**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**EXAMEN CORRESPONDIENTE A LA SEGUNDA EVALUACIÓN de Investigación de Operaciones I**

**NOMBRE: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 08/09/2015**

1. En Bolívar existen 6 ciudades importantes: Caluma(1), Chillanes(2), Chimbo(3), Echeandía (4), Guaranda (5) y Las Naves (6). La prefectura de la Provincia te ha contratado para determinar en cuales de estas ciudades construir estaciones de bomberos que sirvan a toda la provincia, al menor costo y que exista al menos una estación de bomberos desde la que se pueda llegar en máximo 15 minutos. Se conocen las distancias entre estas ciudades en la siguiente tabla (en km), y que la velocidad promedio de las unidades de bomberos es de 80 km/h, y los costos de construir una estación en cada ciudad: ***(20 puntos)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Distancia $d\_{ij}$ (km) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |  | COSTO DE INSTALACIÓN (miles de $) |
| 1 | - | 12 | 28 | 40 | 40 | 28 |  | 48 |
| 2 | 12 | - | 32 | 50 | 27 | 14 |  | 52 |
| 3 | 28 | 32 | - | 20 | 40 | 27 |  | 35 |
| 4 | 40 | 50 | 20 | - | 20 | 35 |  | 39 |
| 5 | 40 | 27 | 40 | 20 | - | 19 |  | 41 |
| 6 | 28 | 14 | 27 | 35 | 19 | - |  | 45 |

1. Dibuje el grafo de nodos y aristas, donde los nodos son las ciudades (posibles ubicaciones de las estaciones de bomberos), y existe una arista entre dos nodos cuando se llega en máximo 15 minutos, por ejemplo con 3 nodos si desde A se puede llegar a B en menos de 15 minutos, para llegar de A a C toma 40 minutos, y 12 de B a C, la red sería:
2. Determinar el modelo MIP que establezca donde instalar las estaciones de bomberos al mínimo costo.
3. Resolver por el método de Branch & Bound (LP gráficamente) ***(16 puntos)***

$$Min 20-3x\_{1}-4x\_{2}$$

$$s.t. \frac{2}{5}x\_{1}+x\_{2}\leq 3$$

$$\frac{2}{5}x\_{1}-\frac{2}{5}x\_{2}\leq 1$$

$$x\_{1}, x\_{2}\geq 0 y enteros$$

1. Para cada condición escriba la restricción lineal en términos de variables $x\_{1}, x\_{2}, x\_{3,}…\geq 0$ y $z\_{1}, z\_{2}, z\_{3,}…$ enteras o binarias. ***(14 puntos)***
2. Por cada unidad de $x\_{1}$ debe haber por lo menos 5 unidades de $x\_{2}$.
3. En cada semana se pueden cargar 11 camiones de $x\_{1}$, 45 camiones de $x\_{2}$ o 30 unidades de $x\_{3}$. La restricción es la disponibilidad mensual de carga.
4. Deben haber exactamente 7 unidades de $x\_{1}$ por cada 9 unidades de $x\_{2}$.
5. El número de unidades de $x\_{1}$ debe ser a lo sumo el 33% de todas las unidades producidas ($x\_{1}$, $x\_{2}$ y $x\_{3})$.
6. Se puede contratar a la persona $z\_{1}$ ***sólo si*** se contrata a la persona $z\_{2}$.
7. El almacén $z\_{3}$ puede construirse ***si y solo si*** las fábricas $z\_{1}$ y $z\_{2}$ son construidas.
8. El proyecto $z\_{3}$ puede ser ejecutado si ***por lo menos uno de los proyectos*** $z\_{1}$ o $z\_{2}$ es ejecutado