

## Entrega 3. Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas

### Modelo 1

El objetivo del modelo es la asignación de operaciones quirúrgicas de Cardiología Pediátrica a quirófanos, minimizando el coste total de asignación y respetando dos restricciones principales: (1) cada operación debe asignarse a un único quirófano, y (2) operaciones incompatibles (aquellas que se solapan en el tiempo) no pueden asignarse al mismo quirófano.

El modelo introduce variables binarias ( $x$ ) que representan si una operación  $i$  es asignada al quirófano  $j$ . Estas variables toman el valor de 1 si la operación se asigna al quirófano, y 0 en caso contrario. La función objetivo se calcula multiplicando las variables  $x_{ij}$  por los valores correspondientes de la matriz de costes para cada operación y quirófano.

En primer lugar, se definen los datos del problema que provienen de los dos archivos, que contienen información sobre las operaciones quirúrgicas, como los horarios de inicio y fin, el equipo quirúrgico y la especialidad médica, además de una matriz de costes que indica el coste de asignar cada operación a cada quirófano.

Como piden en el modelo 1, se filtran las operaciones de Cardiología Pediátrica para centrarse únicamente en este servicio.

Después, se procesan los horarios de las operaciones para determinar las incompatibilidades, esto se realiza a través de un diccionario que identifica y agrega las operaciones cuyo intervalo de tiempo se solapa analizando las horas de inicio y final. De aquí deriva la restricción para que las operaciones que se solapan en el tiempo que no pueden asignarse al mismo quirófano. Para ello, se verifica que, para cada par de operaciones incompatibles  $i$  y  $h$ , si  $x_{ij} = 1$  (es decir, la operación  $i$  está asignada al quirófano  $j$ ), entonces  $x_{hj}$  debe ser 0 (la operación  $h$  no puede estar asignada al mismo quirófano).

La otra restricción es para que haya una asignación única, cada operación debe asignarse a un único quirófano. Esto garantiza que no haya operaciones sin quirófano y que una operación no sea asignada a varios quirófanos simultáneamente.

Una vez resuelto el modelo, este calcula la asignación óptima de operaciones a quirófanos que minimiza los costes y satisface todas las restricciones, se obtiene:

**Estado de la solución: Optimal**

**Coste total: 1510€**

Las asignaciones de operaciones a quirófanos se almacenan en un archivo Excel para facilitar su análisis posterior. Se visualiza qué operaciones se asignaron a cada quirófano de manera óptima:

Operación	Quirófano
20241204 OP-68	Quirófano 34
20241204 OP-57	Quirófano 11
20241204 OP-133	Quirófano 23
20241204 OP-12	Quirófano 42
20241204 OP-159	Quirófano 61
20241204 OP-18	Quirófano 65

## Entrega 3. Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas

20241204 OP-67	Quirófano 58
20241204 OP-2	Quirófano 40
20241204 OP-138	Quirófano 4
20241204 OP-5	Quirófano 24
20241204 OP-44	Quirófano 21
20241204 OP-107	Quirófano 50
20241204 OP-88	Quirófano 71

### Modelo 2

Este modelo tiene como objetivo es asignar las operaciones quirúrgicas a los quirófanos minimizando el coste total y, además, garantizando que cada operación se asigna únicamente a un quirófano y que no haya solapamientos de operaciones en un mismo quirófano. En este caso, se resuelve el modelo utilizando un enfoque *set covering*.

El enfoque *set covering* es una técnica de optimización que se utiliza para resolver problemas en los que es necesario cubrir un conjunto de elementos (en este caso, operaciones quirúrgicas) utilizando un subconjunto óptimo de otros elementos predefinidos (en este caso, planificaciones quirúrgicas). El objetivo es minimizar el coste asociado al subconjunto seleccionado, garantizando al mismo tiempo que todos los elementos requeridos estén cubiertos. En este modelo en concreto:

- Cada planificación quirúrgica representa un conjunto de operaciones que pueden realizarse juntas sin solapamientos.
- El objetivo es seleccionar el menor número posible de planificaciones (con los menores costes totales), asegurando que todas las operaciones sean asignadas al menos a una planificación.

Este modelo es sencillo pero tiene un punto de complejidad: generar las planificaciones diarias de los quirófanos. El número de planificaciones diarias factibles es muy elevado y, en consecuencia, computacionalmente costoso. Es por ello por lo que, para resolver el modelo, se utiliza un conjunto de datos reducido; concretamente se utiliza el conjunto de datos relativos a las especialidades de: cardiología pediátrica, cirugía cardíaca pediátrica, cirugía cardiovascular y cirugía general y del aparato digestivo.

En relación a esto, efectivamente la mayor dificultad a la que nos hemos enfrentado al buscar la solución de este modelo ha sido la generación de planificaciones factibles. Inicialmente, intentamos evaluar todas las combinaciones posibles de planificaciones diarias empleando la función `combinations` de la librería `itertools`. Sin embargo, esto resultaba computacionalmente muy costoso, el programa se quedaba demasiado tiempo tratando de evaluar todas las posibles combinaciones, por lo que tuvimos que pensar en una forma alternativa de obtener un conjunto mínimo de planificaciones. Investigamos diferentes posibles algoritmos que tuviesen ese fin y, tras varios intentos, dimos con el algoritmo de Greedy. Este algoritmo es un enfoque de optimización que toma decisiones paso a paso, eligiendo en cada paso la opción que parece ser la mejor en ese momento, sin preocuparse por las implicaciones futuras de esas decisiones. Se trata de un enfoque eficiente para muchos problemas, pero no siempre garantiza encontrar la solución óptima global. Un inconveniente del algoritmo es que al implementarlo se

Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas produce un único conjunto de planificaciones completas y no permite al modelo seleccionar entre diferentes configuraciones factibles, lo que limita la capacidad de encontrar la solución óptima del modelo. Por ello, hemos modificado el algoritmo para que, además de generar planificaciones completas, introduzca variaciones y combinaciones alternativas que permitan al modelo generar un conjunto más diverso de planificaciones factibles y, en consecuencia, aumentar las posibilidades de encontrar la solución óptima global.

