

Procesos de Negocios - Clase 4

Modelamiento cuantitativo

Departamento de Ingeniería
Industrial

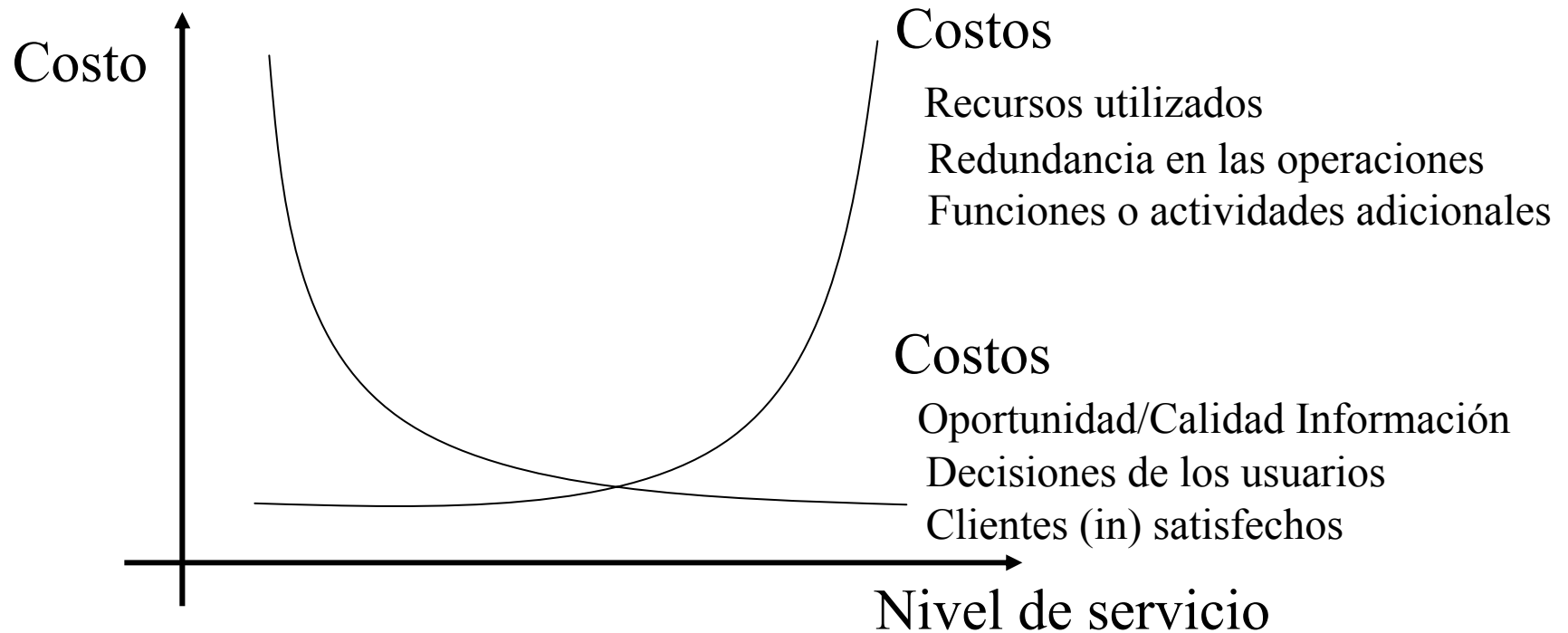
Universidad de Chile

Derechos Reservados ©

Modelamiento Cuantitativo

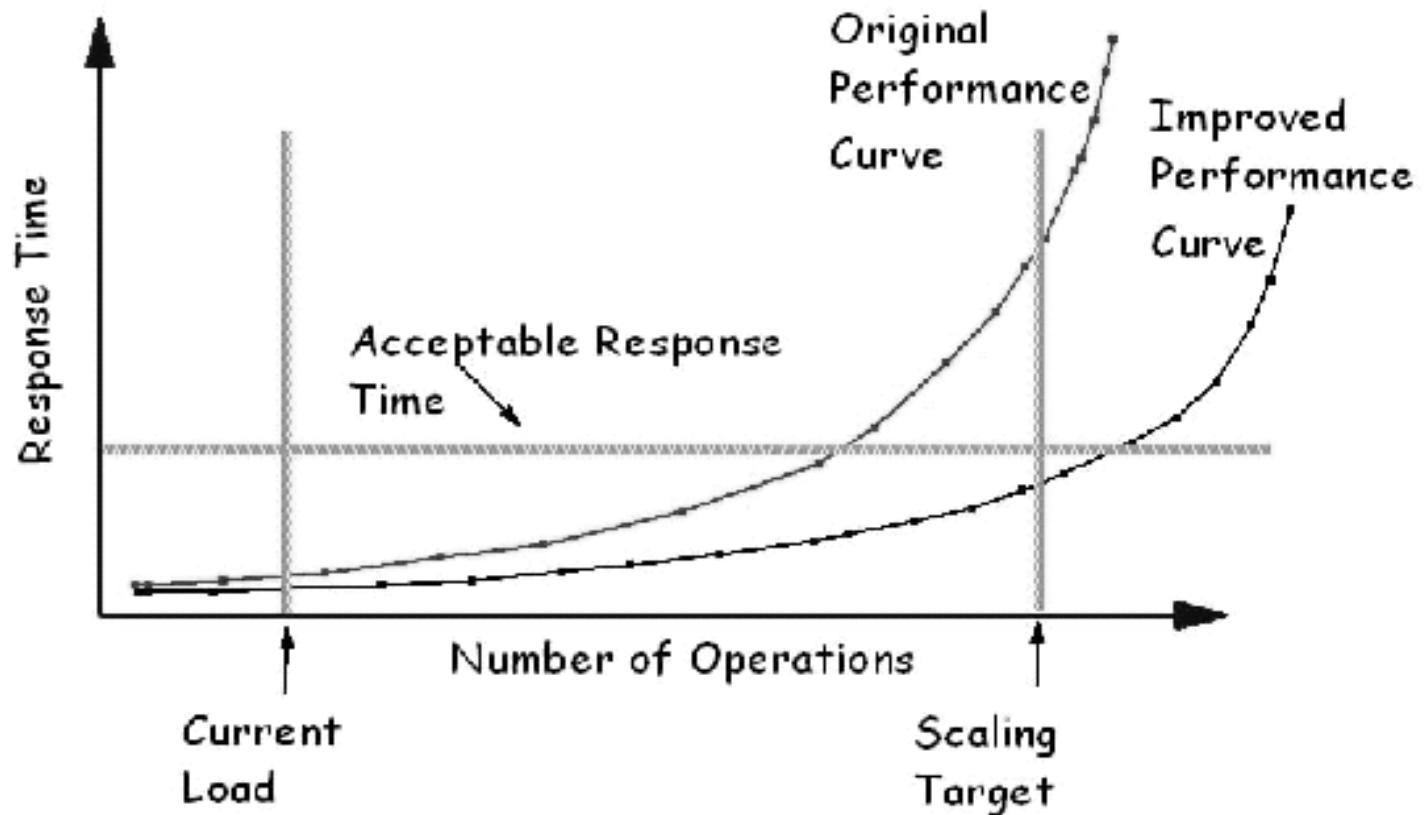
- Corresponde a la capacidad de construir, validar y usar un modelo cuantitativo (matemático o de simulación) de la operación de un proceso para:
 - Proyectar cuándo los niveles de servicio serán violados como función de la evolución de la *carga de trabajo* (establecer las condiciones de borde del sistema)
 - Decidir la mejor asignación de recursos.
 - Determinar de la forma más efectiva de aminorar los efectos negativos de la saturación del sistema.

