

Modelado y Simulación de un Proceso de Tercerización para la Autorización de Medicamentos y Procedimientos no Incluidos en el Plan Básico de Salud

Luis Guillermo Pardo

17 de marzo de 2020

Resumen

El presente proyecto busca identificar mejoras en términos de cumplimiento de indicadores de oportunidad en los tiempos de procesamiento y utilización de recursos en un proceso de tercerización de servicios de salud utilizando herramientas de simulación. Se trata de una operación de aprobación de solicitudes de medicamentos y procedimientos dispuesta en un esquema de flujo de información donde se articulan personas, sistemas de información, tecnologías cognitivas y reglas de negocio, las cuales se integran generando una red compleja que hace difícil el análisis integral a través de métodos analíticos. Por tal motivo, se implementa un modelo de simulación como una herramienta que permite modelar de forma precisa este proceso, visualizar las variables clave del desempeño y facilita la evaluación de estrategias para aumentar de forma significativa la eficiencia global del sistema.

1. Introducción

Hoy en la era digital, las compañías de todo tipo continúan la búsqueda por incrementar la productividad y generar niveles de satisfacción elevados en sus clientes en un entorno donde en muchos casos, la competencia se destaca por las grandes inversiones en innovación y mejora de sus procesos de negocio. El caso de las compañías de tercerización es aún mas demandante en ese aspecto porque no solo se enfrentan a la feroz competencia de otras compañías del sector, sino también a los grandes proyectos de innovación y mejora continua de los procesos internos de sus propios clientes, los cuales pueden resultar en la generación

de mayores niveles de eficiencia que los que pueden ofrecer los proveedores de tercerización. En el sector salud por ejemplo, el aumento de eficiencia sumado a los estrictos acuerdos de nivel servicio (ANS) se vuelven imperativos, no solo por la criticidad del negocio en sí mismo sino por la crisis que actualmente atraviesa el sector en Colombia.

El elemento del costo en las operaciones de tercerización en muchas compañías de este sector que genera mayor impacto es la mano de obra directa; por lo tanto, la implementación de una acción de mejora que permita transformar un proceso para que reduzca este componente, tendría una implicación directa en el costo total. El costo de mano de obra directa frecuentemente puede ser ajustado en la operaciones de tercerización después de haber pasado por un periodo de estabilización de los procesos, teniendo un entendimiento detallado del alcance, la ingeniería del flujo y parámetros como estándares de productividad, tiempos de ciclo, programación de recursos etc.

En el presente trabajo se realiza un estudio a un proceso operativo de tercerización que se encarga de autorizar o inactivar solicitudes (o actas) de medicamentos y procedimientos que no se encuentran contemplados dentro del Plan Básico de Salud (No PBS), anteriormente conocido como Comité Técnico Científico (CTC). El proceso inicia cuando un médico u odontólogo de una EPS realiza la solicitud de un medicamento o procedimiento No PBS en la plataforma 'Mipres' del Ministerio de Salud. Dicho ente proporciona a cada EPS las credenciales de autenticación en 'Mipres' para descargar diariamente las solicitudes de autorización de medicamentos o procedimientos No PBS de sus afiliados. Este procesamiento es dividido en cinco grupos de auditores que analizan elementos como la historia clínica del paciente, la edad, el diagnóstico, el tratamiento y las recomendaciones del médico que realiza la solicitud. Posteriormente las solicitudes son clasificadas de acuerdo a la pertinencia de estos cinco grupos, los cuales determinan si el acta se debe o no autorizar de acuerdo al análisis de la información contenida en esta misma. El tiempo máximo que transcurre desde que ingresa un acta hasta que finalmente se procesa (o genera) está pactado en función de unos Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS); tanto en calidad como en oportunidad, tal que el 98 % de las actas procesadas deben estar conforme a los atributos de calidad, mientras que el 95 % de las actas deben demorar un tiempo menor o igual a 72 horas en el caso en que no tengan priorización y 12 horas en el caso de tenerla. En este sentido, se trata de cumplir con estas especificaciones al menor costo y con la mayor eficiencia y efectividad posible. Para lograr este objetivo, se plantea una estrategia de reducción de costos de mano de obra directa en los procesos de generación de actas 'Mipres' usando un modelo de simulación de todo el proceso integral de autorización.

2. Justificación

El proceso de tercerización de ‘Mipres’ de la EPS que es objeto de estudio en el presente proyecto, es realizado por un equipo de trabajo compuesto por un líder de contrato de operación, cuatro químicos farmacéuticos, un odontólogo, veinte auxiliares de operación y un asistente virtual basado en la tecnología RPA (*Robotic Process Automation*) y *Machine Learning* que permite ejecutar una serie de tareas automáticas basadas en reglas de negocio. Estos recursos están distribuidos en un flujo de varias etapas que debe tener una capacidad de producción que permita cumplir con los ANS de procesamiento en el tiempo que la compañía de tercerización tiene pactado con la EPS. Debido a la complejidad del flujo, la frecuencia de llegadas de las actas al proceso, la programación de turnos del personal que debe realizarse y los estrictos acuerdos de servicio que se tienen, se dificulta determinar la capacidad requerida de forma adecuada utilizando plantillas de Excel que realizan dimensionamientos de personal (*staffing*) con métodos analíticos. Adicionalmente, la evaluación del ANS de oportunidad (el 95% de las solicitudes deben ser procesadas en menos 12 horas o 72 horas según la prioridad) no puede ser evaluado fácilmente, lo cual obliga a realizar métodos de prueba y error, generando sobrecostos e insatisfacción en el cliente. Debido a estas razones, modelar el proceso a través de una simulación de eventos discretos permitiría dimensionar de forma efectiva el proceso a un costo más bajo y en menor tiempo, dado que esta herramienta es una de las más importantes y versátiles que están disponibles para la resolución de este tipo de problemas. [6].

