



CONTROL #1:

Pregunta 1 (50 %)

Considere una ciudad en la que opera un único proveedor de un producto específico. Preocupadas por las posibles consecuencias de este hecho, especialmente por el poder monopólico que podría ejercer la empresa, las autoridades de la ciudad han decidido regular su funcionamiento. Es así como han impuesto que todos los clientes del proveedor hagan varias ofertas, en donde cada oferta consiste de un precio unitario por el producto y una cantidad a proveer. De esta manera, la k -ésima oferta del cliente i estará compuesta por un precio unitario p_{ki} y una cantidad a_{ki} , la cual debe ser satisfecha completamente. Adicionalmente, suponga que es obligación para el proveedor aceptar exactamente una oferta por cliente y que la capacidad producción es de W unidades para el total de ofertas asignadas. Asuma que en total hay I clientes y que $N(i)$ es el número de ofertas que hace el cliente i .

1. Formule un modelo de programación lineal binario que permita resolver el problema de maximización de ingresos que enfrenta la empresa. Defina claramente variables, restricciones y función objetivo.
2. Proponga una heurística que permita resolver el modelo formulado. Describa, entre otras cosas, la inicialización de los parámetros a utilizar, la estructura de las iteraciones y la condición de salida de ésta.

A modo de ejemplo considere que la empresa tiene sólo cuatro clientes $I = \{1, 2, 3, 4\}$ y que cada uno ha presentado sólo una oferta, tal como se muestra en la Tabla 1. Además, asuma que la capacidad de producción del proveedor es de $W = 12$ unidades y que no es necesario aceptar una oferta por cliente .

Tabla 1: Ofertas por Cliente

Cliente	Oferta (p_{1i}, a_{1i})
1	(17,5)
2	(10,3)
3	(25,8)
4	(17,7)

3. Plantee por extensión el modelo de programación lineal desarrollado en la parte (1). Para esto utilice la instancia de ejemplo entregada.
4. Encuentre la solución asociada a la Relajación Lineal del modelo de la parte (3). ¿Cómo debería ser el valor de la función objetivo encontrado respecto al óptimo entero del problema?

5. Utilice la heurística propuesta en (2) para encontrar una solución entera factible para el problema. A partir de la información obtenida hasta el momento, defina un indicador que permita cuantificar la calidad de esta solución.
6. Encuentre la solución óptima del problema utilizando Branch&Bound. Ramifique en profundidad, resolviendo la relajación lineal de cada sub-problema, e indique claramente el criterio de detención utilizado en cada rama. Además, compare este resultado con el obtenido con su heurística.

Pregunta 2 (30 %)

Considere una clínica rural que recibe plasma fresco una vez por semana proveniente del banco central de sangre de la ciudad más cercana. La cantidad final que le es suministrada varía de acuerdo a la demanda de otras clínicas y hospitales de la región, pero se sitúa uniformemente entre 4 y 9 pintas del tipo de sangre más ampliamente utilizado, el tipo O. Además, se sabe que el número de pacientes por semana que requieren este tipo de sangre se distribuye normalmente, y cada uno puede necesitar de 1 a 4 pintas.

1. Elabore un modelo de simulación que le permita determinar el número de pintas sobrantes o faltantes en la clínica para un horizonte de seis semanas. Especifique claramente la medida de eficiencia para este problema y las variables que describen el sistema, ¿cómo cambiarían éstas en cada iteración del proceso de simulación?

Respuesta:

Para modelar este sistema se deben definir las siguientes variables de carácter aleatorio:

- x_t = oferta de pintas en la semana t , es decir, número de pintas que son entregadas a la clínica al inicio de la semana t .
- y_t = demanda por atención en la semana t , es decir, número de pacientes que llegan a la clínica solicitando sangre.
- z_k = demanda del k -ésimo paciente que llega en una semana, que es equivalente al número de pintas que demanda un paciente cualquiera que llega a la clínica.

En este caso la medida de eficiencia es directa, el inventario al inicio de cada semana:

- I_t = nivel de inventario al inicio de la semana t , es decir, número de pintas de las que dispone la clínica al inicio de la semana t .

La relación existente entre variables y medida de eficiencia queda bien representada por la siguiente expresión:

$$I_{t+1} = \text{Max}\{I_t + x_t - \sum_{k=1}^{y_t} z_k, 0\} \quad \forall t \geq 1$$

También podría considerarse que si un paciente llega y no hay pintas espera hasta la siguiente semana (lo importante es que el desarrollo sea consistente). En este caso tenemos la siguiente ecuación de conservación de flujo:

$$I_{t+1} = I_t + x_t - \sum_{k=1}^{y_t} z_k \quad \forall t \geq 1$$

Nota: Las expresiones anteriores quedan bien definidas ya que $I_1 = 0$.