Efectos del Modelo

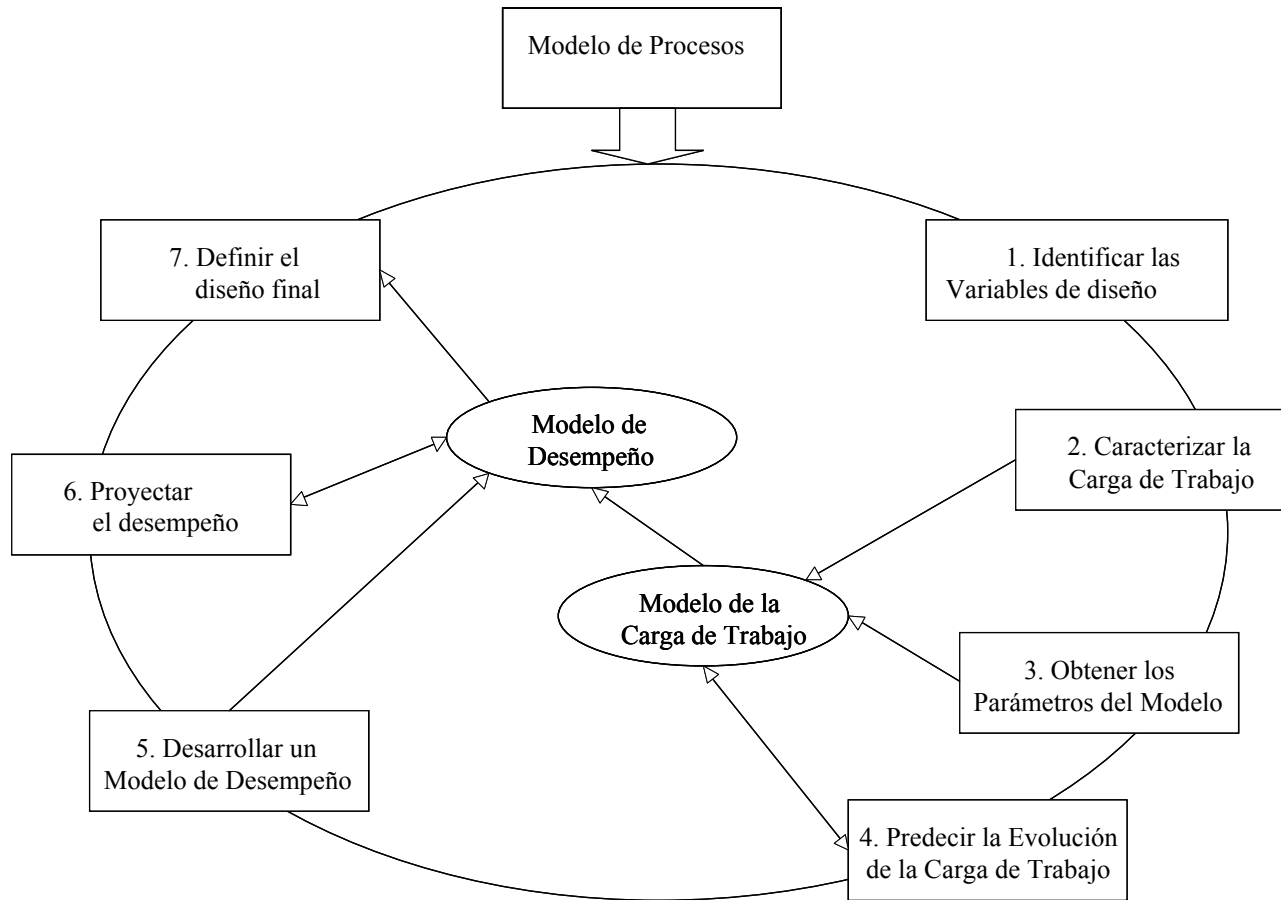


- ❑ Necesario identificar e incorporar el tradeoff del diseño
- ❑ Una correcta evaluación permitirá realizar un diseño adecuado

Ejemplo de Tiempo de Respuesta



Metodología



Definición de niveles de servicio

- Niveles de Servicio: representa la definición de aquellos indicadores de calidad del proceso.
- Ejemplos
 - Tiempo de ciclo.
 - Costo de producción
 - Número de errores generados

Carga de trabajo

- Corresponde a los requerimientos que un determinado proceso recibe para ser procesados
- Ejemplos:
 - Llegadas de clientes u órdenes.
 - Solicitudes sobre un sistema.
 - Transacciones sobre DB.
- La carga de trabajo puede ser analizada en componentes menores denominados ***componentes básicos.***

Componentes básicos

