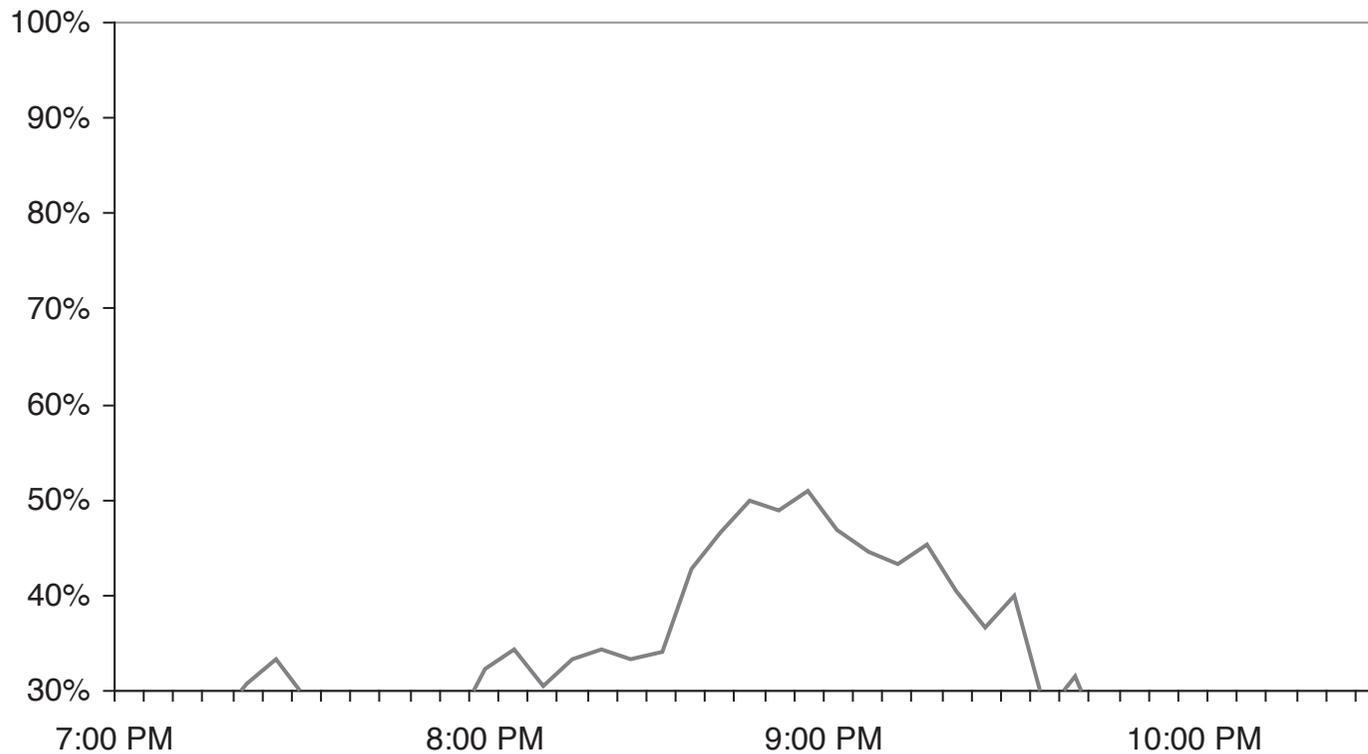
Analizando las Alternativas

- ▶ Nos podemos fijar que muchos **tiempos de espera** de la situación AS-IS (la realidad) se **acortan** en la solución TO-BE.
- ▶ El tiempo de espera a que **sienten** a los comensales se mantiene **constante**.
- ▶ Ahora el cliente debe esperar más por su cena
 - ▶ Esto puede producirse debido a que ahora hay más meseros, por lo tanto llegan a la cocina más órdenes simultáneamente.
 - ▶ El cocinero debe elegir una y comenzar a cocinar, **mientras** la persona **espera por la cena**.
 - ▶ Lo que ha ocurrido es que hemos **transformado tiempo de espera** para que nos **tomen la orden** en tiempo de **espera por la cena**.
- ▶ ¿Cómo podría reducir un tiempo como este?

Analizando las Alternativas

- ▶ Experimentemos con lo siguiente:
 - ▶ Doble personal: Meseros y Cocineros
 - ▶ Doble Mesas y Sillas
 - ▶ Doble de Cocinas

Solución 2



Ahora si!