Llevamos a cabo los siguientes pasos:

1. Ordenar las operaciones quirúrgicas por su hora de inicio para facilitar la evaluación de compatibilidades.
2. Iterar sobre las operaciones ordenadas. Para cada operación, si es compatible con las operaciones de una planificación existente (es decir, no se producen solapamientos), se añade a dicha planificación. En caso contrario, es decir, si no es compatible con ninguna planificación, se crea una nueva para alojarla.
3. Para no duplicar las operaciones, estas se evalúan sólo una vez, de modo que sólo pueden incluirse en una única planificación.
4. Una vez creada una planificación completa, se generan variaciones de la misma eliminando o añadiendo operaciones, para explorar configuraciones alternativas.
5. Finalmente, se comprueba que no se hayan producido planificaciones duplicadas y en caso contrario, se eliminan las duplicadas.

Una vez resuelto el problema de generar las planificaciones diarias en poco tiempo, pudimos resolver el modelo completo sin problemas. Definimos los parámetros y variables del modelo:

$B_{ik}$  – parámetro binario que determina si la operación  $i$  pertenece a la planificación  $k$ .

$C_k$  – coste total de la planificación  $k$ , calculado como la suma de los costes de las operaciones incluídas en dicha planificación.

$Y_k$  – variable binaria que indica si la planificación  $k$  es seleccionada.

Finalmente, añadimos las restricciones y la función objetivo, y obtuvimos la solución óptima del modelo:

El coste total asociado a la asignación de operaciones quirúrgicas es de 57.923,63€. Para ello, el modelo seleccionó un total de 23 planificaciones factibles, de entre las cuales algunas agrupan múltiples operaciones compatibles, mientras que otras contienen operaciones individuales debido a restricciones de solapamiento.

Quirófano	Código operación	Hora inicio	Hora fin
Q1	20241204 OP-18	2024-12-04 11:30:00	2024-12-04 12:25:00
Q1	20241204 OP-67	2024-12-04 12:50:00	2024-12-04 13:40:00
Q1	20241204 OP-156	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:25:00
Q1	20241204 OP-159	2024-12-04 15:25:00	2024-12-04 16:25:00
Q1	20241204 OP-5	2024-12-04 16:55:00	2024-12-04 17:40:00
Q1	20241204 OP-117	2024-12-04 18:00:00	2024-12-04 19:30:00
Q2	20241204 OP-105	2024-12-04 11:50:00	2024-12-04 12:45:00
Q2	20241204 OP-9	2024-12-04 12:50:00	2024-12-04 13:45:00

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas*

Q2	20241204 OP-165	2024-12-04 13:45:00	2024-12-04 15:10:00
Q2	20241204 OP-36	2024-12-04 15:35:00	2024-12-04 17:15:00
Q2	20241204 OP-121	2024-12-04 17:25:00	2024-12-04 18:20:00
Q2	20241204 OP-143	2024-12-04 18:20:00	2024-12-04 19:05:00
Q2	20241204 OP-57	2024-12-04 19:25:00	2024-12-04 20:00:00
Q3	20241204 OP-34	2024-12-04 11:50:00	2024-12-04 16:40:00
Q3	20241204 OP-148	2024-12-04 18:15:00	2024-12-04 19:40:00
Q4	20241204 OP-23	2024-12-04 12:00:00	2024-12-04 17:55:00
Q4	20241204 OP-22	2024-12-04 18:45:00	2024-12-04 19:40:00
Q5	20241204 OP-70	2024-12-04 12:05:00	2024-12-04 14:35:00
Q5	20241204 OP-164	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 15:40:00
Q5	20241204 OP-12	2024-12-04 16:15:00	2024-12-04 16:50:00
Q5	20241204 OP-138	2024-12-04 19:25:00	2024-12-04 20:10:00
Q6	20241204 OP-99	2024-12-04 12:10:00	2024-12-04 12:50:00
Q6	20241204 OP-73	2024-12-04 13:30:00	2024-12-04 15:00:00
Q6	20241204 OP-44	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 15:50:00
Q6	20241204 OP-102	2024-12-04 16:20:00	2024-12-04 23:35:00
Q7	20241204 OP-88	2024-12-04 12:12:00	2024-12-04 15:30:00
Q8	20241204 OP-35	2024-12-04 13:35:00	2024-12-04 15:10:00
Q9	20241204 OP-30	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:10:00
Q10	20241204 OP-59	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 14:55:00
Q10	20241204 OP-139	2024-12-04 14:55:00	2024-12-04 16:00:00
Q11	20241204 OP-2	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:00:00
Q11	20241204 OP-83	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 16:05:00
Q12	20241204 OP-21	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:40:00
Q12	20241204 OP-55	2024-12-04 14:40:00	2024-12-04 16:15:00
Q13	20241204 OP-125	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:55:00
Q13	20241204 OP-78	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 17:20:00
Q14	20241204 OP-135	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 16:00:00
Q15	20241204 OP-163	2024-12-04 14:05:00	2024-12-04 15:25:00
Q16	20241204 OP-133	2024-12-04 14:25:00	2024-12-04 15:45:00
Q17	20241204 OP-110	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:45:00
Q18	20241204 OP-104	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:45:00
Q19	20241204 OP-126	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:40:00
Q20	20241204 OP-1	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 17:25:00
Q21	20241204 OP-167	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:45:00
Q22	20241204 OP-68	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:30:00
Q23	20241204 OP-107	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 16:00:00

## Entrega 3. Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas

### Modelo 3

El modelo 3 tiene como objetivo minimizar el número de quirófanos necesarios para programar un conjunto de operaciones quirúrgicas, asegurando que no haya solapamiento temporal entre las operaciones asignadas a un mismo quirófano. Para ello, se combina una heurística inicial con programación lineal, en su conjunto, una resolución vía generación de columnas, utilizando bibliotecas de Python como pandas y pulp. Véase a continuación en la Figura 1 el esquema de funcionamiento general del código haciendo referencia a las funciones utilizadas:

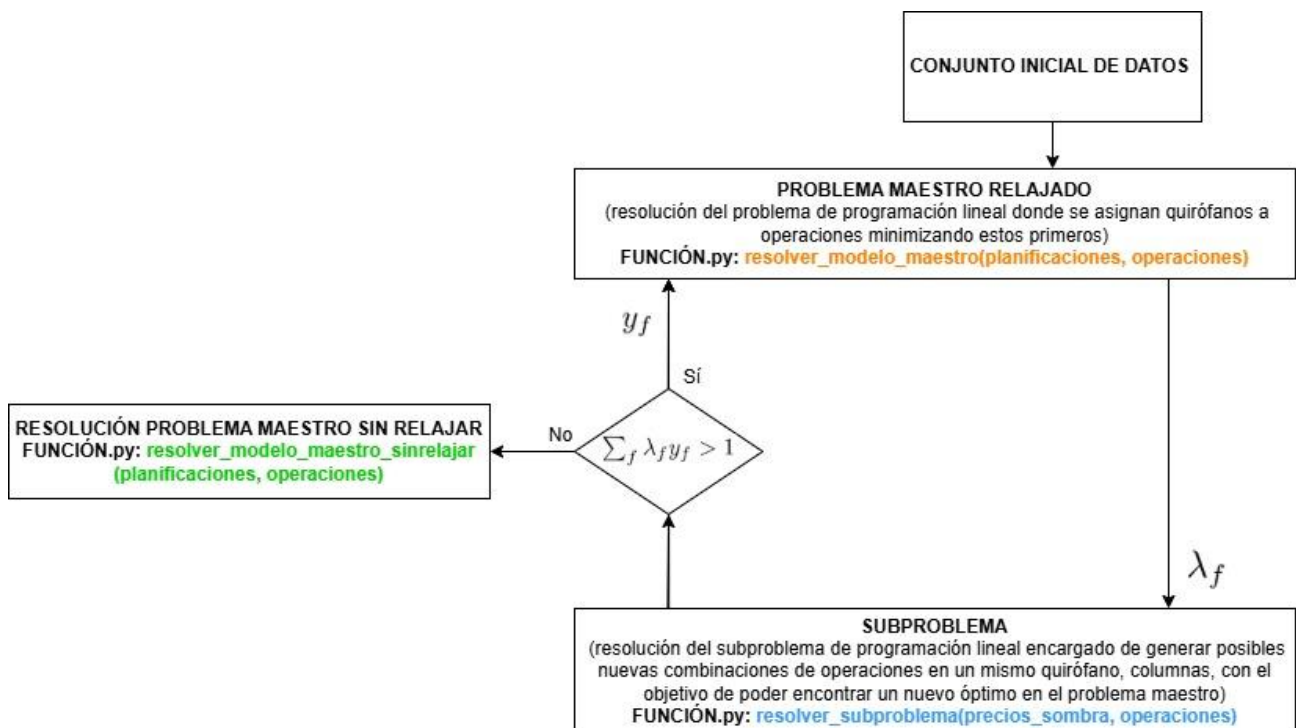


Figura 1, Esquema de funcionamiento Modelo 3 "Generación de Columnas"

El proceso comienza con la generación de un conjunto inicial. El equipo identificó que se podría partir de tres conjuntos iniciales:

1. Una planificación factible para los 99 quirófanos identificados en los datos asociados a costes.
2. Una planificación inicial donde, de manera ficticia, exista un quirófano por operación, 175 en total.
3. Aprovechar el algoritmo de *set covering* creado en el modelo 2 para partir de un conjunto inicial más cercano al óptimo.

Aprovechando entonces la existencia del algoritmo de *set covering*, el equipo decide plantear problemas partiendo de los conjuntos iniciales propuestos 2 y 3 con el objetivo de estudiar las diferencias encontradas.

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

El modelo maestro, implementado con programación lineal en formato relajado (variables continuas), selecciona las planificaciones factibles que minimizan el número de quirófanos utilizados. La función objetivo busca minimizar el total de quirófanos, mientras que las restricciones aseguran que cada operación sea cubierta al menos una vez.

Paralelamente, se formula un subproblema que genera nuevas planificaciones aprovechando los precios sombra obtenidos del modelo maestro. Este subproblema maximiza la reducción del coste, garantizando la factibilidad temporal de las operaciones.

El algoritmo itera entre la resolución del modelo maestro y el subproblema. En cada iteración, se agrega una nueva planificación al conjunto de factibles si esta mejora la solución actual. El proceso finaliza cuando no es posible mejorar la solución (es decir, cuando el coste reducido es no positivo).

Una vez se llega al punto de no retorno, se resuelve el problema maestro sin relajar (variables binarias) con conjunto de planificaciones final.

Finalmente, el código exporta un archivo Excel con las planificaciones generadas, detallando los quirófanos asignados.

Se presentan a continuación el conjunto inicial de valores:

CONJUNTO INICIAL SET COVERING			
Quirófano	Código operación	Hora inicio	Hora fin
Q1	20241204 OP-46	2024-12-04 08:05:00	2024-12-04 09:55:00
Q1	20241204 OP-58	2024-12-04 11:20:00	2024-12-04 12:05:00
Q1	20241204 OP-70	2024-12-04 12:05:00	2024-12-04 14:35:00
Q1	20241204 OP-124	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 15:40:00
Q1	20241204 OP-166	2024-12-04 15:45:00	2024-12-04 16:25:00
Q1	20241204 OP-42	2024-12-04 16:30:00	2024-12-04 17:30:00
Q1	20241204 OP-24	2024-12-04 17:35:00	2024-12-04 18:20:00
Q1	20241204 OP-143	2024-12-04 18:20:00	2024-12-04 19:05:00
Q1	20241204 OP-57	2024-12-04 19:25:00	2024-12-04 20:00:00
Q1	20241204 OP-41	2024-12-04 20:00:00	2024-12-04 20:40:00
Q1	20241204 OP-130	2024-12-04 20:40:00	2024-12-04 21:15:00
Q1	20241204 OP-160	2024-12-04 21:25:00	2024-12-04 23:10:00
Q2	20241204 OP-61	2024-12-04 11:20:00	2024-12-04 16:10:00
Q2	20241204 OP-12	2024-12-04 16:15:00	2024-12-04 16:50:00
Q2	20241204 OP-5	2024-12-04 16:55:00	2024-12-04 17:40:00
Q2	20241204 OP-91	2024-12-04 17:40:00	2024-12-04 18:20:00
Q2	20241204 OP-11	2024-12-04 18:25:00	2024-12-04 19:55:00
Q2	20241204 OP-151	2024-12-04 19:55:00	2024-12-04 20:45:00
Q2	20241204 OP-39	2024-12-04 21:00:00	2024-12-04 21:35:00
Q3	20241204 OP-20	2024-12-04 11:20:00	2024-12-04 12:10:00
Q3	20241204 OP-99	2024-12-04 12:10:00	2024-12-04 12:50:00
Q3	20241204 OP-9	2024-12-04 12:50:00	2024-12-04 13:45:00
Q3	20241204 OP-82	2024-12-04 13:45:00	2024-12-04 15:00:00
Q3	20241204 OP-83	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 16:05:00
Q3	20241204 OP-102	2024-12-04 16:20:00	2024-12-04 23:35:00