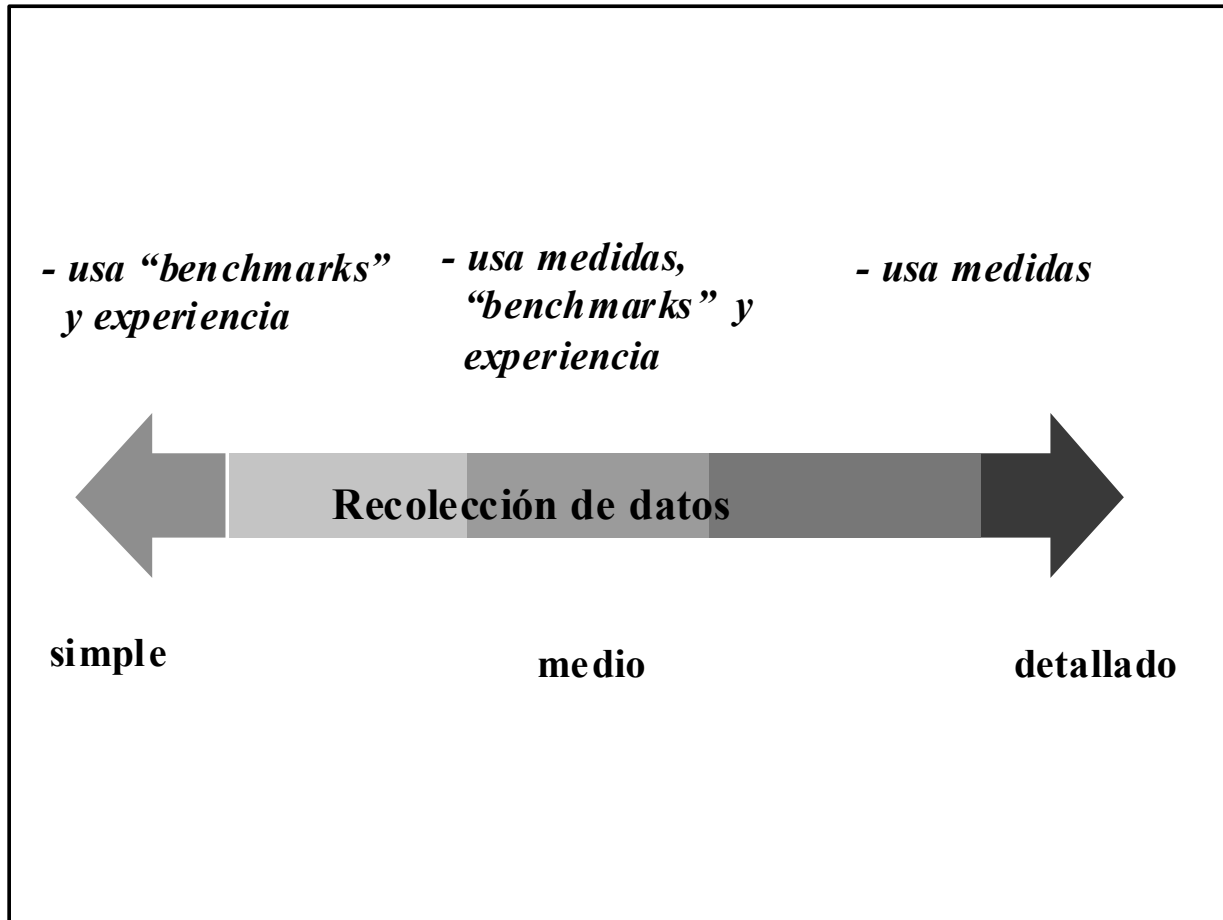
- ❑ Corresponden a aquellos elementos mínimos necesarios para analizar sus características (frecuencia, intensidad, estacionalidad, etc.)
- ❑ Ejemplos

Componente	Componente Básico
Solicitud de Saldo	Identificación Acceso a BD (consulta) Emisión de resultado
Inscripción de Ramos	Consultas de Disponibilidad Análisis de Factibilidad y Prioridad Inscripción final (registrar los cursos)

Parámetros de la Carga de Trabajo

- Corresponde a la caracterización, a través de un modelo, de las características relevantes que describen la carga de trabajo.
- Parámetros de Intensidad
 - número de mensajes enviados/hora
 - número de llegas de clientes/min.
- Parámetros de Servicio
 - Largo promedio del mensaje
 - Tiempo promedio de atención.