Esta vez, podemos ver que si hay una mejora enorme respecto de la situación original y respecto de la solución anterior

FIGURE 11.6 Percentage of customers waiting on Friday, with twice the staff, twice the tables, and twice the kitchen

Solución 3

- ▶ La solución 2 muestra claramente ser una buena solución. Sin embargo, sigue siendo cara! O Sea, es infactible.
- ▶ Existe alguna otra alternativa?

Solución 3

- ▶ La solución 2 muestra claramente ser una buena solución. Sin embargo, sigue siendo cara! O Sea, es infactible.
- ▶ Existe alguna otra alternativa?
 - ▶ Si, hay varias, una de estas es **Eliminar las Lineas de Espera... ¿Cómo lo hacemos?**

Solución 3

- ▶ La solución 2 muestra claramente ser una buena solución. Sin embargo, sigue siendo cara! O Sea, es infactible.
- ▶ Existe alguna otra alternativa?
 - ▶ Si, hay varias, una de estas es **Eliminar las Lineas de Espera... ¿Cómo lo hacemos?**
 - ▶ Política de sólo Reservas

Solución 3

- ▶ La solución 2 muestra claramente ser una buena solución. Sin embargo, sigue siendo cara! O Sea, es infactible.
- ▶ Existe alguna otra alternativa?
 - ▶ Si, hay varias, una de estas es **Eliminar las Lineas de Espera... ¿Cómo lo hacemos?**
 - ▶ Política de sólo Reservas
 - ▶ **Nadie pueden entrar sin reserva.**

Solución 3

- ▶ La solución 2 muestra claramente ser una buena solución. Sin embargo, sigue siendo cara! O Sea, es infactible.
- ▶ Existe alguna otra alternativa?
 - ▶ Si, hay varias, una de estas es **Eliminar las Lineas de Espera... ¿Cómo lo hacemos?**
 - ▶ Política de sólo Reservas
 - ▶ **Nadie pueden entrar sin reserva.**
 - ▶ **Podemos atender a todas las personas con los recursos existentes**

Solución 3

- ▶ La solución 2 muestra claramente ser una buena solución. Sin embargo, sigue siendo cara! O Sea, es infactible.
- ▶ Existe alguna otra alternativa?
 - ▶ Si, hay varias, una de estas es **Eliminar las Lineas de Espera... ¿Cómo lo hacemos?**
 - ▶ Política de sólo Reservas
 - ▶ **Nadie pueden entrar sin reserva.**
 - ▶ **Podemos atender a todas las personas con los recursos existentes**
 - ▶ **Se minimizan los tiempos de espera de las personas (como muestra la Fig. 11.6)**

