

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
OPTIMIZACIÓN LINEAL - CORTE 2  
Set covering

**PROBLEMA 1. AMBULANCIAS (CUBRIMIENTO DE CONJUNTOS) [Modificado Taha, 2012]**

**Parte I**

Una ciudad está compuesta por nueve localidades que necesitan el servicio de ambulancias. Debido a la proximidad de algunas localidades, una sola estación puede atender a más de una localidad. El requisito es que la estación debe estar como máximo a 15 minutos de tiempo de manejo de la localidad que atiende. La siguiente tabla muestra los tiempos de manejo en minutos entre las nueve poblaciones.

Tiempos en minutos de $i$ a $j$									
$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	23	14	18	10	32	11	37	35
2	23	0	24	13	22	11	35	40	27
3	14	24	0	60	19	20	7	13	12
4	18	13	60	0	55	17	43	44	23
5	10	22	19	55	0	12	13	31	21
6	32	11	20	17	12	0	24	14	43
7	11	35	7	43	13	24	0	22	29
8	37	40	13	44	31	14	22	0	10
9	35	27	12	23	21	43	29	10	0

Formule un PLE que minimice la cantidad de estaciones de ambulancias a instalar. Determine la solución óptima.

**Parte II**

Suponga ahora que se desea que las estaciones a instalar cubran la mayor cantidad de población posible. A continuación se presenta la cantidad de personas que viven en cada localidad.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15000	16000	25000	32000	12000	45000	55000	42000	20000

**RESULTADOS Parte I**

se deben colocar 3 estaciones de ambulancias

se debe colocar una estación de ambulancias en la población 1

se debe colocar una estación de ambulancias en la población 2

se debe colocar una estación de ambulancias en la población 3

**RESULTADOS Parte II**

se deben colocar 3 estaciones de ambulancias

se debe colocar una estación de ambulancias en la población 2

se debe colocar una estación de ambulancias en la población 3

se debe colocar una estación de ambulancias en la población 5

la estación de ambulancias a ubicar en la localidad 2 cubrirá 93000 personas

la estación de ambulancias a ubicar en la localidad 3 cubrirá 157000 personas

la estación de ambulancias a ubicar en la localidad 5 cubrirá 127000 personas

### PROBLEMA 2. CONSTRUCCIÓN DE TRANSMISORES [Modificado de Taha, 2012]

MÓVILES S.A. tiene la posibilidad de construir 8 tipos de transmisores para cubrir la mayor cantidad de población posible en 16 localidades contiguas. El presupuesto máximo para la construcción de los transmisores es de 20 millones de dólares. A continuación se presentan las comunidades que podría cubrir cada transmisor y los costos de construcción presupuestados de los mismos.

Transmisor	Comunidades cubiertas	Costo (\$ millones)
1	1, 2, 13, 16	3.60
2	2, 3, 5, 15	2.30
3	1, 7, 9, 10	4.10
4	4, 6, 8, 9, 16	3.15
5	6, 7, 9, 11	2.80
6	5, 7, 10, 12, 14	2.65
7	12, 13, 14, 15	3.10
8	4, 6, 10, 12, 16	4.00

La siguiente tabla proporciona las poblaciones de las siguientes comunidades:

Comunidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Población (en miles)	10	15	28	30	40	30	20	15	60	12	25	32	12	15	45	35

Se desea minimizar la cantidad de transmisores a instalar pero teniendo en cuenta que éstos logren cubrir la máxima población posible.

### RESULTADOS

La función objetivo es 0.0405216

se instalan un total de 5 transmisores

se debe construir e instalar el transmisor 2 que cubre 128 miles de parsonas

se debe construir e instalar el transmisor 3 que cubre 102 miles de parsonas

se debe construir e instalar el transmisor 4 que cubre 170 miles de parsonas

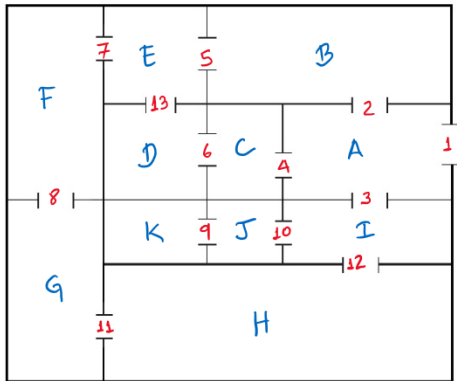
se debe construir e instalar el transmisor 5 que cubre 135 miles de parsonas

se debe construir e instalar el transmisor 7 que cubre 104 miles de parsonas

la inversión total es 15.450000 millones de pesos

### PROBLEMA 3. VIGILANTES EN MUSEO [Modificado de Taha, 2012]

Un museo presenta la distribución mostrada en la figura. Un guardia en una puerta puede vigilar las salas adyacentes a la puerta (por ejemplo, si se coloca un guardia en la puerta 13, éste podrá vigilar las salas D y E). Existen dos tipos de guardias: normales y expertos. Todas las salas deben contar al menos con un guardia que las vigile, de cualquier tipo, exceptuando las salas A, C y E que deben contar con al menos un guardia experto. Además, la puerta de entrada al museo (puerta 1) obligatoriamente debe tener un guardia experto. El salario de un guardia experto es \$3.5 millones y el de un guardia normal es \$2 millones. A través de un modelo de programación entera determine las puertas en las que se deben colocar guardias y de qué nivel de experticia para minimizar los costos totales.



## RESULTADOS

el salario total de los vigilantes a contratar es 16500000

se debe colocar un guardia experto en la puerta 1

se debe colocar un guardia experto en la puerta 5

se debe colocar un guardia experto en la puerta 6

se debe colocar un guardia normal en la puerta 8

se debe colocar un guardia normal en la puerta 9

se debe colocar un guardia normal en la puerta 12

## PROBLEMA 4. HORARIOS [Modificado de Hillier, 2009]

En un Centro de Cómputo se deben programar las horas de trabajo del personal del centro. El centro abre desde las 8 a.m. hasta la medianoche. Después de un estudio de los movimientos y demanda del Centro de Cómputo se determinó que se requiere la siguiente cantidad de asesores de cómputo en cada franja horaria:

Franja horaria	Número mínimo de asesores requeridos
8am a 12 pm	4
12 pm a 4pm	8
4pm a 8pm	14
8pm a 12am	6

Se pueden contratar dos tipos de asesores: de tiempo completo y de tiempo parcial. Los primeros trabajan 8 horas consecutivas en cualquiera de los siguientes turnos: (8 a.m.-4 p.m.), (12 p.m.-8 p.m.) y (4 p.m.-12 a.m.). Estos asesores ganan \$320 por el turno.

Los asesores de tiempo parcial pueden trabajar cualquiera de los cuatro horarios enumerados en la tabla anterior y ganan \$170 por su trabajo en el tiempo parcial.

Un requisito adicional es que durante todos los periodos debe haber al menos dos asesores de tiempo completo por cada uno de tiempo parcial.

El supervisor desea determinar cuántos asesores de tiempo completo y cuántos de tiempo parcial debe haber en cada turno para cumplir con los requisitos a un costo mínimo. Formule un modelo de programación lineal entera para este problema.

## RESULTADOS

El salario total de un día es \$5160

se deben contratar 3 asesores de tiempo completo en el horario 1

se deben contratar 1 asesores de tiempo parcial en el horario 1  
se deben contratar 5 asesores de tiempo completo en el horario 2  
se deben contratar 6 asesores de tiempo completo en el horario 3  
se deben contratar 3 asesores de tiempo parcial en el horario 3