¿Cómo medir los parámetros?



¿Cómo medir...(2)?

□ Posibles escenarios:

- Antes del sistema todo se realizaba manualmente, pero de todas formas hay registros sobre las transacciones.
- Había un sistema anterior, entonces es posible obtener un calculo más certero de las transacciones.
- El negocio es totalmente nuevo, es decir, ni siquiera se parece a un sistema predecesor. En ese caso, conviene revisar cómo operaban otros sistemas parecidos. Por ejemplo, en las primeras instalaciones de estaciones base para celulares, hubo que comparar la situación con otras ciudades parecidas en el mundo.

Proyección de la Carga de Trabajo

- Corresponde a definir la evolución futura de los parámetros de la carga de trabajo dentro de los períodos relevantes de análisis.
- Métodos:
 - Recopilación de antecedentes (datos, planes estratégicos, competencia, etc).
 - Uso de metodologías de pronóstico (regresión lineal, promedios móviles, ajuste exponencial, etc.) ajustados por planes estratégicos.



Ejemplo de un Call Center

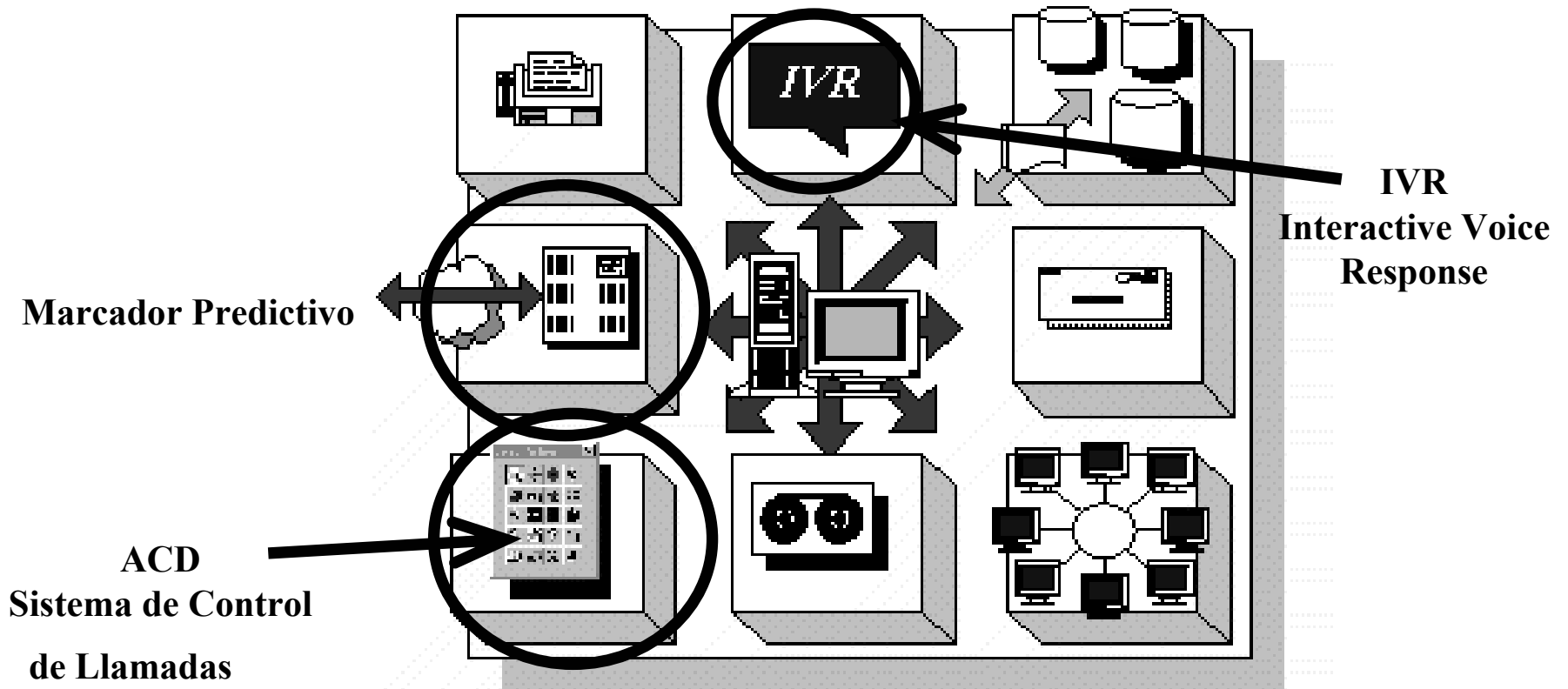
Definición: Un Call Center es una Plataforma Tecnológica que permite administrar un Centro de Llamados en forma óptima, tanto en sus funciones InBound (Comunicación de los clientes hacia la empresa: requerimientos de información, reclamos y otras inquietudes comerciales) como OutBound (Comunicación de la empresa a los clientes: Campañas de venta, fidelización, promociones, etc).

