

## **FASE 2: ANALIZANDO EL SISTEMA A TRAVÉS DEL MODELO**

La evaluación de esta fase se llevará a cabo en una cita formal del grupo con su mentor, en la cual tendrán 10 minutos para realizar una presentación técnica que incluya el desarrollo de este enunciado. La fecha límite para realizar la presentación es el día **JUEVES 7 de NOVIEMBRE a las 5:00 pm.**

La presentación debe contener: objetivos, análisis de datos, aplicación de modelos para representar la situación descrita, respuesta a las preguntas de interés para el negocio y conclusiones.

### **Programación de operaciones de mantenimiento de los sistemas de alcantarillado en Bogotá**

La EAAB está interesada en contratar nuevamente sus servicios de consultoría con el objetivo de analizar, evaluar y controlar el desempeño de los contratistas encargados de realizar las labores de mantenimiento a las redes de alcantarillado de la ciudad de Bogotá. Para esto, su grupo consultor deberá proporcionarle a la entidad herramientas que permitan evaluar y analizar la ejecución de las labores de mantenimiento de sus contratistas.

#### ***Diagnóstico y mejora del sistema de alcantarillado de la zona 4:***

Los resultados obtenidos en la consultoría anterior permitieron a la EAAB dimensionar la magnitud del problema asociado a las fallas presentadas en la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá. Con base en las cifras y resultados revelados por el estudio, la EAAB decidió tomar medidas a corto y a largo plazo para remediar esta situación. Estas medidas empezarán a implementarse en la zona 4, por ser la zona con mayor número de localidades atendidas. Las medidas a implementar son: Primero, realizar la compra de 200 equipos de drenaje de última tecnología para reemplazar los equipos actuales, cada equipo permitirá reducir en un 30% el tiempo de mantenimiento de una celda dañada. Tenga en cuenta que cada equipo de drenaje debe ser usado por dos técnicos, es decir, la EAAB ya no cuenta con 8 equipos de mantenimiento por turno conformados por 3 técnicos, sino, por 200 equipos, cada uno de dos técnicos. Segundo, reemplazar la tubería del sistema de alcantarillado que actualmente tiene 24 pulgadas de diámetro por una con 42 pulgadas. Esto permitirá disminuir en un 95% la tasa de falla de una celda.

La EAAB está interesada en conocer los potenciales resultados de esta inversión. Para esto es necesario estimar algunas medidas de desempeño que le permitan a la entidad evaluar el impacto generado por la medida adoptada. Estas medidas de desempeño evalúan dos componentes: uno económico y otro social. Para medir el componente económico es de interés estimar el tiempo que transcurrirá desde el inicio de la implementación hasta que se presente la primera multa<sup>1</sup> teniendo en cuenta que el 1 de octubre del 2019 todas las celdas estaban en perfecto estado. Así mismo, se desea estimar el costo promedio en el que incurrirá la entidad por el tiempo que un equipo de drenaje está en funcionamiento en el largo plazo. El costo de usar un equipo de drenaje es de \$15,000 por hora. En cuanto al componente social, es relevante conocer el número promedio de familias afectadas por

---

<sup>1</sup> Recuerde que se incurre en multa cuando más de 25 celdas de una zona están dañadas.

cada vez que menos de 200 celdas se encuentren fallando durante un intervalo de tiempo de 3 horas luego de la implementación. Se debe tener en cuenta que al inicio todas las celdas están en perfecto estado y que en promedio una celda en estado de falla puede afectar a 60 familias.

### ***Evaluación y seguimiento de los servicios prestados por los contratistas de mantenimiento***

Como parte del compromiso social por mejorar continuamente los servicios prestados en la ciudad de Bogotá, la EAAB ha implementado un sistema de gestión de calidad y de procesos para evaluar y controlar el desempeño de los contratistas de la entidad. Este sistema está regido bajo el numeral 8.4.1 de la Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 9001:2015 que busca “determinar y aplicar criterios para la evaluación, la selección, el seguimiento al desempeño y la reevaluación de los contratistas externos, basándose en su capacidad para proporcionar procesos y servicios de acuerdo con los requisitos” (Acueducto de Bogotá, 2018). Para lograr estos requerimientos, la EAAB ha centrado sus esfuerzos en los contratistas encargados de realizar las labores de mantenimiento en las redes de alcantarillado.