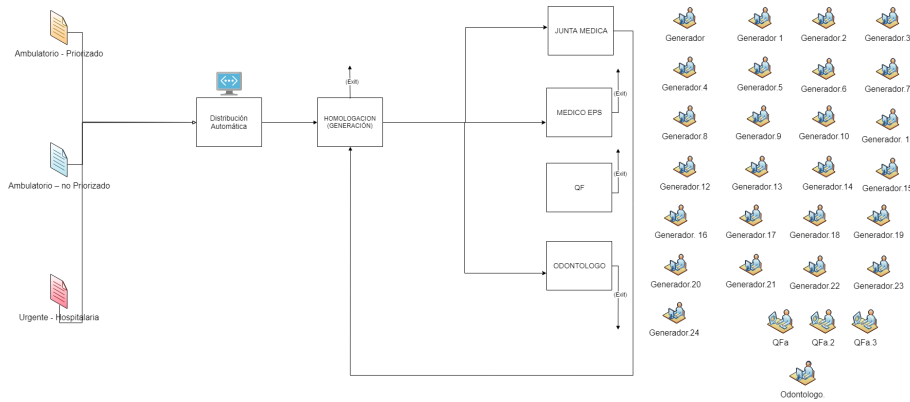


Figura 1: Diagrama de Flujo CTC

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de simulación que permita determinar la cantidad adecuada de recursos humanos (FTEs)¹ para atender el nivel de demanda de actas ‘Mipres’ que ingresan a un proceso de auditoría y validación de solicitudes de medicamentos y procedimientos No PBS.

3.2. Objetivos Específicos

1. Estimar la distribución de probabilidad de las llegadas de actas ‘Mipres’ al proceso para conocer su demanda en las diferentes horas del día.
2. Determinar los tiempos de proceso totales de toda la operación.
3. Evaluar el cumplimiento del acuerdo de nivel de servicio (ANS) para las actas ‘Mipres’ en función de la urgencia y o prioridad de cada tipo.
4. Determinar el nivel de ocupación de los FTEs en las estaciones de *Gestión Manual por “Auxiliar”*.
5. Determinar la cantidad de FTEs adecuada para el cumplimiento del ANS a menor costo que el actual.

4. Antecedentes

Los modelos de simulación se han vuelto una práctica estandarizada en diversas clases de organizaciones a nivel mundial [1], siendo los problemas relacionados con planificación de recursos (*staffing*) a través de modelos de simulación en tiempo discreto, objeto de estudio tanto en compañías de manufactura como en compañías de servicios. En ese estudio se resalta el hecho que debido a la alta complejidad de las interacciones entre elementos de operaciones, tecnologías, información, flujos, procedimientos etc., dentro de los procesos de negocio, no es posible estudiar cada uno de estos de manera aislada, sino que deben ser entendidos como sistemas socio-técnicos en el que intervienen personas, subsistemas técnicos y sus interrelaciones. En este sentido, en 2010 se publicó un trabajo en el cual se usó información proveniente de un BPMS (*Business Process Management Software*) para predecir el comportamiento del proceso en términos de carga de trabajo, cumplimiento de ANS, utilización de recursos, disponibilidad, y otras variables clave de un proceso de BPO basado basado en simulación

¹Full time equivalent

Monte-Carlo [2]. Otro trabajo relevante usando técnicas de Simulación propone una metodología basada en la implementación de algoritmos heurísticos en conjunto con técnicas de simulación para determinar la cantidad mínima de recursos que pueden ser asignados para atender la demanda [3]. Una investigación que presenta un modelo de simulación como herramienta para determinar el estado en que se encuentra un proceso de servicios, fue el realizado en la división de emergencia de Special Health Care en Central Hospital of Jyvaskyla en Finlandia, en el cual se pudo probar diferentes escenarios de proceso, asignar recursos y realizar análisis de costos basados en actividades [4]. En 2015 se realizó en Colombia un estudio en una empresa de tercerización, en el se presenta el diseño e implementación de un modelo de simulación para la evaluación de las estrategias de mejoramiento en una compañía del sector de servicios BPO, en función de los estándares de la compañía con el objetivo de lograr el correcto dimensionamiento del sistema, a través de la normalización y distribución de los recursos [5].

El presente trabajo persigue dimensionar de forma eficiente y efectiva los recursos y flujos del proceso de BPO de ‘Mipres’ para la autorización de medicamentos y tecnologías no incluidas en el Plan Básico de Salud (No PBS), teniendo demanda estocástica y especificando los acuerdos de niveles de servicio (ANS) pactados con el cliente. Lo anterior basado en un modelo de simulación para evaluar el desempeño del proceso actual del sistema y posteriormente proponer un modelo mejorado en términos de utilización de recursos y cumplimiento de la promesa de valor.

5. Métodos

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación, se definió diseñar un modelo de simulación de la situación actual del proceso *As is* incluyendo los elementos más importantes que intervienen en el desempeño de este de principio a fin, es decir los sistemas de información y tecnologías que intervienen, recursos humanos, reglas de flujo del proceso, disponibilidad de los recursos y comportamiento de la demanda histórica. Esta simulación se diseñará y ejecutará en el software provisto por la compañía (Process Simulator de Promodel) que corre sobre el software Microsoft Visio. Una vez se obtengan las estadísticas adecuadas, se procede a realizar su respectivo análisis, el cual servirá como punto de partida para diseñar un modelo propuesto *To be* que pueda llevar al aumento de los niveles de eficiencia del proceso y por ende disminución del costo de mano de obra directa. Para esta simulación del proceso futuro se tendrán en cuenta los elementos de tecnología, reglas de flujo, disponibilidad y comportamiento de la demanda que se usaron en el modelo *As is*.

5.1. Modelamiento del Proceso *As is*

De forma general, el objetivo de esta operación de negocio es procesar (autorizar o inactivar) las actas o también llamadas solicitudes No PBS radicadas directamente por el médico de la EPS, de modo que el profesional presente las autorizaciones de medicamentos y procedimientos (o tecnologías) que no se encuentran dentro del Plan de Beneficios de Salud, toda vez que necesitan estar debidamente validadas por la EPS. Cada solicitud puede tener un número determinado de prescripciones a procesar y estas prescripciones serán la unidad de análisis que se estudia en el modelo de simulación. Para determinar cuantas prescripciones tiene una solicitud y como se distribuye, se analizaron datos históricos extraídos del negocio. La Figura 2 presenta este resultado.