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas*

Q4	20241204 OP-32	2024-12-04 11:25:00	2024-12-04 12:25:00
Q4	20241204 OP-19	2024-12-04 12:25:00	2024-12-04 15:50:00
Q4	20241204 OP-103	2024-12-04 15:55:00	2024-12-04 17:05:00
Q4	20241204 OP-96	2024-12-04 17:05:00	2024-12-04 19:00:00
Q4	20241204 OP-138	2024-12-04 19:25:00	2024-12-04 20:10:00
Q4	20241204 OP-154	2024-12-04 20:20:00	2024-12-04 21:10:00
Q5	20241204 OP-80	2024-12-04 11:25:00	2024-12-04 12:00:00
Q5	20241204 OP-131	2024-12-04 12:00:00	2024-12-04 12:55:00
Q5	20241204 OP-4	2024-12-04 13:05:00	2024-12-04 15:05:00
Q5	20241204 OP-159	2024-12-04 15:25:00	2024-12-04 16:25:00
Q5	20241204 OP-13	2024-12-04 16:35:00	2024-12-04 18:35:00
Q5	20241204 OP-113	2024-12-04 18:45:00	2024-12-04 19:35:00
Q5	20241204 OP-27	2024-12-04 19:35:00	2024-12-04 20:25:00
Q5	20241204 OP-79	2024-12-04 20:35:00	2024-12-04 21:10:00
Q6	20241204 OP-101	2024-12-04 11:25:00	2024-12-04 13:40:00
Q6	20241204 OP-14	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 21:30:00
Q7	20241204 OP-18	2024-12-04 11:30:00	2024-12-04 12:25:00
Q7	20241204 OP-157	2024-12-04 12:30:00	2024-12-04 13:30:00
Q7	20241204 OP-152	2024-12-04 13:30:00	2024-12-04 14:25:00
Q7	20241204 OP-155	2024-12-04 14:25:00	2024-12-04 15:25:00
Q7	20241204 OP-89	2024-12-04 15:30:00	2024-12-04 16:45:00
Q7	20241204 OP-111	2024-12-04 16:45:00	2024-12-04 17:35:00
Q7	20241204 OP-169	2024-12-04 17:40:00	2024-12-04 18:25:00
Q7	20241204 OP-158	2024-12-04 18:45:00	2024-12-04 19:50:00
Q7	20241204 OP-172	2024-12-04 20:20:00	2024-12-04 23:45:00
Q8	20241204 OP-118	2024-12-04 11:45:00	2024-12-04 12:35:00
Q8	20241204 OP-76	2024-12-04 12:35:00	2024-12-04 14:00:00
Q8	20241204 OP-128	2024-12-04 14:00:00	2024-12-04 14:55:00
Q8	20241204 OP-85	2024-12-04 14:55:00	2024-12-04 16:00:00
Q8	20241204 OP-168	2024-12-04 16:55:00	2024-12-04 17:40:00
Q8	20241204 OP-134	2024-12-04 17:45:00	2024-12-04 23:59:00
Q9	20241204 OP-72	2024-12-04 11:45:00	2024-12-04 13:10:00
Q9	20241204 OP-116	2024-12-04 13:10:00	2024-12-04 15:15:00
Q9	20241204 OP-36	2024-12-04 15:35:00	2024-12-04 17:15:00
Q9	20241204 OP-106	2024-12-04 17:15:00	2024-12-04 18:00:00
Q9	20241204 OP-117	2024-12-04 18:00:00	2024-12-04 19:30:00
Q9	20241204 OP-149	2024-12-04 19:45:00	2024-12-04 20:30:00
Q9	20241204 OP-54	2024-12-04 21:05:00	2024-12-04 21:50:00
Q10	20241204 OP-34	2024-12-04 11:50:00	2024-12-04 16:40:00
Q10	20241204 OP-132	2024-12-04 17:10:00	2024-12-04 17:55:00
Q10	20241204 OP-75	2024-12-04 18:10:00	2024-12-04 20:10:00
Q10	20241204 OP-37	2024-12-04 21:05:00	2024-12-04 21:50:00
Q11	20241204 OP-105	2024-12-04 11:50:00	2024-12-04 12:45:00
Q11	20241204 OP-25	2024-12-04 12:45:00	2024-12-04 14:45:00
Q11	20241204 OP-174	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 16:30:00
Q11	20241204 OP-121	2024-12-04 17:25:00	2024-12-04 18:20:00