Tiempos Espera Solución 3

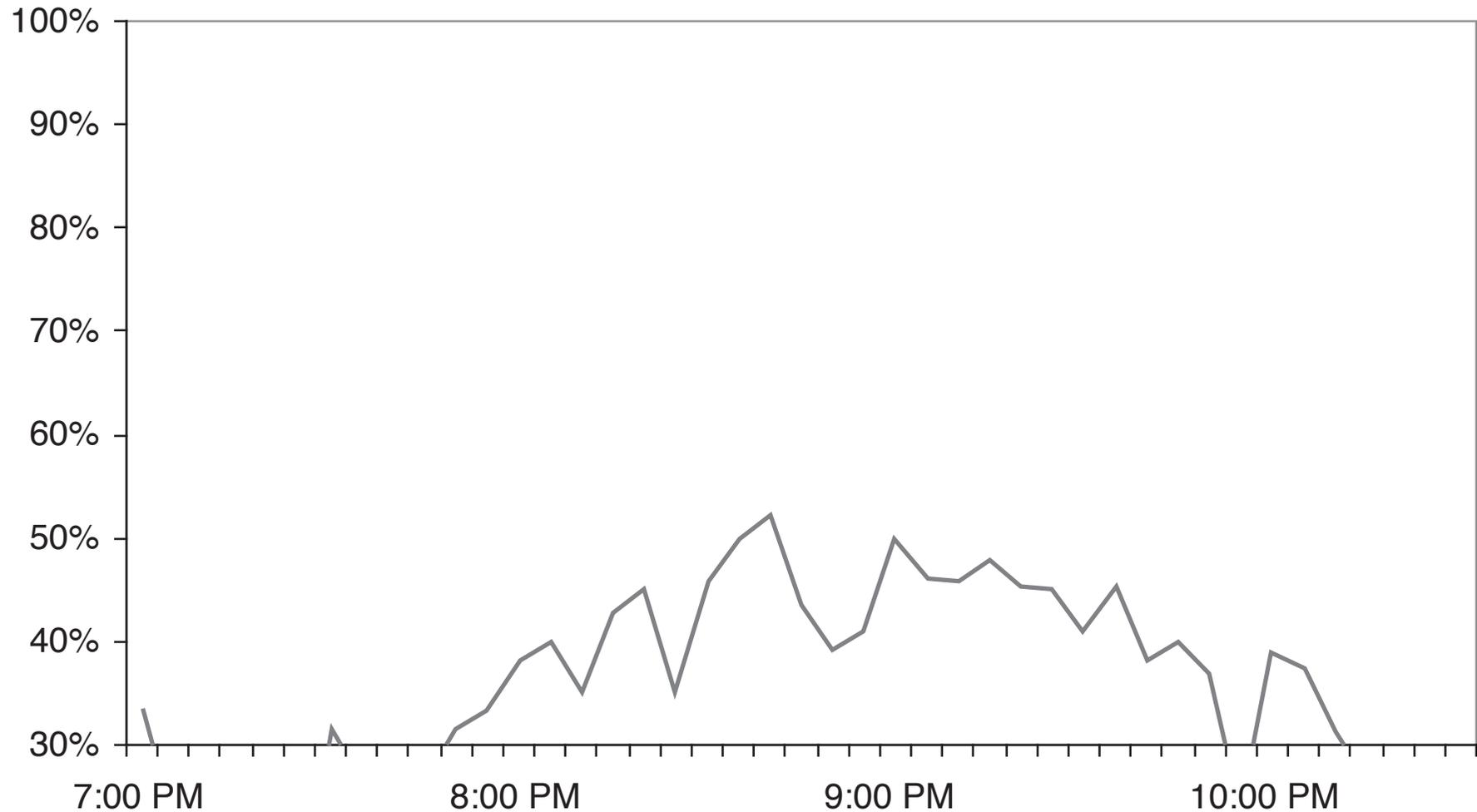


FIGURE 11.7 Percentage of customers waiting on Friday, with a reservations-only policy

¿Qué se Requiere para Simular?

- ▶ Un Motor de Simulaciones de Procesos de Negocio (Ej. Bonita)
- ▶ Un Modelo de Proceso de Negocio Validado
 - ▶ Que represente la realidad
- ▶ **Conocimiento adicional** de como se interrelacionan las Actividades, Recursos y los Trabajos.

Recursos, Actividades & Trabajos

- ▶ **Actividades:** Son tareas unitarias que componen un proceso de negocio.
- ▶ **Recursos:** Son personas que realizan una actividad. Están demarcados por los “lanes” dentro de un Pool.
- ▶ **Trabajos:** Es algo que fluye a través del proceso, y que debe ser realizado por un recurso.
 - ▶ Sinónimo de trabajo, es **token**, viene de redes de petri