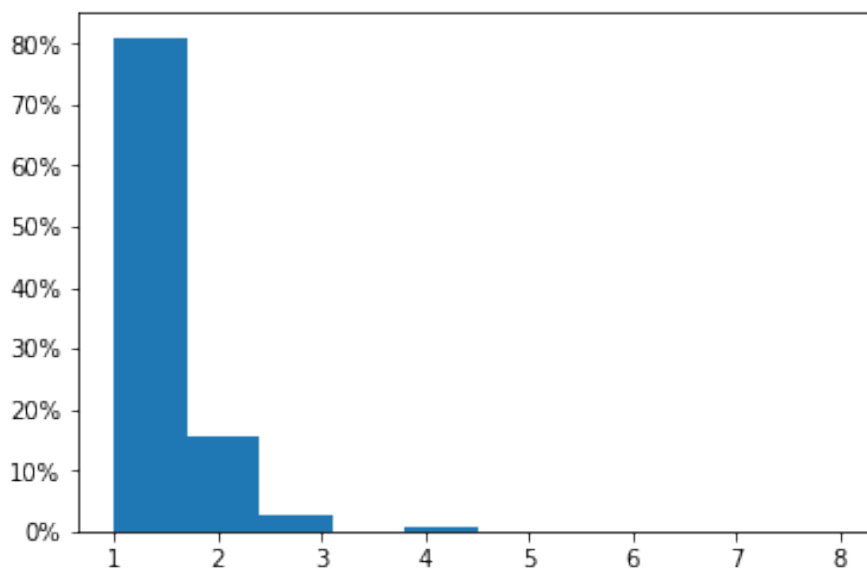


Figura 2: Distribución de la cantidad de prescripciones por solicitud

Luego de procesar esta información se tiene que el 81 % de las solicitudes solo tiene una prescripción, el 15 % tienen 2 prescripciones, el 3 % tiene 3 prescripciones y solo el 1 % tiene 4 prescripciones.

El proceso se inicia desde que el asistente RPA (*Robotic Process Automation*) se ejecuta de forma automática ingresando a la nube 'Mipres' del Ministerio de Salud en un intervalo de tres horas entre las 5 AM y las 11 PM de forma determinística. Cabe anotar que se cuenta con los tiempos de ejecución de estos asistentes. En esta nube se encuentran alojadas todas las actas de solicitudes de medicamentos No PBS de todas las EPS del país pendientes por procesar. El asistente filtra los asignados a la EPS, los descarga y realiza un proceso de

asignación a seis grupos, el primer grupo son los químicos farmacéuticos, los cuales son encargados no solo de gestionar un porcentaje pequeño de las actas que ingresan y cuya complejidad amerita que este grupo de seis (6) profesionales realicen un análisis más profundo de las moléculas que intervienen en los medicamentos solicitados. El segundo grupo es denominado la junta médica, el cual es conformado por un grupo de personas de la EPS que se encarga de realizar análisis de algunas actas que requieren un nivel de aprobación más detallado debido a su alto costo. Las personas que integran la junta médica no hacen parte del proceso operativo de interés y se encuentran por fuera de las instalaciones, por ende no entran dentro del análisis del presente estudio. El tercer grupo corresponde a un profesional en odontología, el cual procesa las actas que tienen relación con la salud oral. En este caso tampoco entra en el análisis porque solo se trata de un recurso aislado. El cuarto grupo llamado MG o médico gestor, es un equipo de dos profesionales en salud que se encargan de gestionar inconsistencias y también se encuentran fuera del grupo de interés. El quinto grupo corresponde al asistente de Inteligencia Artificial, que a través de un modelo de *Machine Learning* que tiene como base de conocimiento las actas autorizadas e inactivas de los últimos doce meses puede encontrar patrones en dichos datos para predecir si un acta se debe autorizar o inactivar en función de características como la edad del paciente, el diagnóstico, el tratamiento etc. El sexto y último grupo que es donde se concentra la mayor cantidad de FTEs es el grupo de auxiliares de operaciones conformado por 20 personas, los cuales realizan el análisis a todas las actas que no pudieron ser procesadas por la inteligencia artificial o que se les fueron asignadas directamente por el asistente de distribución en el flujo. En la Figura 3 se puede apreciar que el 50 % de todas las actas que ingresan son asignadas al asistente de IA que se encuentra en la nube de AWS² (AWS IA) y el 50 % restante es asignado a los cinco grupos de acuerdo a la Tabla 1.

Cada uno de estos grupos se encarga de generar, es decir, procesar las actas (solicitudes) de acuerdo al análisis y reglas de negocio de cada grupo, con el objetivo de evaluar la información presentada para obtener una respuesta de autorizar o inactivar las solicitudes de acuerdo al estudio individual que se realice de cada una. Este proceso conduce entonces a una respuesta binaria que se traduce en la autorización o inactivación del medicamento o procedimiento solicitado. El grupo de auxiliares de operación (estación “Auxiliar”) realiza la generación de forma manual, cuenta con unos estándares de productividad y están distribuidos en unos horarios establecidos de modo que se garantice que la operación funciona 24 horas al día de lunes a sábado. El objetivo de este estudio es determinar el *staffing* adecuado en esta estación, así como las métricas necesarias para evaluar el desempeño general del proceso.

De acuerdo con lo anterior, se construye el modelo con todos los flujos y recursos asociados como se muestra en la Figura 3. También se modelan tres

²Amazon Web Services

ENTIDADES	COOPERADOR	% del Volumen
Ambulatorio-priorizado	JUNTA MEDICA	9.5 %
Ambulatorio-priorizado	MEDICO EPS	0.9 %
Ambulatorio-priorizado	QF	13.8 %
Ambulatorio-priorizado	ODONTOLOGO	0.1 %
Ambulatorio-priorizado	AUXILIAR	75.7 %
Ambulatorio-no priorizado	JUNTA MEDICA	4.8 %
Ambulatorio-no priorizado	MEDICO EPS	0.3 %
Ambulatorio-no priorizado	QF	5.3 %
Ambulatorio-no priorizado	ODONTOLOGO	0.9 %
Ambulatorio-no priorizado	AUXILIAR	88.7 %
Urgentes y Hospitalarias	JUNTA MEDICA	2.7 %
Urgentes y Hospitalarias	MEDICO EPS	1.0 %
Urgentes y Hospitalarias	QF	12.2 %
Urgentes y Hospitalarias	ODONTOLOGO	0.0 %
Urgentes y Hospitalarias	AUXILIAR	84.1 %

Tabla 1: ANSs por entidad y recurso para lo no procesado por el flujo automatizado

tipos de entidades que se asocian a los diferentes ANS, ambulatorio prioritario (AP), ambulatorio no prioritario (ANP) Y urgente-hospitalaria (UH). Las actas ANP tienen un ANS de 72 horas, mientras que las actas AP y UH tienen un ANS de 12 horas. Estos datos serán importantes para evaluar el desempeño del modelo tanto en el *As is* como en el *To be*.