Para analizar, evaluar y controlar el desempeño de los contratistas de mantenimiento, la Dirección de Gestión de Calidad y de Procesos ha designado un técnico interventor encargado de medir la eficiencia y la productividad de un contratista mediante los siguientes dos indicadores.

- Indicador 1: medición de eficiencia

$$\frac{NOM}{CTR}$$

*1 Indicador de eficiencia*

Donde (NOM) corresponde al número de órdenes de mantenimiento realizadas por un contratista y (CTR) corresponde al costo total de los recursos utilizados para llevar a cabo dichas tareas.

- Indicador 2: medición de efectividad

$$\frac{NOME}{NOMT}$$

*2 Indicador de efectividad*

Donde (NOME) corresponde al número de órdenes de mantenimiento realizadas por un contratista que cumplen con las especificaciones técnicas y (NOMT) corresponde al número total de órdenes de mantenimiento asignadas a un contratista.

El indicador (1) mide cuántas órdenes atiende un contratista por cada peso invertido, mientras que el indicador (2) mide el porcentaje de órdenes que un contratista entregó de acuerdo con las especificaciones técnicas.

Ahora bien, para cada indicador, un contratista puede estar en tres diferentes categorías de desempeño según el valor obtenido en el mismo. En la Tabla 1, se puede observar el rango en el que puede estar el nivel de cumplimiento de un indicador para cada categoría de desempeño. Por ejemplo, un

contratista para el indicador de eficiencia puede estar en la categoría satisfactoria si su resultado es mayor al 70% y estar en categoría baja para el indicador de productividad si el porcentaje obtenido es menor al 30%.

*Tabla 1 Categorías de desempeño*

<b>Categoría de desempeño</b>	<b>Valor del indicador de eficiencia</b>	<b>Valor del indicador de efectividad</b>
Satisfactoria	Más de 10 mantenimientos realizados por cada millón de pesos gastado.	Cumplimiento de más de 0.7
Intermedia	Entre 5 y 10 mantenimientos realizados por cada millón de pesos gastado.	Cumplimiento entre 0.3 y 0.7
Baja	Menos de 5 mantenimientos realizados por cada millón de pesos gastado.	Cumplimiento de menos de 0.3

La Dirección de Gestión de Calidad y de Procesos ha observado que la categoría de desempeño obtenida por un contratista en un mes particular está directamente relacionada con la obtenida en los dos meses anteriores. En el archivo *InterventoríaContratista.xlsx* se encuentra el registro diligenciado por un interventor encargado de la evaluación de los contratistas, el cual tiene la fecha en la que se realizó la evaluación de un contratista y la categoría de evaluación para los indicadores de eficiencia y efectividad.

### ***Dirección de contratación***

De acuerdo con el Manual de Contratación de la EAAB, los contratistas de mantenimiento tienen un contrato de prestación de servicios con la entidad. En este, se establecen las funciones que deben llevar a cabo los contratistas, la duración y la distribución de la jornada laboral, el tipo y el monto de remuneración obtenida, los motivos de terminación del contrato y las cláusulas por incumplimiento de los acuerdos, entre otros rubros. Por políticas del Departamento de Recursos Administrativos de la entidad, la celebración y la cancelación de un contrato de trabajo solo podrá llevarse a cabo al inicio de un mes. Por otro lado, los contratos de trabajo podrán ser terminados debido al incumplimiento o al requerimiento de alguna de las partes. Por parte de la entidad, los motivos son:

- Terminación unilateral sin justa causa: esta podrá dar por terminado el contrato sin que haya una justa causa comprobada de incumplimiento de los acuerdos estipulados por parte del contratista. La entidad deberá pagar una indemnización que comprende el lucro cesante y el daño emergente que podría causarle al contratista. Esta indemnización es de \$82,567.
- Terminación unilateral con justa causa: esta podrá dar por terminado el contrato cuando existe algún incumplimiento de los acuerdos pactados o cuando el contratista incurra en alguna de las causas señaladas en el artículo 62 del Código Sustantivo de Trabajo. El contratista deberá pagar las cláusulas estipuladas en el contrato por el posible daño emergente causado por el incumplimiento de los acuerdos. El valor de esta cláusula es \$765,012.

