**Tiempo de espera en hospitales**

Integrantes:

Andrea Carolina López-201531591 y Gabriel Cubillos Bolivar-201729365

**Entrega 1: Modelo Matemático Teórico**

**Modelado, Simulación y Optimización**

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación

Universidad de Los Andes

Bogotá, Colombia

Contenido

[1. Contexto: 1](#_Toc53236917)

[2. Conjuntos, Parámetros y Variables 3](#_Toc53236918)

[a. Conjuntos: 3](#_Toc53236919)

[b. Parámetros: 3](#_Toc53236920)

[c. Variables de decisión: 3](#_Toc53236921)

[3. Función Objetivo y Restricciones 3](#_Toc53236922)

[a. Función objetivo: 3](#_Toc53236923)

[b. Restricciones 4](#_Toc53236924)

[c. Descripción 4](#_Toc53236925)

# Contexto:

El sistema de salud en Colombia cuenta con varias falencias, una de ellas es el tiempo de espera que experimentan los pacientes en las salas de urgencias. En un estudio realizado en el 2015 se estableció que los tiempos de espera de los pacientes en urgencias en Bogotá pueden ser en promedio 6 horas (https://www.eltiempo.com/bogota/cual-es-la-situacion-de-las-salas-de-urgencias-de-hospitales-de-bogota-268572). Además, en esta cifra no se contempla el tiempo que tardan los pacientes en el hospital mientras se realizan los procedimientos pertinentes. Lo anterior ocasiona que haya muchos pacientes que den malas calificaciones a los hospitales a la hora de ir a urgencias. Adicionalmente, hay casos en los que algunos procedimientos que deben realizar los pacientes en el hospital no se realizan o se terminan realizando varias veces.

Este problema se debe a que muchos pacientes entran a la misma hora, existen limitaciones en el acceso a los distintos insumos y habitaciones en donde se realizan los procedimientos. Adicionalmente no hay organización sobre el paciente que se debe atender y los procedimientos que se le deben hacer y el orden en que estos se realizan. Entonces, se desea realizar un ejercicio de optimización que minimice el tiempo que duran los pacientes en el hospital desde que entran hasta que reciben el tratamiento pertinente.

Para realizar este ejercicio, se sabe que hay distintos tipos de pacientes dependiendo de lo mal que se sienten por lo que cuentan con una etiqueta de (grave, medio y leve), los pacientes que se sienten peor (grave) pueden estar en el hospital máximo de 8 horas, los pacientes con la etiqueta “medio” pueden estar un máximo de 10 horas y los pacientes con etiqueta “leve” pueden estar 15 horas en el hospital. Para evitar trasmisión de enfermedades y por organización cada 3 horas de uso se debe de realizar una limpieza de la habitación la cual tiene una duración de 10 minutos. Por último, para realizar un procedimiento se debe de contar con una habitación correspondiente, unos insumos pertinentes y un médico que pueda realizar el procedimiento. Cabe resaltar que estos parámetros podrían cambiar dependiendo de la especificación de cada hospital y el nivel de detalle con el que se quiera modelar el problema.

Los siguientes datos son un ejemplo de los valores que se podrían tener:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Paciente | Gravedad | Realizar examen de sangre | Realizar tac | Realizar resonancia | Realizar prueba de embarazo | Realizar prueba orinaría | Realizar coprológico |
|
| Paciente 1 | Leve | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Paciente 2 | Leve | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Paciente 3 | Leve | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Paciente 4 | Leve | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Paciente 5 | Grave | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Paciente 6 | Medio | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Paciente 7 | Medio | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Paciente 8 | Medio | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Paciente 9 | Medio | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Paciente 10 | Medio | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Paciente 11 | Grave | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Paciente 12 | Leve | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Paciente 13 | Medio | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Paciente 14 | Leve | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Paciente 15 | Medio | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Paciente 16 | Leve | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Paciente 17 | Leve | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Paciente 18 | Leve | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Paciente 19 | Medio | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Paciente 20 | Medio | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Paciente 21 | Medio | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Paciente 22 | Grave | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Paciente 23 | Medio | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Paciente 24 | Leve | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Paciente 25 | Leve | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Paciente 26 | Leve | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Paciente 27 | Grave | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Paciente 28 | Leve | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Paciente 29 | Grave | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Paciente 30 | Leve | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 1: procedimientos por paciente

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Procedimiento | Médico | Sala | Duración | Enfermera |
| Realizar examen de sangre | 3 | Tipo 1 | 1 h | 2 |
| Realizar tac | 1 | Tipo 2 | 1h | 3 |
| Realizar resonancia | 1 | Tipo 2 | 1h | 1 |
| Realizar prueba de embarazo | 1 | Tipo 1 | 1h | 1 |
| Realizar prueba orinaría | 1 | Tipo 1 | 1h | 2 |
| Realizar coprológico | 2 | Tipo 1 | 1h | 1 |

Tabla 2: Procedimiento vs insumos

|  |  |
| --- | --- |
| insumo | Total |
| Sala (Tipo 1) | 3 |
| Sala (Tipo 2) | 2 |
| Medico | 13 |
| Enfermera | 8 |

Tabla 3: Total de insumos con los que cuenta el hospital

# Conjuntos, Parámetros y Variables

## Conjuntos:

|  |  |
| --- | --- |
| Conjuntos | Descripción |
| I | *Conjunto de pacientes que están en el hospital* |
| J | *Conjunto de procedimientos del hospital J* |
| K | *Conjunto de tipos de insumos del hospital K* |
| H | *Conjunto de horas en el hospital H* |
|  | *Conjunto de insumos del hospital pertenecientes al tipo de insumos* |

Tabla 4: Lista de conjuntos

## Parámetros:

|  |  |
| --- | --- |
| Parámetros | Descripción |
|  |  |
|  | *=cantidad de horas máxima que puede estar el paciente debido a su gravedad* |
|  | *= Total de insumos del tipo que necesita el procedimiento* |
|  | *= cantidad del insumo con la que cuenta el hospital. Es lo mismo que cardinalidad de Lk* |
|  | *= tiempo de duración del procedimiento j* |
|  |  |

Tabla 5: Lista de parámetros

## Variables de decisión:

|  |  |
| --- | --- |
| Variables | Descripción |
|  |  |
|  |  |

Tabla 6: Lista de variables de decisión

# Función Objetivo y Restricciones

## Función objetivo:

## Restricciones

## Descripción

1. Minimizar la cantidad total de horas que duran todos los pacientes en el hospital
2. El paciente no puede estar en el hospital más horas de lo que su gravedad lo permita.
3. El paciente debe estar por lo menos el tiempo que el procedimiento que requiere necesita.
4. Los procedimientos deben utilizar la cantidad de insumos que requieren para llevar a cabo el procedimiento.
5. No se pueden utilizar más insumos que con los que cuenta el hospital.
6. Restricción sobre el dominio de la variable de decisión para que sea binaria.
7. Restricción sobre el dominio de la variable de decisión para que sea binaria.
8. El paciente permanece horas consecutivas en el hospital desde la hora en la que entró.
9. El paciente tiene que encontrarse en el hospital si ingresó.