ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

SEGUNDA EVALUACIÓN DE MODELOS AVANZADOS EN TRANSPORTE

24 DE FEBRERO DE 2015

Profesor: Erwin Delgado B.

Nombre: ____ **Paralelo:** _______________

NOTA: Este examen está diseñado para ser resuelto de manera individual, puede usar un lápiz o esferográfico. Solo puede comunicarse con la persona responsable de la recepción del examen; y, cualquier instrumento de comunicación que hubiera traído, deberá apagarlo y ponerlo en la parte anterior del aula, junto con algún otro material que se encuentre acompañándolo. No consultará: libros, notas, algún apunte adicional a las que se entreguen en esta evaluación, ni tampoco utilizará calculadoras o cualquier otro instrumento de cálculo automatizado. Desarrolle los temas de manera ordenada. **Firme como constancia de haber leído lo anterior**

Firma: _______________

1. (50 %) Considere el problema de distribución de contenedores vacíos, con la variante de que los movimientos entre hubs no son permitidos. En este caso, cada tipo de bienes $p \in P$ puede ser transportado desde sus orígenes $i \in O$ a sus destinos $k \in D$ de forma directa o por medio de la consolidación en el terminal $j \in H$. Considere los siguientes parámetros:

   u_j: Capacidad del terminal de consolidación $j \in H$

   o_i^p: Oferta del origen $i \in O$ del bien $p \in P$

   d_k^p: Demanda del cliente $k \in D$ del bien $p \in P$

   c_{ijk}^p: Costo de transportación por unidad del bien $p \in P$ desde el origen $i \in O$ al destino $j \in D$ a través del terminal $j \in H$

   c_{ik}^p: Costo de transportación por unidad del bien $p \in P$ desde el origen $i \in O$ al destino $j \in D$ de forma directa

   Formule un MIP que permita satisfacer la demanda de los clientes a un mínimo costo.

2. (50 %) Uno de los problemas operativos a desarrollar en el transporte marítimo es la planificación del atraque de los barcos en los muelles, es decir el tiempo y la posición en la cual cada barco atracará.

Considere el siguiente conjunto de parámetros y variables que permitirá modelizar este problema.

Parámetros

N: Conjunto de barcos

M: Conjunto de muelles

t_i^k: Tiempo de manipulación del barco i en el muelle k

a_i: Tiempo de arribo del barco i

s_k: Inicio del tiempo de disponibilidad del muelle k

e_k: Fin del tiempo de disponibilidad del muelle k

b_i: Límite superior de la ventana de servicio del barco i.

v_i: Valor del tiempo de servicio del barco i

M_{ij}^k: Max $\left\{b_i + t_i^k - a_j, 0\right\}, k \in M, i \in N$

$G^k = (V^k, A^k), k \in M$, donde $V^k = N \cup \{o(k), d(k)\}$ y $A^k \subset V^k \times V^k$

Variables de decisión

x_{ij}^k: 1 ssi el barco j está planificado después del barco i en el muelle k, 0 en caso contrario

T_i^k: Tiempo cuando el barco i atraca en el muelle k;

$T_{o(k)}^k$: Tiempo cuando el primer barco i atraca en el muelle k;

$T_{d(k)}^k$: Tiempo cuando el último barco i parte del muelle k;

A continuación se muestra la formulación matemática propuesta por Cordeau[1] del problema antes descrito

[1]Cordeau, J.-F., Laporte, G., Legato, P., Moccia, L. (2005). Models and tabu search heuristics for the berth allocation problem. Transportation Science 39 (4), 526538.

Formulación matemática:

$$\text{Minimice} \qquad \sum_{i\in N}\sum_{k\in M} v_i\left[T_i^k - a_i + t_i^k \sum_{j\in N\cup d(k)} x_{ij}^k\right]$$

Sujeto a:

$$\sum_{k\in M}\sum_{j\in N\cup d(k)} x_{ij}^k = 1, \qquad i\in N \tag{1}$$

$$\sum_{j\in N\cup d(k)} x_{o(k)j}^k = 1, \qquad k\in M \tag{2}$$

$$\sum_{j\in N\cup o(k)} x_{i,d(k)}^k = 1, \qquad k\in M \tag{3}$$

$$\sum_{j\in N\cup d(k)} x_{ij}^k - \sum_{j\in N\cup o(k)} x_{ji}^k = 0, \qquad k\in M, i\in N \tag{4}$$

$$T_i^k + t_i^k - T_j^k \leq (1-x_{ij}^k)M_{ij}^k, \qquad k\in M, (i,j)\in A^k \tag{5}$$

$$a_i \leq T_i^k, \qquad k\in M, i\in N \tag{6}$$

$$T_i^k + t_i^k \sum_{j\in N\cup d(k)} x_{ij}^k \leq b_i, \qquad k\in M, i\in N \tag{7}$$

$$s_k \leq T_{o(k)}^k, \qquad k\in M \tag{8}$$

$$e_k \geq T_{d(k)}^k, \qquad k\in M \tag{9}$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\}, \qquad k\in M, (i,j)\in A^k \tag{10}$$

Explique la utilidad de cada una de las restricciones del modelo propuesto.