Recursos, Actividades & Trabajos

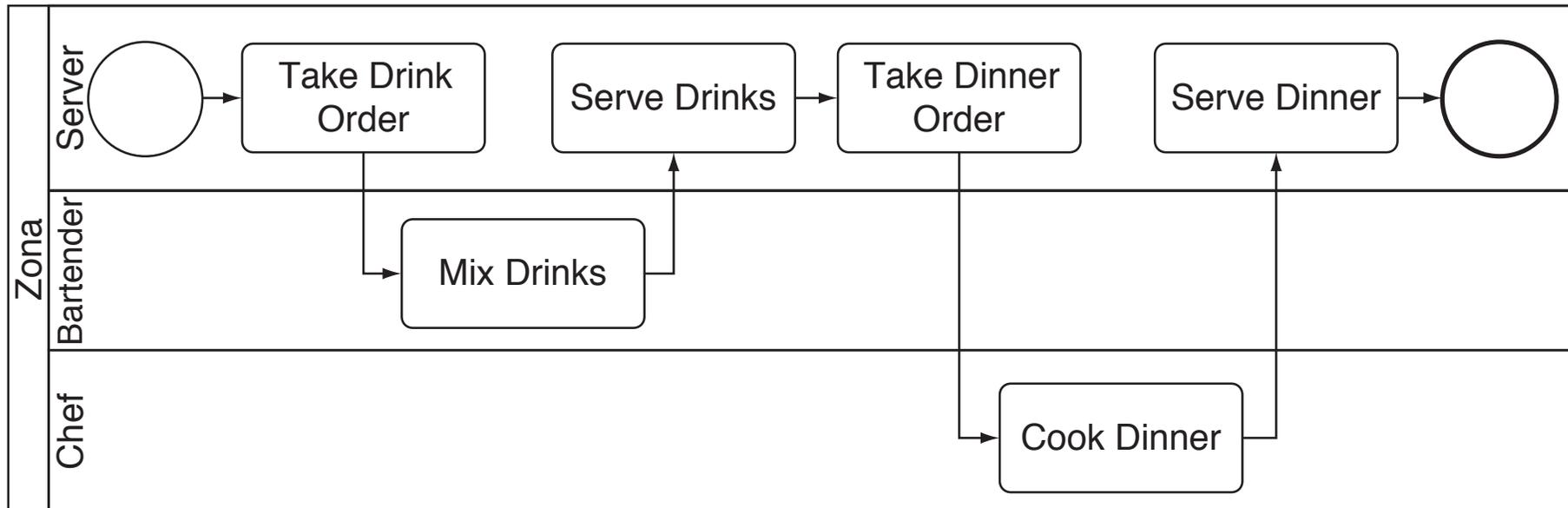


FIGURE 11.8 A process to be simulated

Recursos, Actividades & Trabajos

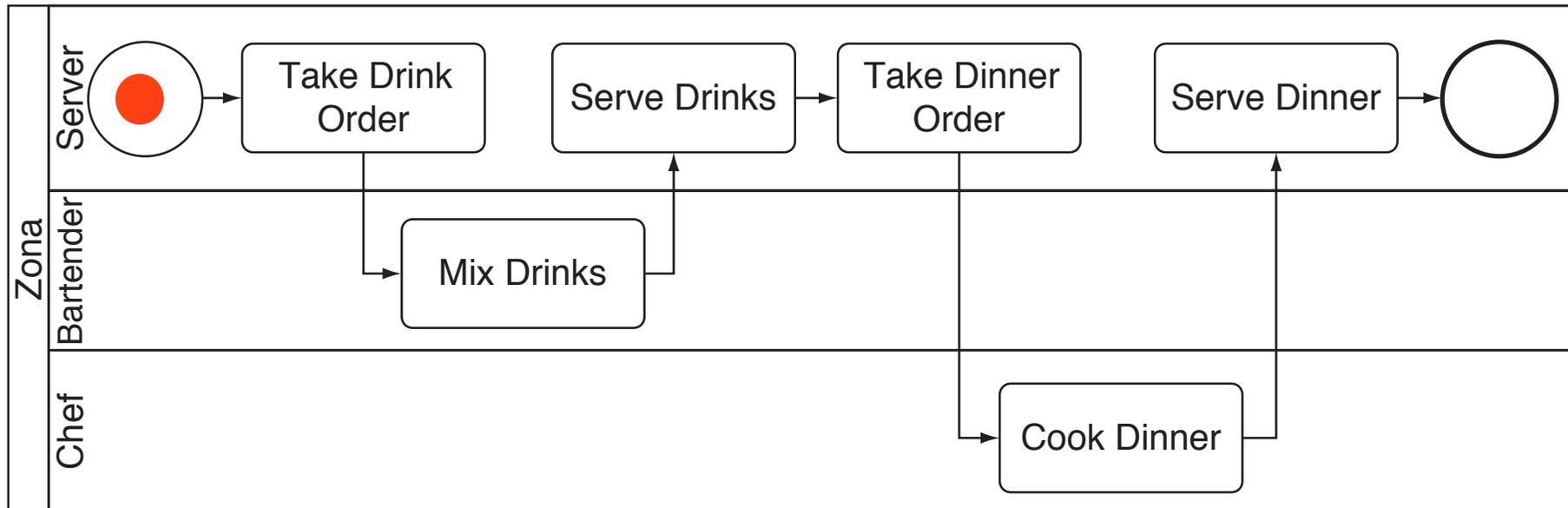