Por parte del contratista, los motivos de cancelación son:

- Terminación unilateral sin justa causa: este podrá dar por terminado el contrato sin que haya una justa causa comprobada de incumplimiento de los acuerdos estipulados por parte del empleador (EAAB).
- Terminación unilateral con justa causa: este podrá dar por terminado el contrato cuando existe algún incumplimiento de los acuerdos pactados por parte del empleador o cuando se incurra en alguna de las causas señaladas en el artículo 62 del Código Sustantivo de Trabajo. En este caso, el contratista hace efectivas las cláusulas pactadas en el contrato y la entidad deberá cubrir el valor pactado en el contrato de trabajo. El valor de esta cláusula es de \$891,012.

Para el Departamento de Recursos Administrativos de la entidad es importante que los contratos de trabajo celebrados perduren el mayor tiempo posible, debido a que el proceso de convocatoria y de selección de nuevos contratistas es arduo y requiere de varios recursos económicos y humanos. Por lo tanto, se requiere estimar el tiempo promedio que dura un contrato de trabajo y la probabilidad de que este se dé por terminado por cada uno de los motivos mencionados anteriormente. Suponga el caso de un contratista que empieza sus primeros dos meses de contrato de trabajo en la categoría satisfactoria para los dos indicadores.

Por otra parte, para la entidad es importante estimar los costos y los ingresos asociados a las indemnizaciones, cobros y pagos de cláusulas de incumplimiento en los que ellos deben incurrir cuando se da por terminado un contrato. Adicionalmente, es de interés establecer el número de veces que un contratista obtuvo una clasificación de desempeño intermedia para los indicadores de eficiencia y efectividad durante los primeros 10 meses luego de ser contratado. Para esto, suponga nuevamente el caso de un contratista que empieza sus primeros dos meses de contrato de trabajo en la categoría satisfactoria para los dos indicadores.

Finalmente, para la EAAB es necesario contar con un análisis de sensibilidad sobre las indemnizaciones, cobros y pagos en los que debe incurrir la entidad debido a la cancelación de un contrato de trabajo. Adicionalmente, su grupo consultor deberá desarrollar una herramienta dinámica e interactiva en Shiny® que permita al usuario ingresar el nivel de desempeño del contratista en los dos primeros meses de contrato y que a partir de esto calcule las probabilidades con las que un contratista termina su contrato por alguno de los cuatro motivos anteriormente mencionados. Adicionalmente, esta herramienta debe permitir obtener el costo promedio en el que incurre la EAAB por la cancelación de ese contrato. Realice gráficos de interés sobre las medidas de desempeño que usted considere pertinentes.

## **Programas de prevención e intervención de salud pública en Colombia**

### **Estudio interno de los hospitales**

La demanda de atención médica en urgencias se ha incrementado de forma progresiva en los últimos años. Según El Tiempo (2018), en enero del 2016, el hacinamiento en los 22 hospitales de la red pública de Bogotá era del 250 por ciento; el año pasado, según la Secretaría de Salud, esta cifra era del 100 por ciento. Diferentes entidades de salud han identificado que la congestión de los servicios de urgencias no sólo produce problemas a los pacientes y al personal, sino que además genera tiempos de espera cada vez más altos, estadías cada vez más largas, mayor número de errores médicos, mayor mortalidad de los pacientes y una mayor pérdida de recursos para los hospitales (Salway et al., 2017).