De igual forma se modelan los recursos tanto en cantidad de ellos en las estaciones de químicos farmacéuticos como las de “Auxiliar”

5.2. Llegadas de Entidades al Sistema

El marco de referencia del sistema que se analiza en el presente proyecto inicia desde que llegan las solicitudes al sistema de información ‘Mipres’ (de propiedad del Ministerio de Salud) hasta su finalización después que se evalúan todas las prescripciones de esa solicitud. Al llegar las solicitudes a ‘Mipres’ se forma una cola de llegadas, la cual es importante tener en cuenta para poder generar un modelo ajustado a la realidad. Los sistemas de información del proceso deben realizar la respectiva consulta a ‘Mipres’ cada determinado tiempo para dar inicio al procesamiento de la prescripción.

Determinar si las distribuciones de probabilidad de las llegadas de solicitudes de las tres entidades al sistema se comportan como un proceso Poisson es el punto de partida para modelar todo el sistema. Para estimar estas distribuciones se utiliza un histórico de llegadas de cada entidad en el último año en el que

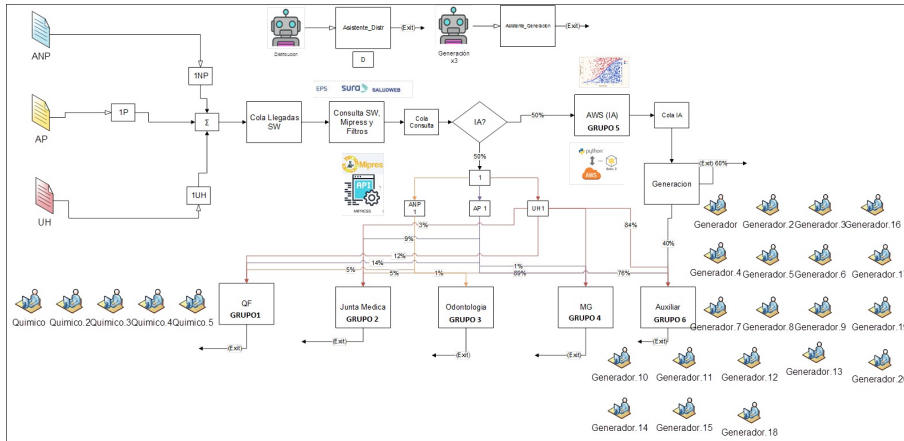


Figura 3: Esquema del proceso actual *As is*

se tiene la fecha y hora de llegada de cada acta y su tipo de entidad. Por la naturaleza del proceso es de vital importancia contar con la demanda por día de la semana y por horas, adicionalmente esto facilita el análisis de los horarios en que se encuentran distribuidos los FTEs. Dado el gran volumen de datos y la dificultad de tratarlos por día y por hora se decide desarrollar un algoritmo que permita identificar si la demanda en cada día de lunes a sábado y en cada una de las 24 horas del día se comporta como un proceso Poisson. Para realizar este estudio se utilizará la prueba Kolmogorov Smirnov (*KS*) cuyo valor *P* permitirá determinar si hay evidencia estadística en la muestra que permita inferir que el tiempo entre llegadas tiene un comportamiento exponencial. El algoritmo mostrará como resultado una tabla con el día de la semana, la hora del día, el valor de λ o parámetro de la distribución exponencial que mejor se ajusta el tiempo medio entre llegadas de esa franja día-hora y el valor *P* de la prueba Kolmogorov Smirnov. Este resultado se muestra en la Figura 4.

De igual forma se obtienen 144 histogramas cada uno correspondiente a la distribución de tiempo entre llegadas de seis días y 24 horas cada día y una matriz con los resultados de los valores *P* de la prueba *KS* de cada franja día hora como se muestran en las Figura 5 para el Jueves a las 20 horas.

Para determinar si hay correlación entre algunas de las columnas de las matriz obtenida por el algoritmo se realiza un gráfico de dispersión y se obtiene el resultado que se muestra en la Figura 6 y un mapa de calor en la Figura 7.

Out[7]:

	Dia-Hora	Desplazamiento	Lambda	Valor-P
0	Lunes0	0.0215249	0.547295	0.334533
6	Lunes6	0.033333	2.63311	0.0252863
7	Lunes7	0.0166667	0.608762	0.0960206
8	Lunes8	0.0166666	0.439991	0.350763
9	Lunes9	0.0166667	0.417233	0.209083
10	Lunes10	0.0166666	0.462743	0.00193868
11	Lunes11	0.00189432	0.396806	0.262975
12	Lunes12	0.0166666	0.561387	0.294921
13	Lunes13	0.0166667	0.486053	0.388794
14	Lunes14	0.0133642	0.381235	0.387301
15	Lunes15	0.0166667	0.391242	0.0475732
16	Lunes16	0.0166662	0.559577	0.000521672
17	Lunes17	0.0166667	0.725248	0.0405217
18	Lunes18	0.00678265	1.04738	0.159394
19	Lunes19	0.0166666	1.92806	0.687113
20	Lunes20	0.0499995	4.33926	0.348072
21	Lunes21	0.183333	2.39765	0.895737
22	Lunes22	3.13333	5.46408	0.995845
23	Lunes23	0.161239	3.61088	0.926415
24	Martes0	0.00893836	2.87517	2.99216e-06
27	Martes3	13.6333	15.3917	0.5
29	Martes5	5.95	11.1166	0.222792
30	Martes6	0.0166667	1.83075	0.509484
31	Martes7	0.0166667	0.462614	0.469312
32	Martes8	0.0126537	0.416891	0.159273