FIGURE 11.8 A process to be simulated

Recursos, Actividades & Trabajos

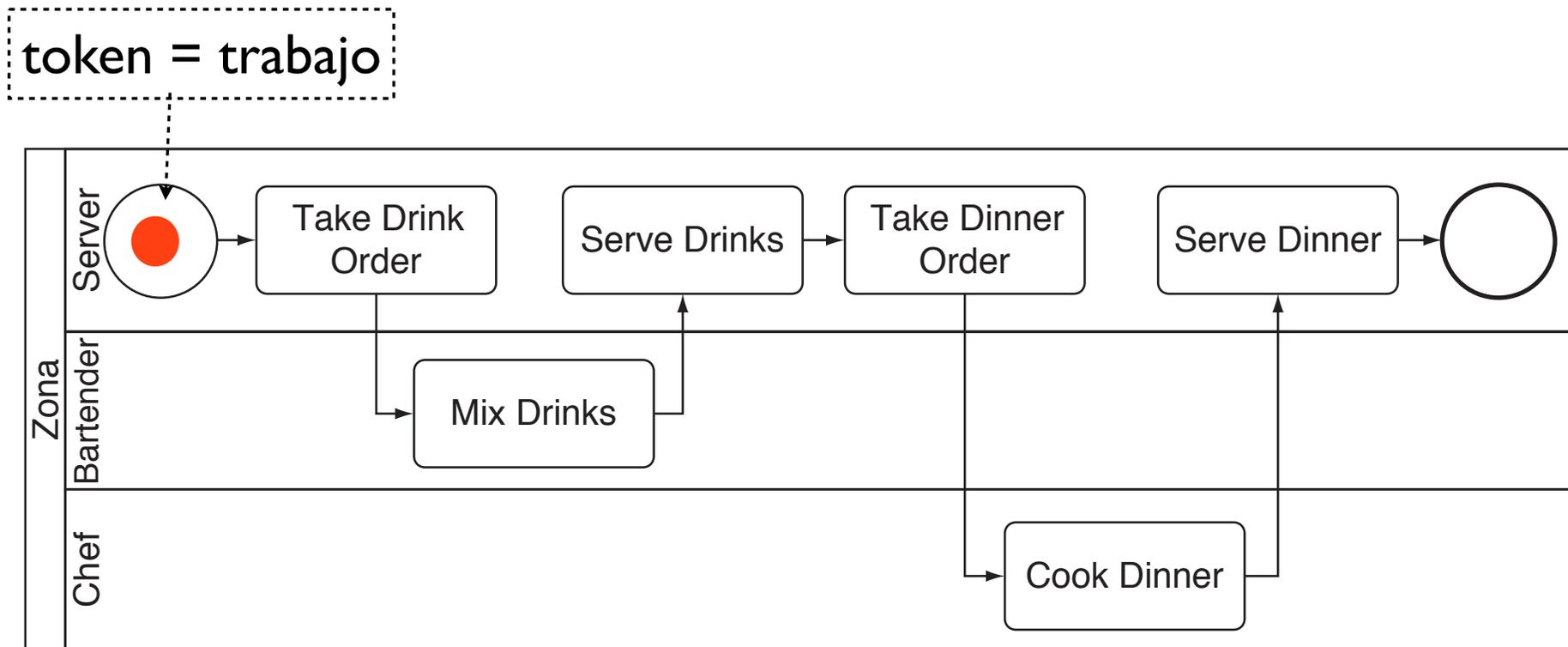


FIGURE 11.8 A process to be simulated

Recursos, Actividades & Trabajos