Es importante notar que todas las variables excepto z_k están caracterizadas. Una vez identificado su comportamiento, en cada iteración (semana) deberían generarse números aleatorios para determinar el valor de las variables que describen el sistema y de esta manera, utilizando las expresiones anteriores, definir el nivel de inventario de pintas al inicio de cada semana.

2. ¿De qué manera estimaría el número de pintas demandadas por un paciente que llega a la clínica en un momento cualquiera? ¿Cómo validaría su modelo? Explique.

Respuesta:

Existen dos alternativas para abordar este problema:

- Si se tiene información histórica, bastaría con analizarla para determinar que distribución de probabilidad permite describir el proceso de demanda por paciente. Lo anterior se puede llevar a cabo utilizando cualquier herramienta (software). Una vez calibrada esta función se podría utilizar, junto con un generador de números aleatorios, para obtener valores para la variable z_k .
- Si no se tuviera información histórica debería desarrollarse inicialmente una etapa de medición de datos. En forma posterior deberían realizarse las actividades descritas en el párrafo anterior.

En cuanto a la validación:

- Si la validación del modelo se entiende como la evaluación de los resultados, ésta se puede realizar comparando las salidas del modelo con datos operacionales históricos del sistema real, con datos operacionales del desempeño de sistemas similares o mediante el entendimiento propio del usuario del sistema.
 - En cambio, si la validación se entiende como verificación, se debería probar si el programa garantiza que la simulación esté correcta, por ejemplo, revisando que el código implementado sea la traducción del modelo de simulación desarrollado.
3. ¿Qué parámetros permitirían definir la confiabilidad de los resultados obtenidos de experimentar con el modelo propuesto en la parte anterior? ¿Cómo influyen éstos en el número de experimentos que necesitan ser realizados? Explique.

Respuesta:

Los parámetros que definen la confiabilidad de los resultados obtenidos en un estudio de simulación son el error relativo (γ) y el nivel de significancia del intervalo de confianza (α) que se requieren para la estimación de la medida de eficiencia definida.

El número de experimentos necesarios para asegurar la calidad del resultado debe ser tal que genere un error porcentual del estimador (en nuestro caso el promedio de los niveles de inventario al inicio de la séptima semana) inferior a γ con una probabilidad igual o superior a $1 - \alpha$.

Indicación: Considere que el plasma es almacenable y que al inicio análisis no existe inventario.

Pregunta 3 (20 %)

Responda brevemente las siguientes preguntas:

1. Explique qué es un Sistema de Costeo ABC y para que se utiliza en la administración de inventarios.

Respuesta:

En el trabajo con inventarios generalmente los artículos se dividen en tres clases: *A*, *B* y *C*. La clase *A* comúnmente incluye alrededor del 20 % de los artículos y el 80 % del valor total del inventario. En el punto medio está la clase *B*, con un 30 % de los artículos y el 15 % del valor. En el extremo inferior, la clase *C* incluye el 50 % de los artículos y representa únicamente el 5 % del valor.

Mediante esta clasificación se pueden identificar los artículos que es necesario monitorear (clase *A*) para controlar los costos de inventarios más importantes. Para esto debe utilizarse un sistema de control estricto que incluya la revisión continua de los niveles de existencias y una marcada exactitud en los registros.

Nota: No es necesario que conozcan exactamente los porcentajes, pero si lo es que conozcan la idea de fondo (identificar sobre qué artículos es necesario poner mayor atención).

2. ¿En qué consiste el análisis de factores dentro del diseño de experimentos en un estudio de simulación? ¿Cuáles son los principales problemas que ocurren cuando se necesita hacer la medición de variables en un estudio de simulación?

Respuesta:

- El análisis de factores tiene como finalidad disminuir el número de combinaciones o alternativas dentro de la enorme cantidad de configuraciones que pueden ser evaluadas en un estudio de simulación. Como es sabido, en muchos casos el número de configuraciones crece en forma exponencial con el número de variables que describen el sistema en estudio y con los valores que éstas pueden adoptar.

Para conseguir el objetivo planteado se pueden crear indicadores (por ejemplo, tiempos de ciclo, largo promedio de cola, tiempo promedio en el sistema, etc.) que permitan identificar qué variables, de las medidas, poseen una mayor influencia dentro de la medida de desempeño que guía el proceso de decisión y de qué forma se puede acotar el espacio factible de configuraciones.