Beneficios de un Call Center



- ❑ Disminución del costo de transacción por automatización de funciones
- ❑ Permite ampliar la cobertura, racionalizando recursos (disminución de tiempos de espera, N° de líneas de entrada mayor N° de agentes, IVR)
- ❑ Facilita la individualización de los consumidores (en llamados realizados y transferidos)
- ❑ Provee información en tiempo real y reportes del funcionamiento del sistema (predicciones de flujo de llamados, determinación de picks)
- ❑ Realiza una distribución inteligente de llamadas entre los distintos grupos de agentes optimizando el flujo
- ❑ Dispone de herramientas para control de agentes (monitoreo de puestos de trabajo y grabación de llamadas)

Componentes



Call Center en un Banco

- ❑ Un banco ha instalado un Call Center para atender a sus clientes y potenciales clientes.
- ❑ El banco desea determinar cuántas líneas debe dedicar a cada uno de los clientes o si debe atenderlos con los mismos ejecutivos de cuenta
- ❑ Se ha estudiado que cuánto más publicidad se realiza, mayor es el número de potenciales clientes que llaman al Banco, así como se incrementa el número de llamadas maliciosas.
- ❑ ¿Cómo se podría caracterizar la carga de trabajo?

Carga de Trabajo del Call Center

- Distintos tipos de clientes (antiguos, nuevos y otros)
- Cada cliente tiene diferentes tiempos de atención.
 - Cliente antiguo: realiza operaciones bancarias con el ejecutivo y posiblemente un trabajo adicional para el ejecutivo.
 - Cliente nuevo: se realiza un proceso de venta, explicando las ventajas del nuevo sistema.
 - Llamadas maliciosas: rápidamente son descartadas.
- Diferentes etapas de atención (ACD y ACW).

Estimación de la Carga de Trabajo

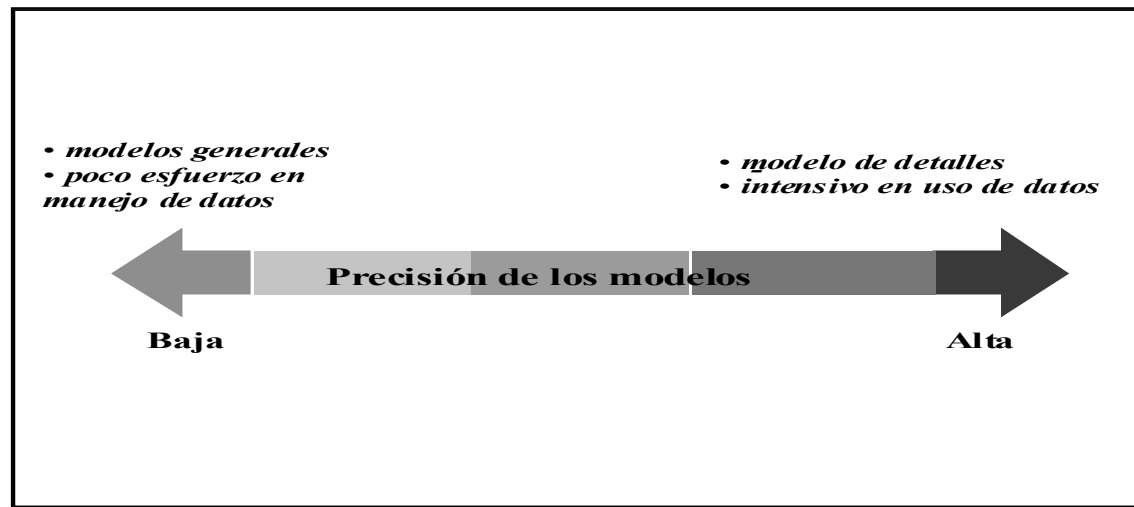
- ❑ Se estimó el tiempo entre llamadas de clientes antiguos y nuevos.
- ❑ Para el caso de otras llamadas, se estimó como un porcentaje de las llamadas de clientes nuevos.
- ❑ Se ajustaron curvas (exponenciales) de los tiempos entre llamadas para los diferentes clientes (ajuste sobre un 90% de confiabilidad).

Proyección de la Carga de Trabajo

- ❑ El trabajo fue realizado en una etapa inicial del servicio (3 meses de haber partido su operación).
- ❑ En conversaciones con los ejecutivos se estimo que en los próximos 12 meses se debería ampliar la base de clientes por un factor de 10.
- ❑ Todo esto debía se monitoreado adecuadamente para ir tomando las decisiones anticipadamente.

Modelos de Desempeño

- Corresponde a construir un modelo (matemático o de simulación) que represente la operación de un determinado proceso y permita probar el efecto en el desempeño de la asignación de recursos.



Tipos de Modelos de Desempeño

- Modelos de simulación: permite una alta representación de los fenómenos, pero son difíciles de desarrollar.
- Modelos analíticos basados en redes de colas (Queuing Networks (QNs))
 - Eficientes
 - Permiten un rápido análisis de un gran número de escenarios
 - Buenos para fines de identificación de tradeoffs
- Modelos matemáticos de mayor sofisticación.