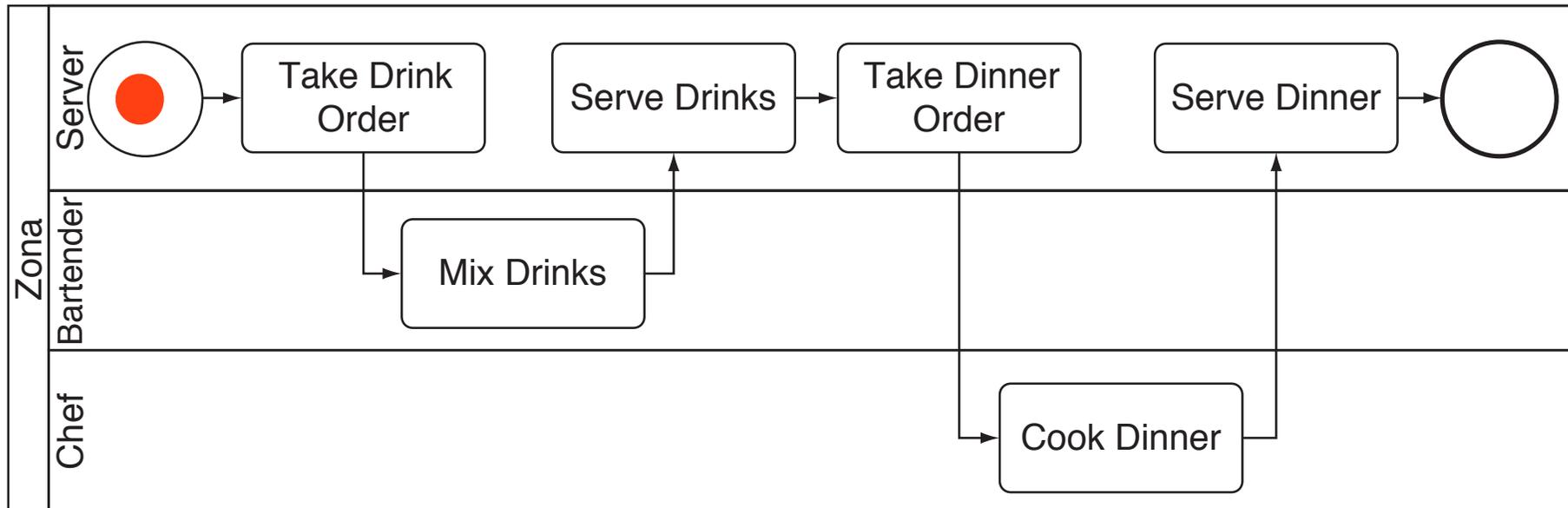


FIGURE 11.8 A process to be simulated

Recursos, Actividades & Trabajos

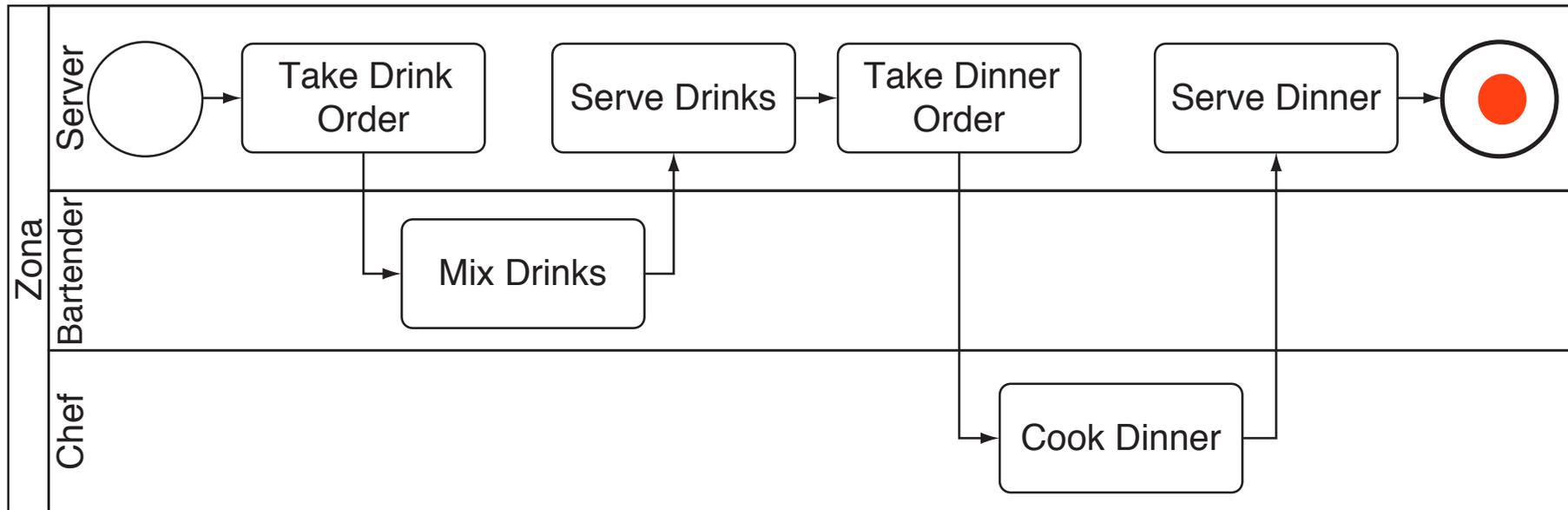
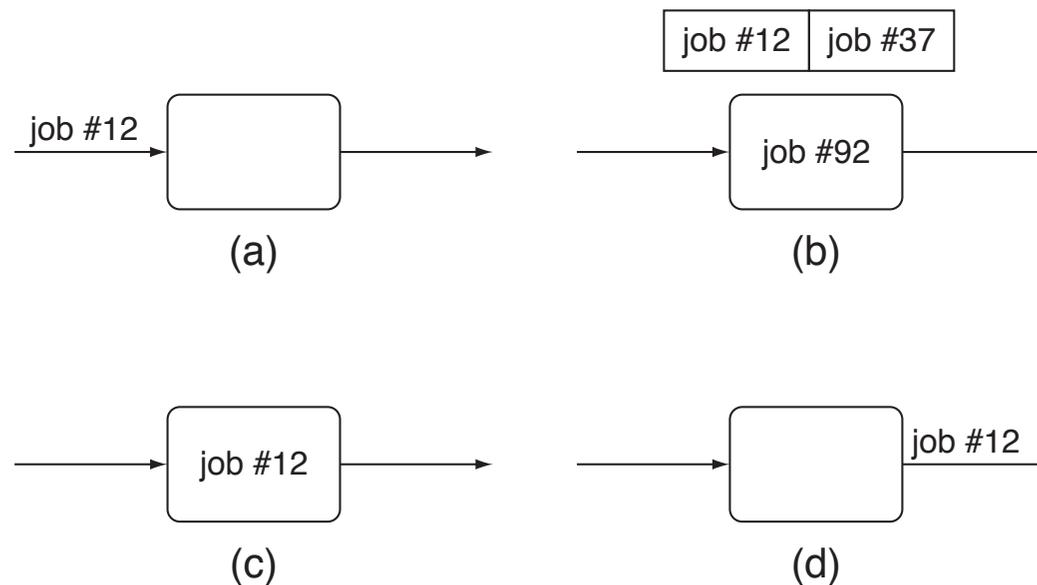