Dada la problemática descrita anteriormente, el MinSalud está interesado en contratar nuevamente sus servicios de consultoría para estudiar la dinámica de una IPS dentro la Red Hospitalaria de Bogotá. De acuerdo con estudios recientes, el MinSalud ha identificado dos procesos críticos en el funcionamiento de los hospitales: las dinámicas internas de la zona de urgencias y la dispensación de medicamentos especializados en la farmacia. Ambos procesos se describen a continuación:

### *Zona de urgencias*

El hospital opera 24 horas al día y recibe pacientes pediátricos y adultos que llegan directamente a la zona de urgencias. La atención de cada uno de los pacientes se describe a continuación.

- **Triage:** todos los pacientes que ingresan al centro de salud por el área de urgencias deben pasar primero por la zona de triage, en donde se realiza una evaluación preliminar de los síntomas del paciente. Luego de esto, los pacientes son clasificados según su gravedad y son dirigidos al servicio correspondiente o remitidos a consulta externa en cuyo caso abandonan el hospital. Algunos pacientes son remitidos a evaluaciones médicas en donde son atendidos por especialistas. Otros pacientes cuyo estado es más delicado son transferidos a observación. Finalmente, los pacientes que se encuentran en una situación crítica son trasladados a cuidado crítico.
- **Evaluación médica:** los pacientes ingresan al área de evaluación después de haber pasado por el triage. En este lugar son revisados de manera más rigurosa por un especialista. Además, se les realizan los exámenes requeridos según su diagnóstico. Luego de esta evaluación el especialista analiza el estado de salud de cada paciente y decide si debe remitir al paciente a consulta externa, en cuyo caso el paciente abandona el hospital, o si debe remitir al paciente a la sala de observación.
- **Observación:** en la zona de observación se encuentran los pacientes que requieren un monitoreo permanente del cuerpo médico, pero no se encuentran en una condición crítica. A esta zona llegan pacientes directamente desde la zona de triage cuyo diagnóstico es delicado; pacientes provenientes de las evaluaciones médicas, quienes después de realizarles los exámenes respectivos deben permanecer bajo cuidado médico para monitorear su estado de salud; y pacientes provenientes del cuidado crítico cuyo estado de salud ha dejado de ser crítico. En algunos casos, los pacientes que se encuentran en observación se recuperan y son dados de alta, por lo que abandonan el hospital. En otros casos presentan complicaciones significativas de su estado de salud y deben ser transferidos al cuidado crítico en donde podrán recibir tratamiento permanente.
- **Cuidado crítico:** en la unidad de cuidado crítico se encuentran los pacientes que presentan un estado de salud crítico. Algunos de estos pacientes no responden de manera positiva a las intervenciones del personal médico y mueren a causa de sus afecciones de salud. Sin embargo, los pacientes que sí presentan mejoría son transferidos al área de observación. Lo anterior se debe a que, al haber presentado un estado de salud crítico, no pueden ser dados de alta directamente y deben continuar bajo observación médica.

A continuación, se representa la situación descrita anteriormente.