Caso del Call Center

- Existen dos posibles operaciones de los ejecutivos de cuenta:
 - ACD (Automatic Call Distribution), el cual asigna una llamada a un ejecutivo al momento de recibir una llamada.
 - ACW (After Call Work) que corresponde al trabajo que un ejecutivo realiza después de la llamada.
- En forma adicional, los ejecutivos tienen asignación de tiempos a otras actividades (salidas, ir al baño, reuniones, etc.).

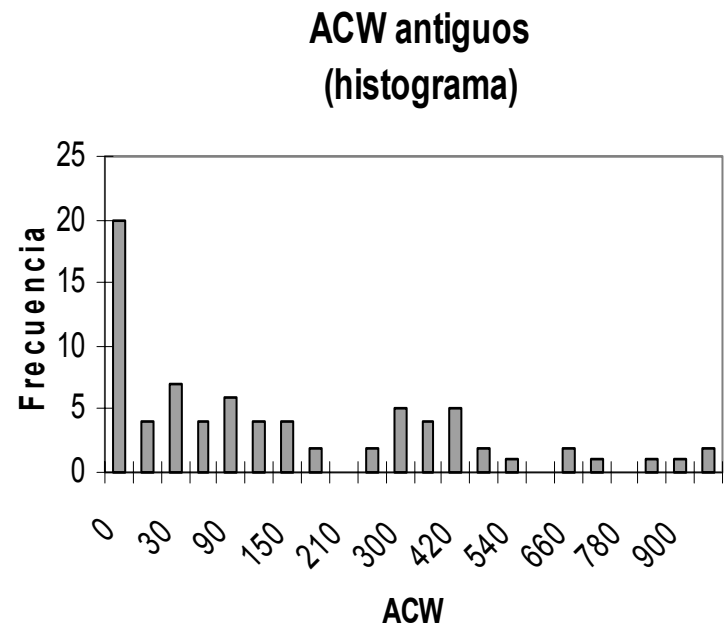
Estudio de Tiempos de Ejecutivos

TIEMPO NOMINAL			
TIEMPO DISPONIBLE			AUX
TIEMPO EFECTIVO		RESERVA (DISP)	
ACD	ACW		

- ❑ Tiempo Disponible es el que los ejecutivos están atendiendo, trabajando o esperando por llamada.
- ❑ Necesidad de gestionar tiempos AUX en horarios peaks.

Medición de Operación

- ❑ ACD y ACW han sido estimados para clientes antiguos y nuevos.
- ❑ Se estimaron los tiempos de procesamiento en ambos casos y para ambas operaciones.

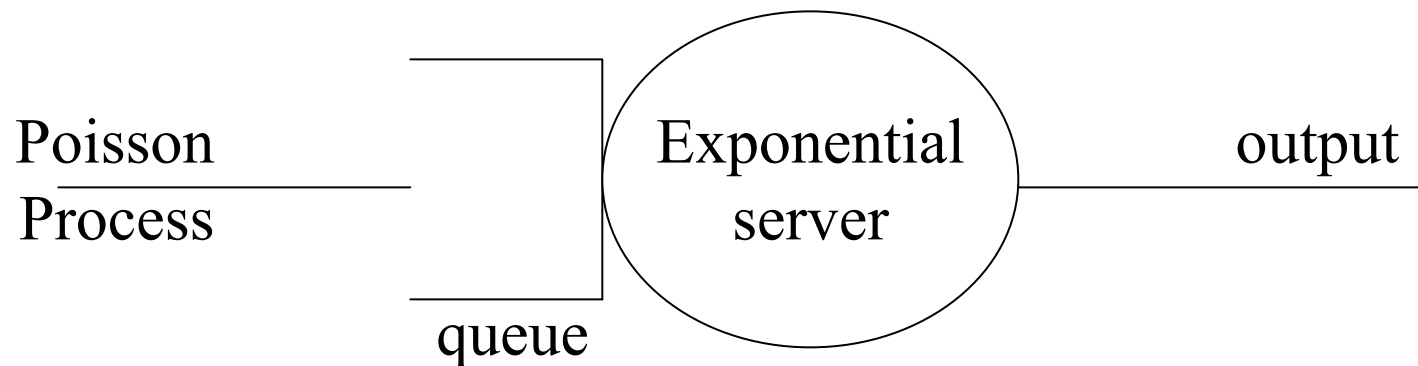


Construcción de un modelo de desempeño

- Corresponde al desarrollo de un modelo que represente la operación del proceso.
- ¿Qué tipo de modelo podría hacer esto?, y ¿porqué?
 - Teoría de espera
 - M/M/C versus Redes de espera (M/M/C y M/M/1)
 - Simulación

Modelo M/M/1

- ❑ Llegada es un proceso de Poisson de tasa λ (llegadas/unidad de tiempo).
- ❑ Se forma una fila de espera con política de servicio FIFO
- ❑ El servicio es de un cliente a la vez con un tiempo distribuido exponencialmente con media $1/\mu$
- ❑ El sistema se encuentra en estado estacionario



Medidas de desempeño

- Corresponde a estimar relaciones entre las variables independientes (λ y μ) y tiempos medios de espera (W) y número de clientes en espera (L).
- Se asume que el sistema está en estacionario

$$L = \frac{\rho}{1 - \rho} \quad \text{y} \quad W = \frac{1}{(\mu - \lambda)} \quad \text{con} \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Modelo M/M/C

- Corresponde a llegadas de tipo Poisson (λ), atención exponencial ($1/\mu$) y C servidores (ejecutivos).