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas*

Q11	20241204 OP-22	2024-12-04 18:45:00	2024-12-04 19:40:00
Q12	20241204 OP-90	2024-12-04 11:50:00	2024-12-04 12:25:00
Q12	20241204 OP-142	2024-12-04 12:35:00	2024-12-04 17:15:00
Q12	20241204 OP-65	2024-12-04 17:50:00	2024-12-04 18:50:00
Q12	20241204 OP-120	2024-12-04 18:55:00	2024-12-04 19:50:00
Q13	20241204 OP-173	2024-12-04 11:50:00	2024-12-04 23:55:00
Q14	20241204 OP-150	2024-12-04 11:55:00	2024-12-04 12:50:00
Q14	20241204 OP-33	2024-12-04 12:50:00	2024-12-04 16:00:00
Q14	20241204 OP-148	2024-12-04 18:15:00	2024-12-04 19:40:00
Q15	20241204 OP-31	2024-12-04 12:00:00	2024-12-04 16:15:00
Q16	20241204 OP-38	2024-12-04 12:00:00	2024-12-04 16:00:00
Q17	20241204 OP-23	2024-12-04 12:00:00	2024-12-04 17:55:00
Q18	20241204 OP-88	2024-12-04 12:12:00	2024-12-04 15:30:00
Q18	20241204 OP-108	2024-12-04 15:45:00	2024-12-04 17:10:00
Q19	20241204 OP-97	2024-12-04 12:15:00	2024-12-04 13:00:00
Q19	20241204 OP-141	2024-12-04 13:10:00	2024-12-04 15:15:00
Q20	20241204 OP-47	2024-12-04 12:20:00	2024-12-04 13:15:00
Q20	20241204 OP-109	2024-12-04 13:20:00	2024-12-04 15:10:00
Q21	20241204 OP-153	2024-12-04 12:20:00	2024-12-04 15:45:00
Q22	20241204 OP-92	2024-12-04 12:35:00	2024-12-04 13:45:00
Q22	20241204 OP-17	2024-12-04 13:45:00	2024-12-04 16:40:00
Q23	20241204 OP-115	2024-12-04 12:40:00	2024-12-04 15:15:00
Q24	20241204 OP-147	2024-12-04 12:40:00	2024-12-04 14:25:00
Q24	20241204 OP-133	2024-12-04 14:25:00	2024-12-04 15:45:00
Q25	20241204 OP-94	2024-12-04 12:45:00	2024-12-04 14:45:00
Q25	20241204 OP-29	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 16:30:00
Q26	20241204 OP-67	2024-12-04 12:50:00	2024-12-04 13:40:00
Q26	20241204 OP-156	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:25:00
Q27	20241204 OP-140	2024-12-04 13:20:00	2024-12-04 16:15:00
Q28	20241204 OP-73	2024-12-04 13:30:00	2024-12-04 15:00:00
Q28	20241204 OP-78	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 17:20:00
Q29	20241204 OP-175	2024-12-04 13:30:00	2024-12-04 15:20:00
Q30	20241204 OP-45	2024-12-04 13:30:00	2024-12-04 15:00:00
Q30	20241204 OP-44	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 15:50:00
Q31	20241204 OP-49	2024-12-04 13:30:00	2024-12-04 15:00:00
Q31	20241204 OP-86	2024-12-04 15:00:00	2024-12-04 16:20:00
Q32	20241204 OP-35	2024-12-04 13:35:00	2024-12-04 15:10:00
Q33	20241204 OP-122	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:00:00
Q34	20241204 OP-30	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:10:00
Q35	20241204 OP-59	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 14:55:00
Q35	20241204 OP-146	2024-12-04 14:55:00	2024-12-04 15:50:00
Q36	20241204 OP-2	2024-12-04 13:40:00	2024-12-04 15:00:00
Q37	20241204 OP-165	2024-12-04 13:45:00	2024-12-04 15:10:00
Q38	20241204 OP-21	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:40:00
Q38	20241204 OP-95	2024-12-04 14:40:00	2024-12-04 16:15:00
Q39	20241204 OP-114	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:40:00



## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas*

Q39	20241204 OP-55	2024-12-04 14:40:00	2024-12-04 16:15:00
Q40	20241204 OP-50	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 15:00:00
Q41	20241204 OP-53	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 17:00:00
Q42	20241204 OP-136	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 15:05:00
Q43	20241204 OP-125	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:55:00
Q43	20241204 OP-60	2024-12-04 14:55:00	2024-12-04 16:40:00
Q44	20241204 OP-145	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:25:00
Q44	20241204 OP-51	2024-12-04 14:25:00	2024-12-04 15:45:00
Q45	20241204 OP-171	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 15:00:00
Q46	20241204 OP-3	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 14:55:00
Q46	20241204 OP-139	2024-12-04 14:55:00	2024-12-04 16:00:00
Q47	20241204 OP-135	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 16:00:00
Q48	20241204 OP-52	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 18:25:00
Q49	20241204 OP-84	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 15:05:00
Q50	20241204 OP-100	2024-12-04 13:50:00	2024-12-04 17:00:00
Q51	20241204 OP-71	2024-12-04 13:55:00	2024-12-04 23:35:00
Q52	20241204 OP-10	2024-12-04 13:55:00	2024-12-04 23:35:00
Q53	20241204 OP-161	2024-12-04 14:00:00	2024-12-04 14:55:00
Q54	20241204 OP-7	2024-12-04 14:05:00	2024-12-04 14:55:00
Q55	20241204 OP-28	2024-12-04 14:05:00	2024-12-04 15:25:00
Q56	20241204 OP-129	2024-12-04 14:05:00	2024-12-04 15:05:00
Q57	20241204 OP-77	2024-12-04 14:05:00	2024-12-04 15:05:00
Q58	20241204 OP-163	2024-12-04 14:05:00	2024-12-04 15:25:00
Q59	20241204 OP-98	2024-12-04 14:15:00	2024-12-04 15:50:00
Q60	20241204 OP-127	2024-12-04 14:15:00	2024-12-04 15:50:00
Q61	20241204 OP-64	2024-12-04 14:20:00	2024-12-04 16:35:00
Q62	20241204 OP-170	2024-12-04 14:20:00	2024-12-04 15:55:00
Q63	20241204 OP-66	2024-12-04 14:20:00	2024-12-04 16:35:00
Q64	20241204 OP-110	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:45:00
Q65	20241204 OP-126	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:40:00
Q66	20241204 OP-104	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:45:00
Q67	20241204 OP-16	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:45:00
Q68	20241204 OP-144	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:40:00
Q69	20241204 OP-43	2024-12-04 14:30:00	2024-12-04 15:45:00
Q70	20241204 OP-164	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 15:40:00
Q71	20241204 OP-123	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 16:10:00
Q72	20241204 OP-48	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 16:00:00
Q73	20241204 OP-6	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 16:35:00
Q74	20241204 OP-15	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 17:00:00
Q75	20241204 OP-69	2024-12-04 14:35:00	2024-12-04 16:10:00
Q76	20241204 OP-56	2024-12-04 14:40:00	2024-12-04 16:10:00
Q77	20241204 OP-62	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 17:10:00
Q78	20241204 OP-137	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:45:00
Q79	20241204 OP-162	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:40:00
Q80	20241204 OP-81	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 17:25:00
Q81	20241204 OP-68	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:30:00

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas*

Q82	20241204 OP-112	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:45:00
Q83	20241204 OP-1	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 17:25:00
Q84	20241204 OP-167	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:45:00
Q85	20241204 OP-40	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:40:00
Q86	20241204 OP-63	2024-12-04 14:45:00	2024-12-04 15:50:00
Q87	20241204 OP-93	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 16:40:00
Q88	20241204 OP-119	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 16:00:00
Q89	20241204 OP-107	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 16:00:00
Q90	20241204 OP-87	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 15:45:00
Q91	20241204 OP-74	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 15:50:00
Q92	20241204 OP-26	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 16:00:00
Q93	20241204 OP-8	2024-12-04 14:50:00	2024-12-04 15:55:00