Figura 4: Muestra de Matriz de Resultados ANP

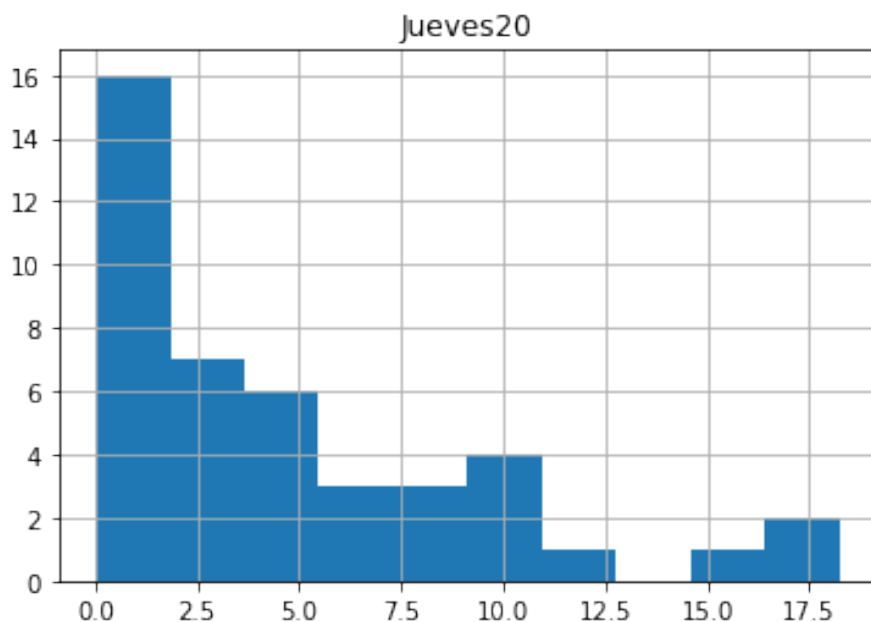


Figura 5: Distribución de dato de Jueves a las 20 horas

5.3. Recursos

Este modelo considerará todos los recursos tanto humanos como tecnológicos y sus interacciones, no obstante, se concentrará el análisis en el sexto grupo en donde se encuentran 20 FTEs atendiendo todas la entidades que por regla de negocio deben ser procesadas en esta estación. Estos recursos se encuentran distribuidos en dos turnos de trabajo, trece (13) en el turno de 6 AM a 2 PM y 7 recursos asignados en el turno 2:00 PM a 10 AM.

Un estudio realizado por la compañía con anterioridad mostró los estándares de productividad asignados a estos recursos. En este se concluyó que no hay diferencia significativa entre los tiempos de procesamiento en las tres entidades y cuyo tiempo definido por la organización es de 2 minutos por acta. Adicionalmente el estudio mostró que la capacidad del proceso debe incluir un 10 % de no disponibilidad de los recursos debido principalmente a reuniones de respuesta rápida, ausentismos, capacitación entre otros factores. De acuerdo a lo anterior se modela con un 90 % de disponibilidad del recurso. Tomando los datos de este estudio, y con apoyo de una rutina que se desarrolló para este efecto, se determinó que el tiempo de procesamiento de cada acta tiene una distribución Lognormal con media 2.37 minutos y desviación 0,5 minutos como se puede apreciar en la figura 8.