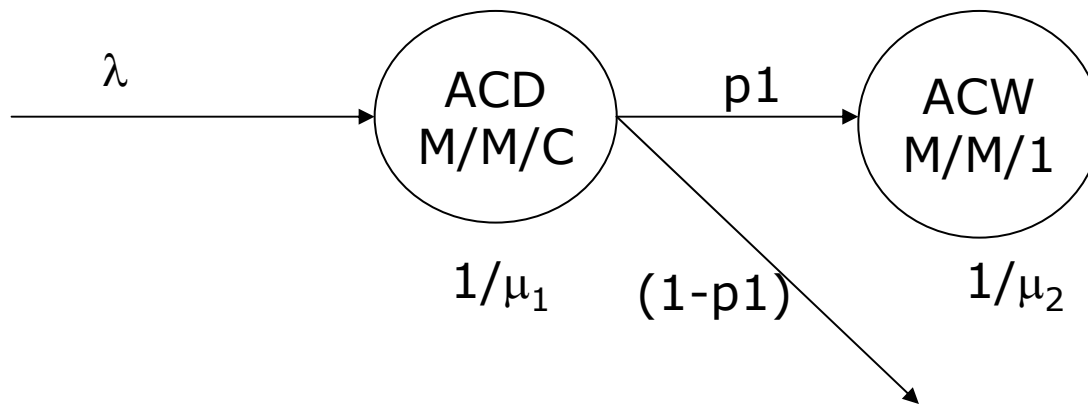
$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{C-1} \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} + \frac{1}{C!} \frac{(\lambda / \mu)^C}{1 - \lambda / (C\mu)}}$$

$$W = \frac{1}{\mu} + \frac{(\lambda / \mu)^C P_0}{C! C \mu (1 - \lambda / (C\mu))^2} \quad \text{y} \quad L = \lambda W$$

Modelo Simple del Call Center

□ Supuestos:

- Llegada independiente $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$
- Servicio único (un solo μ_1)
- ACW es trabajo individual y con tiempo medio $1/\mu_2$



Comentarios

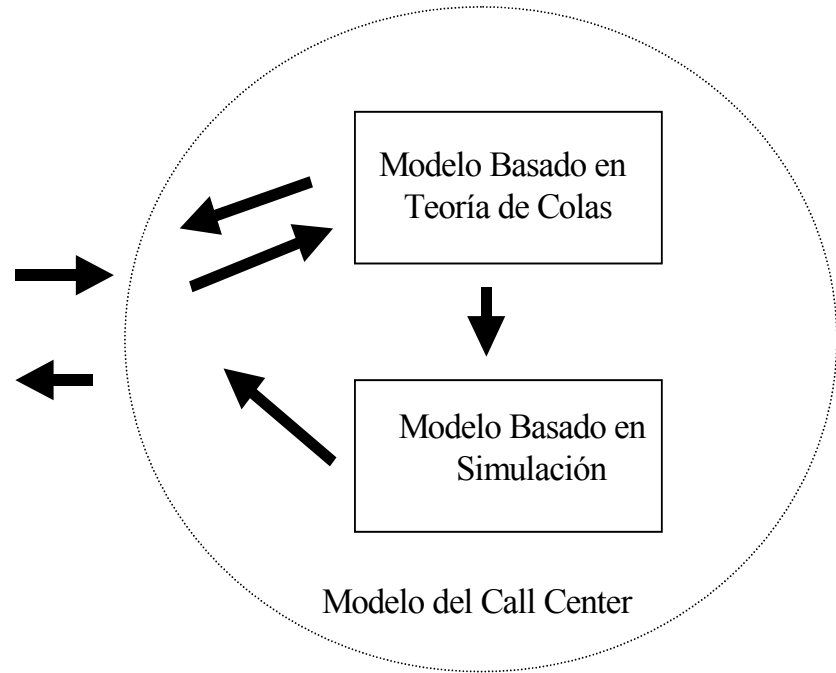
- ¿Es válido el modelo?
- ¿Cuáles son sus principales problemas? Y ¿cómo afectan las medidas de desempeño?
- ¿Qué se puede hacer al respecto?

Modelo del Call Center

□ Modalidad Normativa:
determinar el número
de ejecutivos, dado el
nivel de servicio