CONJUNTO INICIAL QUIRÓFANOS FICTICIOS PARA CADA OPERACIÓN	
Quirófano	Código operación
Q1	20241204 OP-46
Q2	20241204 OP-58
Q3	20241204 OP-70
Q4	20241204 OP-124
Q5	20241204 OP-166
Q6	20241204 OP-42
Q7	20241204 OP-24
Q8	20241204 OP-143
Q9	20241204 OP-57
Q10	20241204 OP-41
Q11	20241204 OP-130
Q12	20241204 OP-160
Q13	20241204 OP-61
Q14	20241204 OP-12
Q15	20241204 OP-5
Q16	20241204 OP-91
Q17	20241204 OP-11
Q18	20241204 OP-151
Q19	20241204 OP-39
Q20	20241204 OP-20
Q21	20241204 OP-99
Q22	20241204 OP-9
Q23	20241204 OP-82
Q24	20241204 OP-83
Q25	20241204 OP-102
Q26	20241204 OP-32
Q27	20241204 OP-19
Q28	20241204 OP-103
Q29	20241204 OP-96

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

Q30	20241204 OP-138
Q31	20241204 OP-154
Q32	20241204 OP-80
Q33	20241204 OP-131
Q34	20241204 OP-4
Q35	20241204 OP-159
Q36	20241204 OP-13
Q37	20241204 OP-113
Q38	20241204 OP-27
Q39	20241204 OP-79
Q40	20241204 OP-101
Q41	20241204 OP-14
Q42	20241204 OP-18
Q43	20241204 OP-157
Q44	20241204 OP-152
Q45	20241204 OP-155
Q46	20241204 OP-89
Q47	20241204 OP-111
Q48	20241204 OP-169
Q49	20241204 OP-158
Q50	20241204 OP-172
Q51	20241204 OP-118
Q52	20241204 OP-76
Q53	20241204 OP-128
Q54	20241204 OP-85
Q55	20241204 OP-168
Q56	20241204 OP-134
Q57	20241204 OP-72
Q58	20241204 OP-116
Q59	20241204 OP-36
Q60	20241204 OP-106
Q61	20241204 OP-117
Q62	20241204 OP-149
Q63	20241204 OP-54
Q64	20241204 OP-34
Q65	20241204 OP-132
Q66	20241204 OP-75
Q67	20241204 OP-37
Q68	20241204 OP-105
Q69	20241204 OP-25
Q70	20241204 OP-174
Q71	20241204 OP-121
Q72	20241204 OP-22
Q73	20241204 OP-90
Q74	20241204 OP-142
Q75	20241204 OP-65

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

Q76	20241204 OP-120
Q77	20241204 OP-173
Q78	20241204 OP-150
Q79	20241204 OP-33
Q80	20241204 OP-148
Q81	20241204 OP-31
Q82	20241204 OP-38
Q83	20241204 OP-23
Q84	20241204 OP-88
Q85	20241204 OP-108
Q86	20241204 OP-97
Q87	20241204 OP-141
Q88	20241204 OP-47
Q89	20241204 OP-109
Q90	20241204 OP-153
Q91	20241204 OP-92
Q92	20241204 OP-17
Q93	20241204 OP-115
Q94	20241204 OP-147
Q95	20241204 OP-133
Q96	20241204 OP-94
Q97	20241204 OP-29
Q98	20241204 OP-67
Q99	20241204 OP-156
Q100	20241204 OP-140
Q101	20241204 OP-73
Q102	20241204 OP-78
Q103	20241204 OP-175
Q104	20241204 OP-45
Q105	20241204 OP-44
Q106	20241204 OP-49
Q107	20241204 OP-86
Q108	20241204 OP-35
Q109	20241204 OP-122
Q110	20241204 OP-30
Q111	20241204 OP-59
Q112	20241204 OP-146
Q113	20241204 OP-2
Q114	20241204 OP-165
Q115	20241204 OP-21
Q116	20241204 OP-95
Q117	20241204 OP-114
Q118	20241204 OP-55
Q119	20241204 OP-50
Q120	20241204 OP-53
Q121	20241204 OP-136

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

Q122	20241204 OP-125
Q123	20241204 OP-60
Q124	20241204 OP-145
Q125	20241204 OP-51
Q126	20241204 OP-171
Q127	20241204 OP-3
Q128	20241204 OP-139
Q129	20241204 OP-135
Q130	20241204 OP-52
Q131	20241204 OP-84
Q132	20241204 OP-100
Q133	20241204 OP-71
Q134	20241204 OP-10
Q135	20241204 OP-161
Q136	20241204 OP-7
Q137	20241204 OP-28
Q138	20241204 OP-129
Q139	20241204 OP-77
Q140	20241204 OP-163
Q141	20241204 OP-98
Q142	20241204 OP-127
Q143	20241204 OP-64
Q144	20241204 OP-170
Q145	20241204 OP-66
Q146	20241204 OP-110
Q147	20241204 OP-126
Q148	20241204 OP-104
Q149	20241204 OP-16
Q150	20241204 OP-144
Q151	20241204 OP-43
Q152	20241204 OP-164
Q153	20241204 OP-123
Q154	20241204 OP-48
Q155	20241204 OP-6
Q156	20241204 OP-15
Q157	20241204 OP-69
Q158	20241204 OP-56
Q159	20241204 OP-62
Q160	20241204 OP-137
Q161	20241204 OP-162
Q162	20241204 OP-81
Q163	20241204 OP-68
Q164	20241204 OP-112
Q165	20241204 OP-1
Q166	20241204 OP-167
Q167	20241204 OP-40

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

Q168	20241204 OP-63
Q169	20241204 OP-93
Q170	20241204 OP-119
Q171	20241204 OP-107
Q172	20241204 OP-87
Q173	20241204 OP-74
Q174	20241204 OP-26
Q175	20241204 OP-8

Se presenta a continuación el conjunto final de resultados:

Conjunto Inicial	CONJUNTO INICIAL QUIRÓFANOS FICTICIOS PARA CADA OPERACIÓN
Columnas Generadas	42
Tiempo de computación	13 MINS
Número mínimo de quirófanos	93