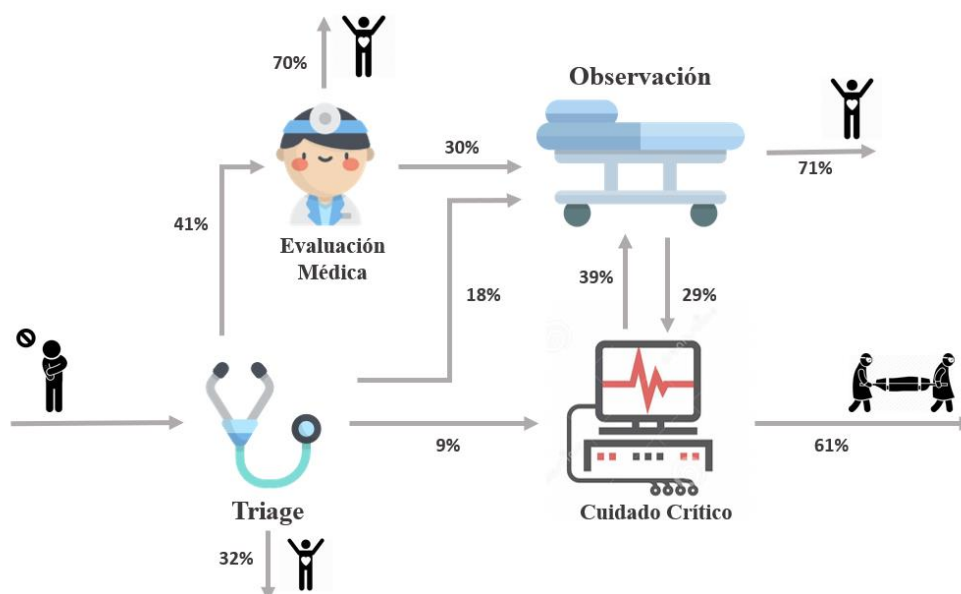


Figura 1. Diagrama de la zona de urgencias

En la Figura 1 se muestran las diferentes unidades del hospital en cuestión y las probabilidades con las que un paciente se traslada entre cada par de unidades. Tenga en cuenta que cuando una persona termina de ser atendida en cualquiera de las unidades del hospital y la unidad a la que debe dirigirse se encuentra en su capacidad máxima, dicho paciente es transferido a otro hospital perteneciente a la red hospitalaria de Bogotá que se encuentre en la capacidad de atenderlo. De esta forma, aquellos pacientes que son trasladados abandonan el hospital.

En la Tabla 2 se presenta el número de recursos y la capacidad de cada unidad. Tenga en cuenta que los recursos en las unidades de triage y evaluación médica corresponden al personal médico disponible para atender a una persona, y en las unidades de observación y cuidado crítico corresponden a las habitaciones disponibles. Por otro lado, la capacidad hace referencia al número máximo de pacientes que puede haber en cada unidad.

Tabla 2 Recursos y capacidad por unidad

Unidad	Recursos	Capacidad
Triage	3	5
Evaluación médica	2	4
Observación	4	4
Cuidado crítico	3	3

En el archivo *DatosUrgencias.xlsx* se encuentra el registro de 1,000 pacientes que llegaron a la zona de urgencias del hospital. En la hoja *Llegadas* se encuentra la fecha y hora de llegada de niños y



adultos al triage. En la hoja de cada unidad se encuentra la fecha y hora de inicio y fin de la atención prestada por el personal médico encargado.

Con base en lo anterior, el MinSalud está interesado en conocer, por un lado, cuánto tiempo permanece un paciente en promedio en la zona de urgencias. Además, resulta imperativo conocer el número promedio de personas que tendrán que ser transferidas a otro hospital perteneciente a la red hospitalaria de Bogotá.

Por otro lado, el MinSalud está interesado en estimar, en el largo plazo, la proporción del tiempo que todos los recursos de la zona de urgencias estarán ocupados, así como la proporción del tiempo que la zona de urgencias estará completamente llena.

Adicionalmente, para el MinSalud es indispensable contar con un análisis de sensibilidad sobre las proporciones de tiempo definidas anteriormente, al variar el número de recursos o la capacidad de alguna unidad de la zona de urgencias. Lo anterior con el objetivo de cuantificar el efecto que estas tienen sobre las proporciones de tiempo mencionadas.

### **Farmacia**

El MinSalud junto con el supervisor de la farmacia están preocupados por la alta cantidad de personas que no tienen acceso a medicamentos de manera inmediata, específicamente a la Insulina Glargina<sup>2</sup> (IG). Este es un medicamento utilizado para tratar los diferentes tipos de Diabetes. Por lo anterior, ambas partes desean analizar las dinámicas de inventariado y dispensación de IG dentro de la misma. La farmacia maneja una política de inventario que consiste en revisar el número de unidades de IG el domingo en la noche, y si este número es menor a 15, se pide a los proveedores el número de unidades necesarias para completar 40. El pedido realizado estará disponible el lunes en la mañana.