- Principalmente los problemas están relacionados al impedimento de medir las variables. Un ejemplo podría ser la medición del tiempo que demora un chofer en hacer una ruta dentro de Santiago. Llevar a cabo esta tarea es algo complejo ya que la medición puede verse afectada por una enorme cantidad de factores poco controlables (por ejemplo, velocidades, congestión, accidentes, etc.), más aún cuando son cientos de choferes y rutas. Otro ejemplo podría ser la medición del desempeño de una telefonista. En este caso, es muy difícil estar

”encima” de su trabajo midiendo cuánto se demora en atender y cuántos clientes atiende. Un último ejemplo, es cuando se trata de medir variables que están fuera del alcance de quién guía un estudio (exógenas). En el caso de Menú Express los tiempos de preparación de las comidas eran variables y sus valores dependían de cada plato y restaurant (existían al menos 45 restaurantes con más de 1000 platos distintos).

Nota: La idea es que expliquen, a través de ejemplos, las dificultades encontradas en el proceso de medición.

3. Considere una red logística compuesta tan solo por centros de distribución y locales de venta. Identifique al menos tres objetivos conflictivos que pueden amenazar la estabilidad de la relación entre estos agentes.

Respuesta:

A modo de ejemplo, algunos objetivos conflictivos son:

- Tiempos de Entrega: Los locales de venta requieren de flexibilidad en la entrega, en cambio los centros de distribución prefieren calendarios rígidos para programar bien sus operaciones.
 - Costos de Transporte: Los centros de distribución desean cargar los más posible sus camiones debido a la existencia de costos fijos, en cambio, los locales de ventas requieren de entregas en pequeñas cantidades para no generar costos de inventario de los productos.
 - Inventario: Los locales de venta quieren administrar el menor inventario posible en tienda, por lo que realizan pedidos pequeños con mucha frecuencia. Los centros de distribución por su parte desean pedidos grandes y de varios productos a la vez.
 - Calidad de Servicio: Los locales de ventas requieren de la entrega de los productos a tiempo para satisfacer la demanda directa de sus clientes, para esto los centros de distribución deben generar mayores niveles de inventarios, mejorando el servicio pero aumentando sus costos.
4. Justifique, a partir de los conocimientos de administración de riesgo tratados en el curso, por qué es conveniente posponer lo más posible la diferenciación de un producto.

Respuesta:

En este caso se aplica el mismo concepto utilizado para comparar bodegaje centralizado y descentralizado. Si la diferenciación de un producto se realiza muy tempranamente una empresa deberá generar inventarios de seguridad para cada uno de los productos (a partir de una misma base) considerando las variabilidades de sus demandas por separado. En cambio, si el producto se diferencia lo más tarde posible (por ejemplo, una impresora a la que se agregan enchufes y manuales de acuerdo a la región a la que se distribuye) la empresa deberá generar niveles de inventario de seguridad menores ya que la demanda por todos los productos se traducirá en la demanda por un producto base reduciéndose la variabilidad vista.

Bonus (1.5 ptos.)

Sólo para aquellas personas que asistieron a Caso de T-Bank.

5. Según lo expuesto, ¿cuáles son los elementos básicos de un call-center? Justifique.

Respuesta:

Los electos básicos de un Call-Center son:

- Recursos productivos:
 - Ejecutivos-líneas telefónicas.
- Configuración del proceso:
 - Procedimientos y reglas de las operaciones.
- Carga de trabajo:
 - Tipo, frecuencia y comportamiento de la llamadas.
- Niveles de servicio:
 - Indicadores de la calidad del servicio.
 - Llamadas perdidas y atendidas.
 - Tiempos de atención.

6. ¿Qué subsistema fue crítico para la planificación de capacidad realizada en la empresa? Explique.

Respuesta:

En este caso existen tres subsistemas con las siguientes características:

- Subsistema de Ejecutivos:
 - Atención directa de llamados (ACD).
 - Atención después del llamado (ACW).
- Subsistema de Especialistas:
 - Fracción reducida de los llamados-trámites especiales.
 - La capacidad se deriva de la capacidad del subsistema de ejecutivos.
- Subsistema de Seguridad:
 - Una vez en la vida.
 - No es sensible al volumen, sino a la tasa de crecimiento de los clientes.

El subsistema crítico es el de *Ejecutivos*, ya que en éste se producen las mayores demoras en el servicio. Lo anterior se debe a que la gran mayoría (más del 90 %) de los llamados deben ser atendidos por este subsistema, transformándose en el cuello de botella del flujo del proceso de atención. Además, este subsistema es la cara visible del buen o mal servicio del banco.