FIGURE 11.8 A process to be simulated

Ciclo de Trabajo

- ▶ A medida que la simulación avanza, el engine recolecta datos respecto actividades, trabajos y recursos



Reportes

Table 11.1 Statistics Collected by the Simulation

	Statistic	Example
Activity statistics	How many times the activity was performed	Serve Drinks was performed 1,291 times over a seven day simulation
	The average duration of the activity	Serve Drinks averaged 3.1 minutes
	The total cost incurred performing the activity	Serve Drinks incurred a total cost of \$912.11
	The total resource hours (i.e., man-hours) of work performed at the activity	Serve Drinks represented 73.4 resource hours of work
	The current backlog of jobs at this activity	Serve Drinks has a current backlog of one job: one table is waiting for a server to serve them drinks
	The average wait time for jobs waiting at this activity	Serve Drinks has an average wait time of 4.2 minutes

Reportes

Resource statistics	The utilization for this resource	The server Angela is 91% utilized; she has spent 91% of her work time actually working on jobs and 9% waiting, on break, or other non-job activity
	The total amount of work performed by this resource	Angela has performed 6.3 hours of work
	The total cost of the work performed	Angela has performed work that costs \$69.21
	The distribution of work across different activities	Angela has spent 14% of her time at activity Take Drink Order , 11% at activity Serve Drinks , etc.

Reportes

Table 11.1 Statistics Collected by the Simulation—*cont'd*

	Statistic	Example
Job statistics	The total cycle time of the job, the end-to-end time	Job-241 has a cycle time of 119 minutes, from the time the party arrived at the restaurant until they left
	The total touch time for the job, how much work was done	Job-241 has a touch time of 71 minutes
	The total cost incurred by the job	Job-241 has a total cost of \$27.21
	The total wait time for the job	Job-241 has a total wait time of 53 minutes
	The wait time of the job distributed among the activities	Job-241 waited at Seat Party for 17 minutes, at Take Drink Order for 1 minute, etc.
	The touch time of the job distributed among the activities	Job-241 incurred 2 minutes of work at Seat Party , 3 minutes of work at Take Drink Order , etc.

Duración de Actividades

- ▶ Para poder realizar la simulación, el engine requiere información adicional respecto de la duración de las actividades.
- ▶ Cuando el trabajo llega a una Actividad, se debe medir el tiempo que un recurso trabaja en ella.

Detalle del Trabajo

- ▶ El tiempo al realizar una **actividad** puede variar dependiendo del detalle de **trabajo**.
- ▶ Por ejemplo, **tomar el pedido** a una mesa de 2 personas en general puede tomar menos tiempo que una mesa de 8 personas.
- ▶ Igualmente, traer los aperitivos para una mesa de 2 personas es mucho más rápido que para una mesa de 8 personas.

Habilidad del Recurso

- ▶ El tiempo al realizar una actividad, puede variar dependiendo de la habilidad ó experiencia que tiene un recurso.
- ▶ Es necesario modelar esta variable
 - ▶ **SkillLevel= 0.8** para un recurso experimentado y que trabaja rápido
 - ▶ **SkillLevel = 1** para los recursos promedio
 - ▶ **SkillLevel = 1.2** para los recursos lentos

Actividades Compuestas

- ▶ Hay actividades donde **tanto** el **detalle del trabajo** a realizar como la **habilidad del recurso** son factores primordiales.
- ▶ En el caso de la Actividad Tomar Orden:

Take Dinner Order: activity	
Description	Understand what the diners want to eat while you answer any questions about the menu that arise.
Duration	The skill level of the resource multiplied by the standard duration. The standard duration is 5 minutes for a party size of one or two, 6 minutes for a party of three, 7 minutes for a party of four, 8 minutes for a party of five, 9 minutes for a party of six, 10 minutes for a party of seven, and 11 minutes for a party of eight people.