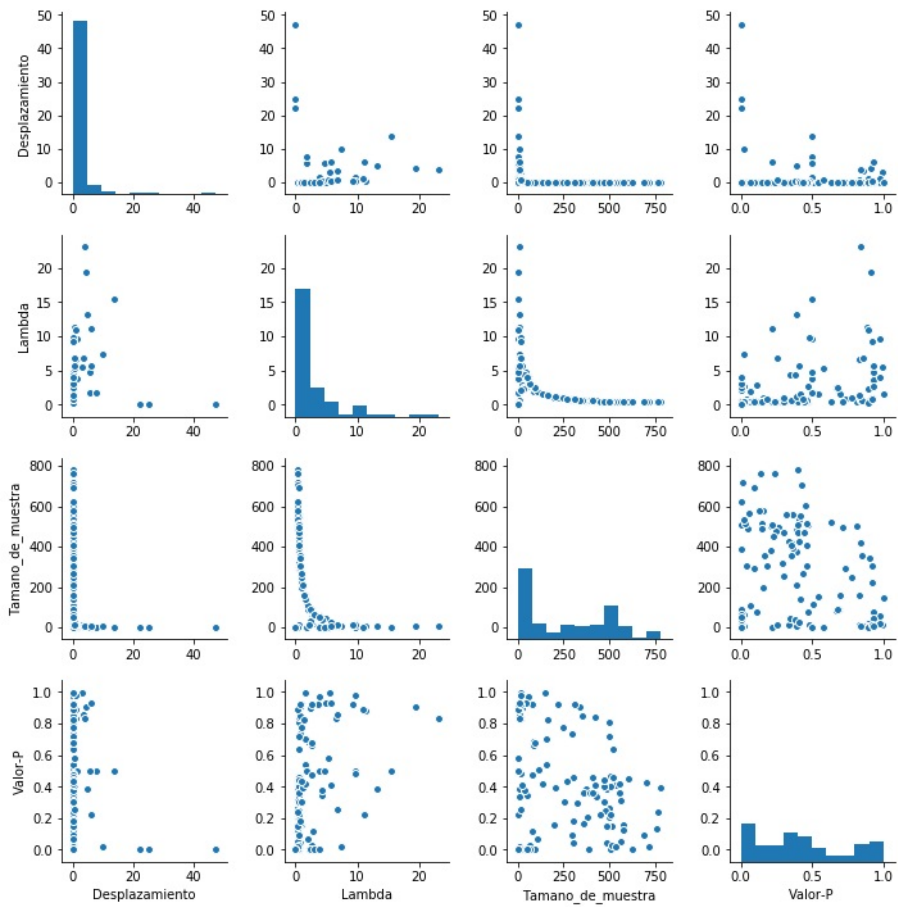


Figura 6: Correlación entre columnas de Matriz de Resultados ANP

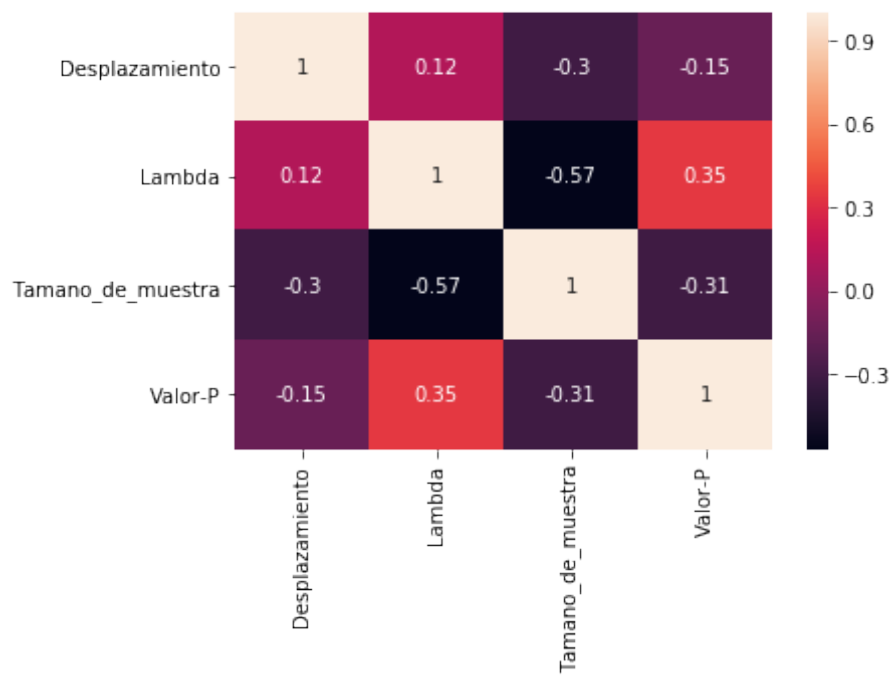


Figura 7: Correlación con mapa de calor entre columnas de Matriz de Resultados ANP

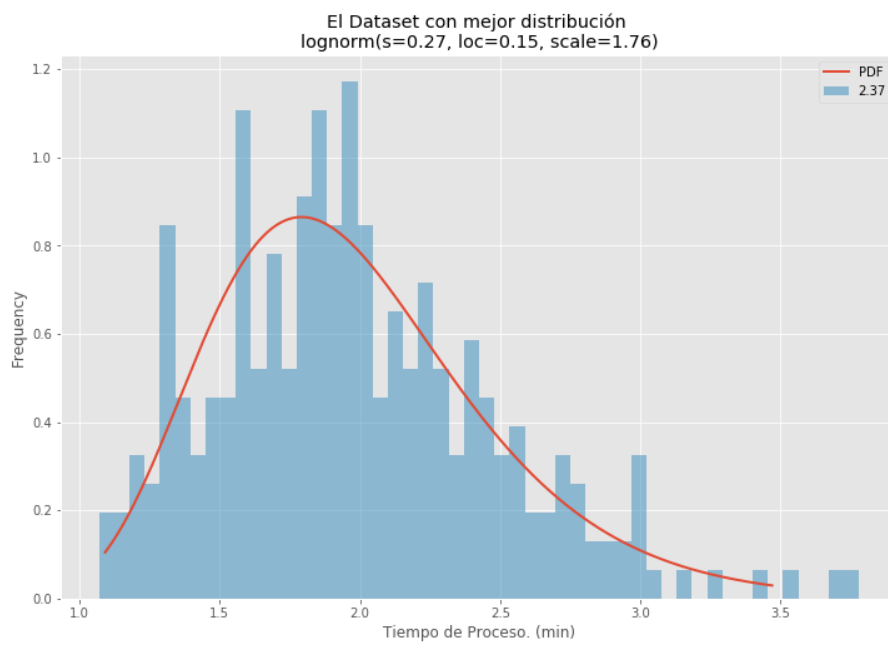


Figura 8: Distribución de probabilidad para tiempos de procesamiento en la estación “Auxiliar”.

Los recursos correspondientes a químicos farmacéuticos interactuarán en el modelo mas no entrarán en análisis de capacidad debido a que realizan actividades administrativas que no se encuentran acotados en el alcance de este estudio.

6. Resultados

6.1. Estado Actual *As is*

Para obtener un resultado confiable para el negocio, es decir, que la estimación que arroje el modelo en la variable más crítica (en este caso el ANS) no varíe más del 3%, es importante estimar la cantidad de corridas necesarias para garantizar que dicha variación no supere esta magnitud. Para esto se utiliza el modelo matemático de tamaño de muestra que se presenta en la ecuación (1)

$$n = \frac{(\sigma Z_{\alpha/2})^2}{\epsilon^2} \quad (1)$$

En este caso el número de corridas representaría el tamaño de muestra n y este a su vez, es función de la desviación estándar σ y del error máximo permitido ϵ .

La organización cuenta con la estadística del comportamiento de los ANS por entidad (ANP, AP y UH) desde enero de 2019 hasta julio de 2019. Se tienen cifras anteriores, sin embargo, el proceso estuvo en estabilización antes de enero de 2019, dada la implementación de los sistemas que se integraron para generar eficiencias operacionales. Estos datos se muestran en la Tabla 2 con el cálculo de sus respectivas desviaciones estándar.

Mes	ANP	AP	UH
ene-19	98 %	85 %	85 %
feb-19	99 %	81 %	86 %
mar-19	99 %	86 %	82 %
abr-19	100 %	82 %	82 %
may-19	98 %	88 %	86 %
jun-19	99 %	85 %	83 %
jul-19	100 %	85 %	86 %
Desv Estándar	0.00755929	0.02368011	0.01702219

Tabla 2: Histórico de cumplimiento de ANS por entidad y desviación estándar

Si se escoge la entidad de mayor variación, es decir $\sigma = 0.024$ para la entidad

ambulatorio priorizado (AP), se toma un error de estimación del 2 % con un nivel de confianza del 95 % y aplicamos la ecuación (1) obtenemos que debemos correr el modelo con cinco replicaciones.

6.1.1. Resultados de la Simulación *As is*

Luego de correr el modelo con una duración de cuatro semanas y con cinco replicaciones obtenemos los resultados estadísticos de desempeño a través de tres métricas clave para el proceso que son importantes para el cumplimiento de los objetivos planteados, los cuales son:

1. Volumen procesado por entidad.
2. Cumplimiento de ANS por entidad
3. Utilización del recurso en la estación “Auxiliar”.