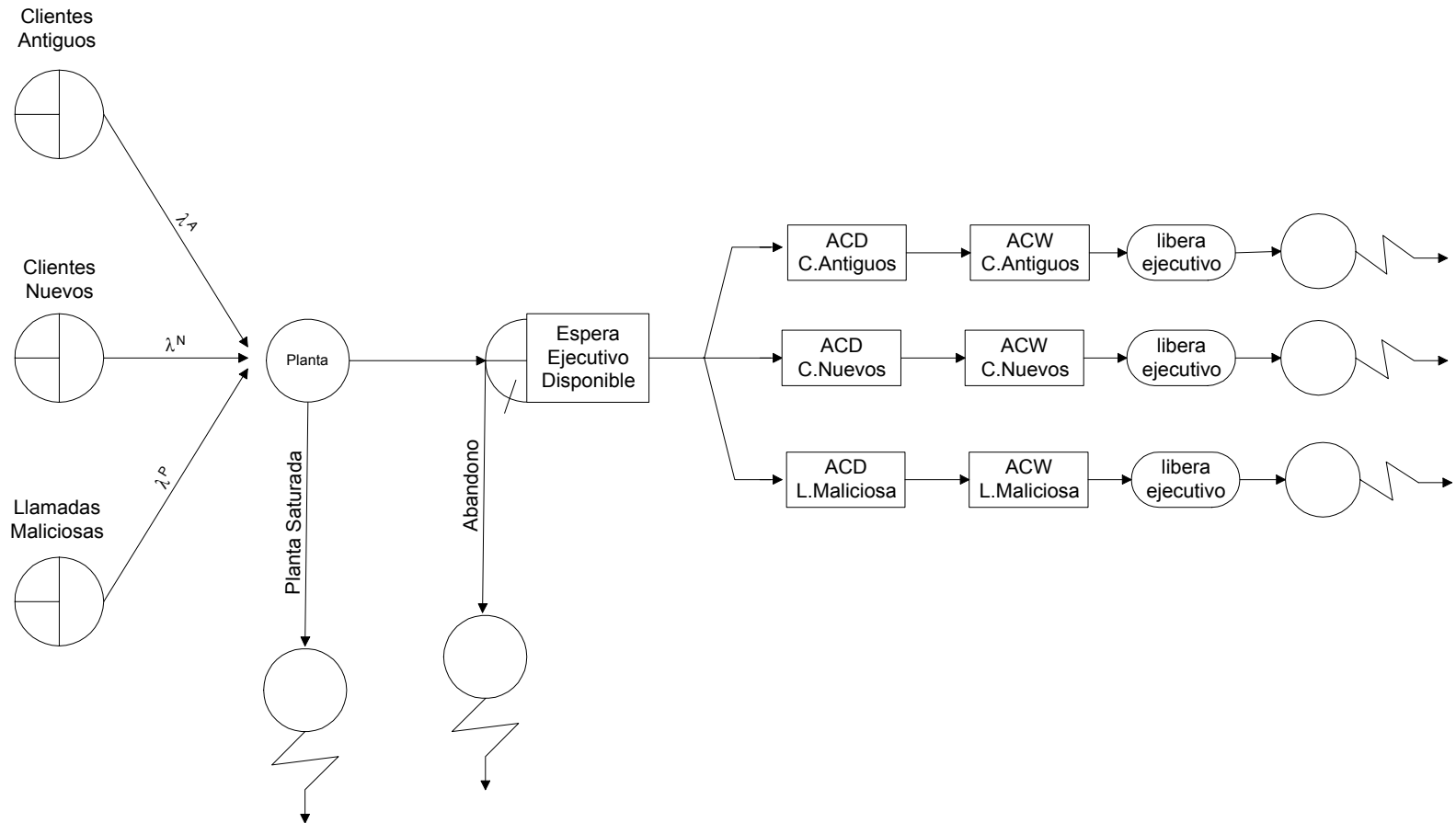
□ Modalidad Predictiva:
determinar los niveles
de servicio, dado el
número de ejecutivos.



Modelo de Teoría de Colas

- ❑ Modelo M/M/C, es decir un patrón de llegada, un patrón de servicio, y C ejecutivos de cuenta.
- ❑ El patrón de llegada agrega estadísticamente las llamadas de clientes nuevos, antiguos y otros.
- ❑ El patrón de servicio agrega estadísticamente ACD y ACW.
- ❑ Los ejecutivos son considerados como ejecutivos disponibles.

Modelo de Simulación



Comentarios

- ❑ Se ha desarrollado un modelo para dimensionar el Call Center (modelo de colas y simulación),
- ❑ El diseño debe dar cuenta de los cambios en la carga de trabajo, de manera de satisfacer los niveles de servicio explícitos establecidos.

Otras técnicas: Someter a un benchmark al sistema

- ❑ Si se manda a hacer un traje a la medida, ¿qué se hace en la mitad del proceso? R: Probárselo :).
- ❑ En un sistema la situación puede ser similar, es decir, probar si el sistema cumple con lo que dice.
- ❑ Un benchmark, es un test estandarizado para probar las condiciones de borde de un sistema.
- ❑ Ambos, cliente y desarrollador se ponen de acuerdo en las pruebas a realizar, antes de que el sistema entre en producción.

Otras técnicas: (2)

- Ejemplo: El sistema debe ser capaz de atender 2000 usuarios concurrentes en la hora cargada.
- Se pueden simular a los 2000 usuarios realizando transacciones, a través de la creación de un software “robot” que ejecute las transacciones.
- Podemos medir variables como:
 - Uso del ancho de banda.
 - Memoria ram usada el en server.
 - Carga de la base de datos.
 - Punto de colapso, es decir, con cuantos usuarios o transacciones, el tiempo de respuesta del sistema se degrada notoriamente.
 - Uso de discos duros.
 - Etc.

Otras técnicas: (3)

- ❑ El benchmark más que una prueba de esfuerzo es un análisis de las condiciones de borde que tiene el sistema.
- ❑ Se supone que de un punto de vista funcional, el sistema está ya verificado.
- ❑ El benchmark permite, además, establecer el “plan B”, es decir, que hacer cuando el sistema falle.
- ❑ Ejemplo: El llegar la operación renta, el sistema del SII se multiplica en varias máquinas que atienden a diferentes números de usuarios, puesto que en Chile ocurre siempre algo impensable “la mayor parte de la declaración de impuesto ocurre el último día a la última hora”