Distribución Uniforme

- ▶ Algunas actividades pueden tardar tiempo aleatorio en poder realizarse.
- ▶ Ej.Actividad: Cocinar la Cena
 - ▶ En este caso podríamos decir que las preparaciones pueden tomar desde 22 minutos a 45 minutos dependiendo de lo que se ha pedido.

Otras Distribuciones Posibles

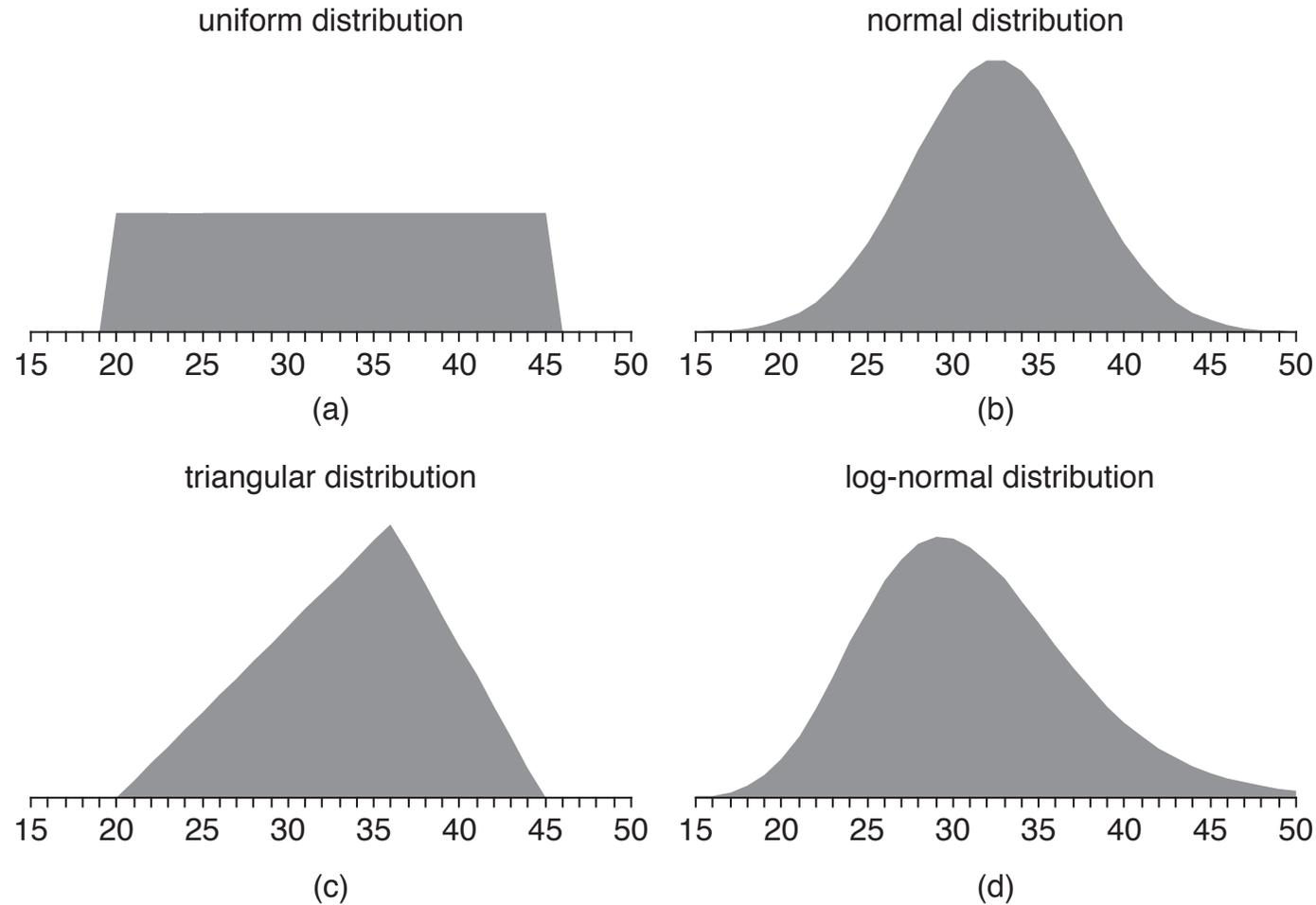


FIGURE 11.11 Some possible distributions of activity duration