Quirófano	Número de Planificación	Operaciones
1	2	20241204 OP-133
2	7	20241204 OP-2
3	11	20241204 OP-107
4	12	20241204 OP-88
5	16	20241204 OP-35
6	18	20241204 OP-110
7	19	20241204 OP-55
8	21	20241204 OP-104
9	22	20241204 OP-165
10	26	20241204 OP-126
11	27	20241204 OP-23
12	31	20241204 OP-34
13	32	20241204 OP-1
14	34	20241204 OP-59
15	35	20241204 OP-64
16	39	20241204 OP-140
17	40	20241204 OP-112
18	49	20241204 OP-135
19	52	20241204 OP-164
20	57	20241204 OP-156
21	59	20241204 OP-170
22	60	20241204 OP-61
23	62	20241204 OP-50
24	63	20241204 OP-129
25	73	20241204 OP-109
26	75	20241204 OP-15
27	78	20241204 OP-28

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

28	81	20241204 OP-4
29	83	20241204 OP-116
30	87	20241204 OP-142
31	89	20241204 OP-141
32	90	20241204 OP-66
33	94	20241204 OP-127
34	98	20241204 OP-124
35	100	20241204 OP-63
36	102	20241204 OP-38
37	104	20241204 OP-8
38	105	20241204 OP-26
39	107	20241204 OP-115
40	108	20241204 OP-123
41	113	20241204 OP-155
42	116	20241204 OP-71
43	118	20241204 OP-171
44	121	20241204 OP-53
45	122	20241204 OP-81
46	123	20241204 OP-14
47	124	20241204 OP-10
48	125	20241204 OP-174
49	126	20241204 OP-52
50	127	20241204 OP-136
51	129	20241204 OP-56
52	130	20241204 OP-6
53	131	20241204 OP-16
54	132	20241204 OP-175
55	139	20241204 OP-31
56	140	20241204 OP-51
57	141	20241204 OP-153
58	144	20241204 OP-33
59	145	20241204 OP-144
60	150	20241204 OP-173
61	154	20241204 OP-98
62	156	20241204 OP-100
63	159	20241204 OP-17
64	160	20241204 OP-19
65	166	20241204 OP-84
66	167	20241204 OP-48
67	171	20241204 OP-29
68	172	20241204 OP-62
69	176	20241204 OP-5, 20241204 OP-22, 20241204 OP-145, 20241204 OP-47, 20241204 OP-166, 20241204 OP-151, 20241204 OP-162, 20241204 OP-37, 20241204 OP-169, 20241204 OP-20

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

70	177	20241204 OP-18, 20241204 OP-167, 20241204 OP-9, 20241204 OP-21, 20241204 OP-166, 20241204 OP-113, 20241204 OP-24, 20241204 OP-111, 20241204 OP-39, 20241204 OP-149
71	178	20241204 OP-68, 20241204 OP-21, 20241204 OP-117, 20241204 OP-36, 20241204 OP-32, 20241204 OP-27, 20241204 OP-79, 20241204 OP-106, 20241204 OP-92
72	180	20241204 OP-44, 20241204 OP-132, 20241204 OP-154, 20241204 OP-11, 20241204 OP-103, 20241204 OP-131, 20241204 OP-80, 20241204 OP-45
73	181	20241204 OP-9, 20241204 OP-114, 20241204 OP-121, 20241204 OP-118, 20241204 OP-172, 20241204 OP-108, 20241204 OP-158, 20241204 OP-137
74	182	20241204 OP-5, 20241204 OP-73, 20241204 OP-157, 20241204 OP-83, 20241204 OP-130, 20241204 OP-120, 20241204 OP-90, 20241204 OP-65
75	183	20241204 OP-67, 20241204 OP-86, 20241204 OP-105, 20241204 OP-13, 20241204 OP-122, 20241204 OP-54, 20241204 OP-113
76	184	20241204 OP-77, 20241204 OP-120, 20241204 OP-58, 20241204 OP-89, 20241204 OP-76, 20241204 OP-24
77	185	20241204 OP-32, 20241204 OP-85, 20241204 OP-65, 20241204 OP-161, 20241204 OP-76, 20241204 OP-111
78	186	20241204 OP-148, 20241204 OP-30, 20241204 OP-150, 20241204 OP-89, 20241204 OP-168, 20241204 OP-79
79	187	20241204 OP-138, 20241204 OP-146, 20241204 OP-128, 20241204 OP-101, 20241204 OP-160, 20241204 OP-96
80	188	20241204 OP-12, 20241204 OP-18, 20241204 OP-27, 20241204 OP-74, 20241204 OP-37, 20241204 OP-94, 20241204 OP-96
81	190	20241204 OP-43, 20241204 OP-154, 20241204 OP-152, 20241204 OP-72, 20241204 OP-75
82	191	20241204 OP-57, 20241204 OP-159, 20241204 OP-157, 20241204 OP-132, 20241204 OP-163, 20241204 OP-54
83	192	20241204 OP-42, 20241204 OP-91, 20241204 OP-145, 20241204 OP-119, 20241204 OP-92, 20241204 OP-39
84	193	20241204 OP-148, 20241204 OP-78, 20241204 OP-49, 20241204 OP-97, 20241204 OP-149
85	196	20241204 OP-143, 20241204 OP-69, 20241204 OP-118, 20241204 OP-147, 20241204 OP-106
86	198	20241204 OP-139, 20241204 OP-150, 20241204 OP-41, 20241204 OP-11, 20241204 OP-3, 20241204 OP-111



# Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

## Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital y generación de columnas*

87	199	20241204 OP-21, 20241204 OP-87, 20241204 OP-108, 20241204 OP-131, 20241204 OP-46, 20241204 OP-134
88	200	20241204 OP-25, 20241204 OP-121, 20241204 OP-105, 20241204 OP-41, 20241204 OP-166, 20241204 OP-40
89	202	20241204 OP-22, 20241204 OP-70, 20241204 OP-91, 20241204 OP-93
90	203	20241204 OP-67, 20241204 OP-44, 20241204 OP-82, 20241204 OP-134, 20241204 OP-20
91	206	20241204 OP-99, 20241204 OP-102, 20241204 OP-95
92	211	20241204 OP-47, 20241204 OP-7, 20241204 OP-60, 20241204 OP-160
93	214	20241204 OP-125, 20241204 OP-85

<b>Conjunto Inicial</b>	<b>CONJUNTO INICIAL SET COVERING</b>
<b>Columnas Generadas</b>	<b>19</b>
<b>Tiempo de computación</b>	<b>22 SEGUNDOS</b>
<b>Número mínimo de quirófanos</b>	<b>93</b>