Los volúmenes procesados en el modelo durante un período de simulación de 4 semanas en conjunto con los resultados de ANS se muestran en la Figura 9. En las Figuras 10, 11 Y 12 se muestra el cumplimiento ANS para las entidades ANP, AP y UH respectivamente.

La entidad ANP exhibe un comportamiento estable del ANS manteniéndose en una media cercana al 100 % y sin variación significativa. Esto se debe a que a pesar de que esta entidad posee el mayor volumen, el tiempo pactado en el acuerdo de servicio es bastante extenso (72 horas), generando una holgura muy amplia en el proceso. Por su parte las entidades AP y UH solo cuentan con la sexta parte del ANP es decir 12 horas, lo cual hace que el cumplimiento vaya decreciendo en función del tiempo hasta finalizar en una media del orden del 85 % debido al cuello de botella que se genera principalmente en la estación “Auxiliar”. En las Figuras 10 y 11 se evidencia el límite superior en color amarillo, el límite inferior en color verde y el valor promedio en color azul. Al contrastar este resultado con la Tabla 1 se deduce que es coherente con la realidad del proceso a nivel de ANS, lo cual permite validar el modelo. Adicional se observa una variación no mayor a dos puntos porcentuales a un nivel de confianza del 95 % (en el resultado de cumplimiento de ANS para todas las entidades, lo que satisface el requerimiento de la organización. Parte de la poca variación que existe es que más del 70 % del proceso se encuentra automatizado con tecnologías RPA y *Machine Learning*.

La Figura 13 muestra el porcentaje de utilización de los recursos que intervienen en el proceso. En esta se observa que a pesar de que no hay un cumplimiento satisfactorio en las entidades AP y UH existe una utilización de los recursos del orden del 50 % y 75 % para los generadores (en la estación “Auxiliar”), lo que

Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Avg	PrescripcionesANP	67.424,60	0,57	0,00	67.424,60	67.424,60	34.035,48
95% C.I. Low	PrescripcionesANP	67.357,87	0,57	0,00	67.357,87	67.357,87	33.917,83
95% C.I. High	PrescripcionesANP	67.491,33	0,57	0,00	67.491,33	67.491,33	34.153,13
Avg	PrescripcionesAP	14.207,20	2,69	0,00	14.207,20	14.207,20	7.177,80
95% C.I. Low	PrescripcionesAP	14.013,94	2,66	0,00	14.013,94	14.013,94	7.078,50
95% C.I. High	PrescripcionesAP	14.400,46	2,73	0,00	14.400,46	14.400,46	7.277,09
Avg	PrescripcionesUH	9.933,60	3,85	0,00	9.933,60	9.933,60	5.020,80
95% C.I. Low	PrescripcionesUH	9.800,39	3,80	0,00	9.800,39	9.800,39	4.947,96
95% C.I. High	PrescripcionesUH	10.066,81	3,91	0,00	10.066,81	10.066,81	5.093,64
Avg	PrescripcionesTOTALES	100.698,60	0,38	0,00	91.565,40	91.565,40	46.234,08
95% C.I. Low	PrescripcionesTOTALES	100.379,51	0,38	0,00	91.344,06	91.344,06	46.088,79
95% C.I. High	PrescripcionesTOTALES	101.017,69	0,38	0,00	91.786,74	91.786,74	46.379,36
Avg	ProclA	30.106,40	1,26	0,00	30.106,40	30.106,40	15.225,09
95% C.I. Low	ProclA	29.952,95	1,26	0,00	29.952,95	29.952,95	15.168,12
95% C.I. High	ProclA	30.259,85	1,27	0,00	30.259,85	30.259,85	15.282,06

(a) Volúmenes procesados por entidad y procesamiento del asistente de inteligencia artificial.

Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Avg	ProcAux	63.139,20	0,60	0,00	63.139,20	63.139,20	31.338,60
95% C.I. Low	ProcAux	62.947,24	0,60	0,00	62.947,24	62.947,24	31.225,29
95% C.I. High	ProcAux	63.331,16	0,61	0,00	63.331,16	63.331,16	31.451,91
Avg	PrcQF	3.600,40	10,58	0,00	3.600,40	3.600,40	1.807,02
95% C.I. Low	PrcQF	3.496,66	10,28	0,00	3.496,66	3.496,66	1.753,02
95% C.I. High	PrcQF	3.704,14	10,89	0,00	3.704,14	3.704,14	1.861,03
Avg	ADS ANP	71.499,20	0,53	0,00	1,00	1,00	0,99
95% C.I. Low	ADS ANP	71.354,63	0,53	0,00	1,00	1,00	0,99
95% C.I. High	ADS ANP	71.643,77	0,53	0,00	1,00	1,00	0,99
Avg	ADS AP	14.718,60	2,59	0,00	1,00	0,86	0,87
95% C.I. Low	ADS AP	14.529,45	2,56	0,00	1,00	0,84	0,85
95% C.I. High	ADS AP	14.907,75	2,63	0,00	1,00	0,88	0,89
Avg	ADS UH	10.628,20	3,59	0,00	1,00	0,87	0,89
95% C.I. Low	ADS UH	10.484,31	3,54	0,00	1,00	0,85	0,88
95% C.I. High	ADS UH	10.772,09	3,64	0,00	1,00	0,89	0,90

(b) Volúmenes procesados por la estación “Auxiliar“ y cumplimiento de ANS por entidad.

Figura 9: Resumen de estadísticas del modelo *As is*.

se traduce en un proceso ineficiente e inefectivo a la hora de cumplir con la promesa de valor.