Por un lado, cuando el número de unidades de IG en inventario no es suficiente para satisfacer la demanda de la semana, la farmacia puede comprometerse con hasta 20 pacientes en enviarles su medicamento a sus domicilios el siguiente lunes en la mañana. Cuando llegan más órdenes de las que la farmacia puede comprometerse a enviar, el farmacéutico titular accede a la base de datos de la región y remite a los pacientes a otras farmacias que tengan unidades de IG disponibles. Tenga en cuenta que las unidades faltantes son adicionales a las que se debe solicitar a los proveedores en un pedido para alcanzar el nivel máximo de inventario. Por ejemplo, si al final de esta semana la farmacia debe el medicamento a 4 pacientes, el pedido a los proveedores deberá contemplar 40 unidades (que cumplen con los requerimientos de inventario) más las 4 unidades que se deben. En la Tabla 3 se presentan los costos en los que incurre la farmacia asociados al manejo de unidades de IG.

*Tabla 3. Costos política de inventario*

Rubro	Costo (COP/Unidad)
Pedido a proveedores	25,000
Domicilio	5,000

<sup>2</sup>Insulina glargina: <https://www.vademecum.es/principios-activos-insulina+glargina-a10ae04>

Manejo de inventario	7,500
----------------------	-------

Por otro lado, las unidades de IG son muy propensas a dañarse debido a manipulaciones indebidas y a variaciones en el sistema de refrigeración dentro del lugar de almacenamiento. Por lo anterior, en el archivo *DatosInventario.xlsx* se tiene el registro semanal del inventario de este medicamento desde el año 2000. En la hoja *Daños* se encuentra el reporte de unidades dañadas, para cada semana se cuenta con el registro del número inicial de unidades de IG que había en inventario y el número de unidades de IG que debieron desecharse. En la hoja *Demanda* se encuentra el número de unidades de IG demandadas cada semana para la misma franja de tiempo.

Con base en lo anterior, el MinSalud desea saber cuántas semanas pasarán en promedio hasta que se deba hacer un envío a domicilio por primera vez, así como el número promedio de semanas en las que se enviará medicamento a domicilio el próximo año. Lo anterior, sabiendo que al final de la semana actual el inventario de IG estará en su valor máximo.

Por otro lado, el encargado de la farmacia está interesado en hacer una mejor planeación de su política de inventario en largo plazo. Por lo cual quiere estimar el número promedio de personas a las que se les deja de entregar medicamento y a las que se les queda debiendo el mismo semanalmente.

Adicionalmente, el encargado de la farmacia quiere estimar el valor esperado del costo semanal en el largo plazo por la política de inventario, considerando los costos de pedido, domicilio y manejo de unidades de IG.

Finalmente, el MinSalud desea contar con una herramienta desarrollada en Shiny® que le permita visualizar la distribución de las probabilidades en estado estable del número de unidades de IG en inventario y el costo semanal esperado en el largo plazo por la política de inventario (desagregado por categoría). Para esto, la herramienta debe permitir que el usuario modifique el punto de reorden y los parámetros que describen la demanda. Realice gráficos de interés sobre las medidas de desempeño que usted considere pertinentes.



**Nota:** Suponga que un año tiene 52 semanas y que un paciente demanda una unidad de medicamento.

## Referencias

Acueducto de Bogotá (2018). Manual del sistema integrado de gestión, acueducto.com.co. (Dakota del Norte). Recuperado de [https://acueducto.com.co/wps/html/resources/2015ag/MANUAL\\_SISTEMA\\_INTEGRADO\\_GESTION.pdf](https://acueducto.com.co/wps/html/resources/2015ag/MANUAL_SISTEMA_INTEGRADO_GESTION.pdf)

El Tiempo. (17 de Septiembre de 2018). Las filas para citas se acabaron, pero las urgencias siguen llenas. *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/bogota/cual-es-la-situacion-de-las-salas-de-urgencias-de-hospitales-de-bogota-268572>

Salway, R., Valenzuela, R., Shoenberger, J., Mallon, W., & Viccellio, A. (2017). Congestión en el servicio de urgencia: respuestas basadas en evidencias a preguntas frecuentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(2), 220-227. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2017.04.009>