Quirófano	Número de Planificación	Operaciones
1	0	20241204 OP-46, 20241204 OP-58, 20241204 OP-70, 20241204 OP-124, 20241204 OP-166, 20241204 OP-42, 20241204 OP-24, 20241204 OP-143, 20241204 OP-57, 20241204 OP-41, 20241204 OP-130, 20241204 OP-160
2	1	20241204 OP-61, 20241204 OP-12, 20241204 OP-5, 20241204 OP-91, 20241204 OP-11, 20241204 OP-151, 20241204 OP-39
3	2	20241204 OP-20, 20241204 OP-99, 20241204 OP-9, 20241204 OP-82, 20241204 OP-83, 20241204 OP-102
4	3	20241204 OP-32, 20241204 OP-19, 20241204 OP-103, 20241204 OP-96, 20241204 OP-138, 20241204 OP-154
5	4	20241204 OP-80, 20241204 OP-131, 20241204 OP-4, 20241204 OP-159, 20241204 OP-13, 20241204 OP-113, 20241204 OP-27, 20241204 OP-79
6	5	20241204 OP-101, 20241204 OP-14
7	6	20241204 OP-18, 20241204 OP-157, 20241204 OP-152, 20241204 OP-155, 20241204 OP-89, 20241204 OP-111, 20241204 OP-169, 20241204 OP-158, 20241204 OP-172
8	7	20241204 OP-118, 20241204 OP-76, 20241204 OP-128, 20241204 OP-85, 20241204 OP-168, 20241204 OP-134
9	8	20241204 OP-72, 20241204 OP-116, 20241204 OP-36, 20241204 OP-106, 20241204 OP-117, 20241204 OP-149, 20241204 OP-54

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

10	9	20241204 OP-34, 20241204 OP-132, 20241204 OP-75, 20241204 OP-37
11	10	20241204 OP-105, 20241204 OP-25, 20241204 OP-174, 20241204 OP-121, 20241204 OP-22
12	11	20241204 OP-90, 20241204 OP-142, 20241204 OP-65, 20241204 OP-120
13	12	20241204 OP-173
14	13	20241204 OP-150, 20241204 OP-33, 20241204 OP-148
15	14	20241204 OP-31
16	15	20241204 OP-38
17	16	20241204 OP-23
18	17	20241204 OP-88, 20241204 OP-108
19	18	20241204 OP-97, 20241204 OP-141
20	19	20241204 OP-47, 20241204 OP-109
21	20	20241204 OP-153
22	21	20241204 OP-92, 20241204 OP-17
23	22	20241204 OP-115
24	23	20241204 OP-147, 20241204 OP-133
25	24	20241204 OP-94, 20241204 OP-29
26	25	20241204 OP-67, 20241204 OP-156
27	26	20241204 OP-140
28	27	20241204 OP-73, 20241204 OP-78
29	28	20241204 OP-175
30	29	20241204 OP-45, 20241204 OP-44
31	30	20241204 OP-49, 20241204 OP-86
32	31	20241204 OP-35
33	33	20241204 OP-30
34	34	20241204 OP-59, 20241204 OP-146
35	35	20241204 OP-2
36	36	20241204 OP-165
37	37	20241204 OP-21, 20241204 OP-95
38	38	20241204 OP-114, 20241204 OP-55
39	39	20241204 OP-50
40	40	20241204 OP-53
41	42	20241204 OP-125, 20241204 OP-60
42	43	20241204 OP-145, 20241204 OP-51
43	44	20241204 OP-171
44	46	20241204 OP-135
45	47	20241204 OP-52
46	48	20241204 OP-84
47	49	20241204 OP-100
48	50	20241204 OP-71
49	51	20241204 OP-10
50	54	20241204 OP-28
51	55	20241204 OP-129
52	56	20241204 OP-77
53	57	20241204 OP-163

## Métodos Cuantitativos Avanzados (MIO)

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

54	58	20241204 OP-98
55	59	20241204 OP-127
56	60	20241204 OP-64
57	61	20241204 OP-170
58	62	20241204 OP-66
59	63	20241204 OP-110
60	64	20241204 OP-126
61	65	20241204 OP-104
62	66	20241204 OP-16
63	67	20241204 OP-144
64	69	20241204 OP-164
65	70	20241204 OP-123
66	71	20241204 OP-48
67	72	20241204 OP-6
68	73	20241204 OP-15
69	75	20241204 OP-56
70	76	20241204 OP-62
71	77	20241204 OP-137
72	78	20241204 OP-162
73	79	20241204 OP-81
74	81	20241204 OP-112
75	82	20241204 OP-1
76	83	20241204 OP-167
77	84	20241204 OP-40
78	85	20241204 OP-63
79	86	20241204 OP-93
80	87	20241204 OP-119
81	88	20241204 OP-107
82	89	20241204 OP-87
83	90	20241204 OP-74
84	91	20241204 OP-26
85	92	20241204 OP-8
86	94	20241204 OP-68, 20241204 OP-145, 20241204 OP-47, 20241204 OP-130, 20241204 OP-11, 20241204 OP-89, 20241204 OP-80, 20241204 OP-106
87	98	20241204 OP-22, 20241204 OP-139, 20241204 OP-13, 20241204 OP-154, 20241204 OP-118, 20241204 OP-161, 20241204 OP-92
88	101	20241204 OP-78, 20241204 OP-150, 20241204 OP-41, 20241204 OP-54, 20241204 OP-3, 20241204 OP-158
89	102	20241204 OP-43, 20241204 OP-90, 20241204 OP-166, 20241204 OP-147, 20241204 OP-111, 20241204 OP-75
90	104	20241204 OP-138, 20241204 OP-86, 20241204 OP-101, 20241204 OP-122, 20241204 OP-160
91	105	20241204 OP-143, 20241204 OP-121, 20241204 OP-7, 20241204 OP-85, 20241204 OP-131

### Entrega 3. *Asignación de quirófanos en un hospital* y generación de columnas

92	110	20241204 OP-70, 20241204 OP-69
93	111	20241204 OP-159, 20241204 OP-42, 20241204 OP-136

Como se puede observar en las cabeceras de las tablas de solución, el tiempo de computación es mucho menor partiendo del conjunto inicial generado por el algoritmo set covering versus el conjunto inicial simplificado, como fue previsto. Existe una diferencia de x36 veces.