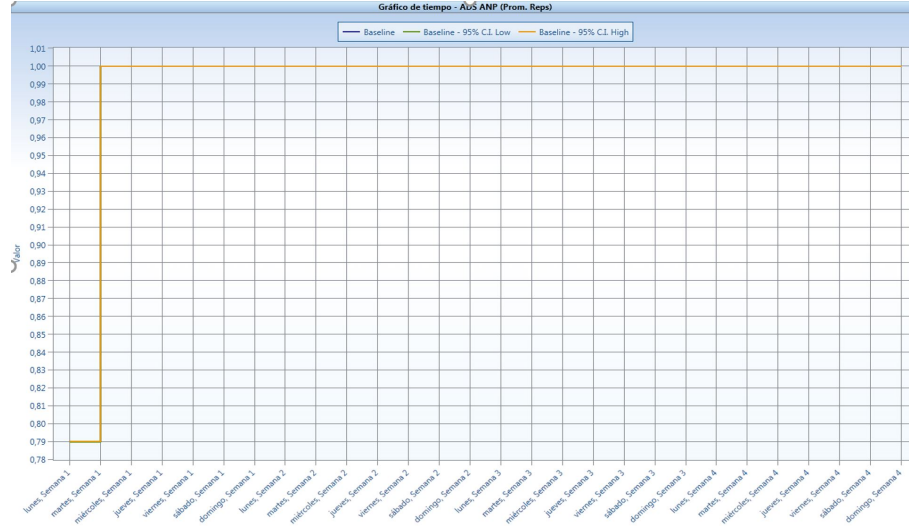


Figura 10: Desempeño del cumplimiento de ANS para la entidad ANP durante cuatro semanas a un nivel de confianza del 95 %

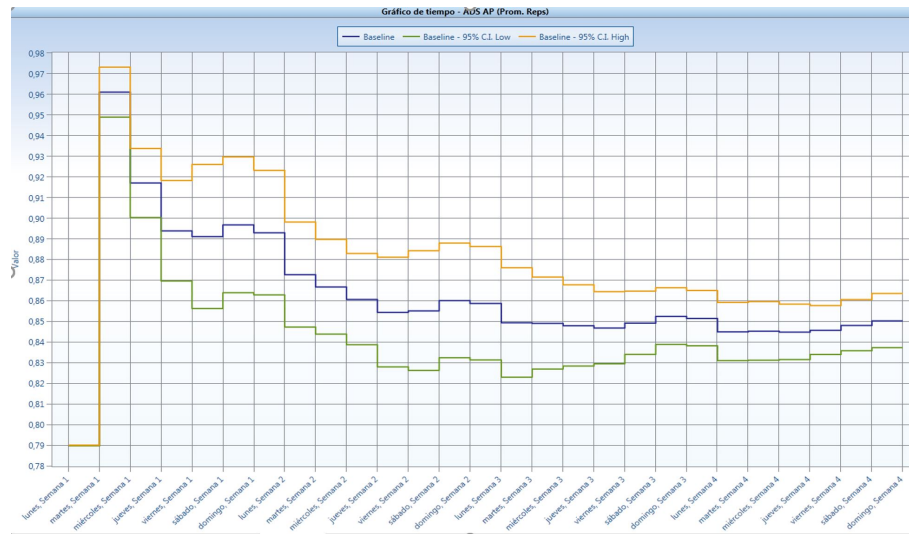


Figura 11: Desempeño del cumplimiento de ANS para la entidad AP durante cuatro semanas a un nivel de confianza del 95 %

6.2. Resultados de la Simulación *To be*

Luego de realizar el análisis del estado actual del proceso *As is*, es importante que el diseño del modelo propuesto *To be* satisfaga dos objetivos importantes, el primero es conseguir el cumplimiento de ANS en por lo menos un 95 % aumentando el *throughput* del proceso en todas sus entidades, parámetro que es de facto la promesa de valor contractualmente pactada. El segundo objetivo es aumentar la utilización de los recursos para aumentar la eficiencia del proceso y cumplir la promesa de valor a menor costo. Para conseguir estos objetivos se propone crear dos células de trabajo independientes, una que atiende de forma prioritaria las entidades (o actas a nivel de negocio) prioritarias con ANS de 12 horas, es decir ambulatorio priorizado (AP) y urgente Hospitalaria (UH) y otra célula que procese las actas no priorizadas con ANS de 72 horas, es decir la entidad ambulatorio no priorizado (ANP). En la Figura 14 se muestra este esquema.

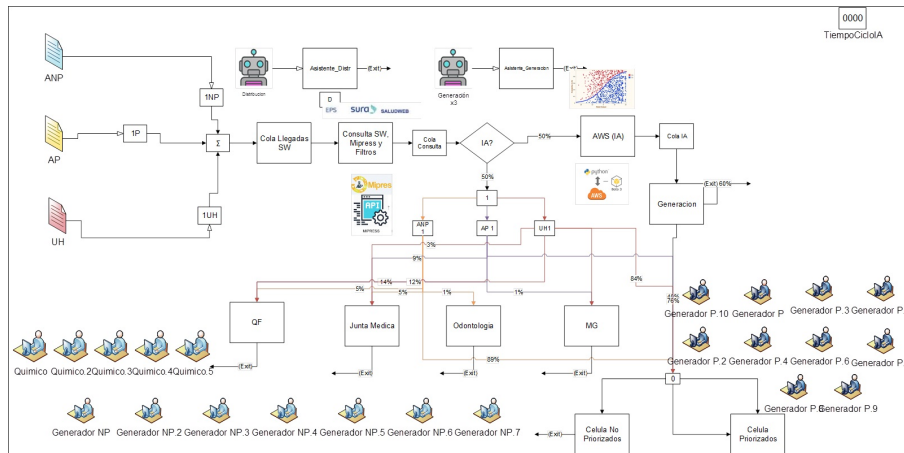


Figura 14: Esquema del flujo propuesto con dos células para la estación “Auxiliar”

Las condiciones iniciales del modelo se generan teniendo once auxiliares en la estación priorizada y nueve auxiliares en la estación no priorizada, estas posteriormente se irán simulando cada vez con menos recursos hasta alcanzar un estado de estabilidad operacional, es decir que se cumpla en ANS por lo menos en un 95 % y que tenga una utilización efectiva del recurso mayor al 70 % para garantizar un buen desempeño en el proceso en términos de costo. Dado lo anterior, se realizan cinco corridas para observar el desempeño de la célula de priorizados y se evalúan tres variables del resultado, el ANS, la cantidad de recursos de la estación “Auxiliar” el porcentaje de utilización del recurso. Los resultados se tabulan y se grafican obteniendo el resultado de la Figura 15.

De la Figura 15 se concluye que el escenario que cumple las condiciones de

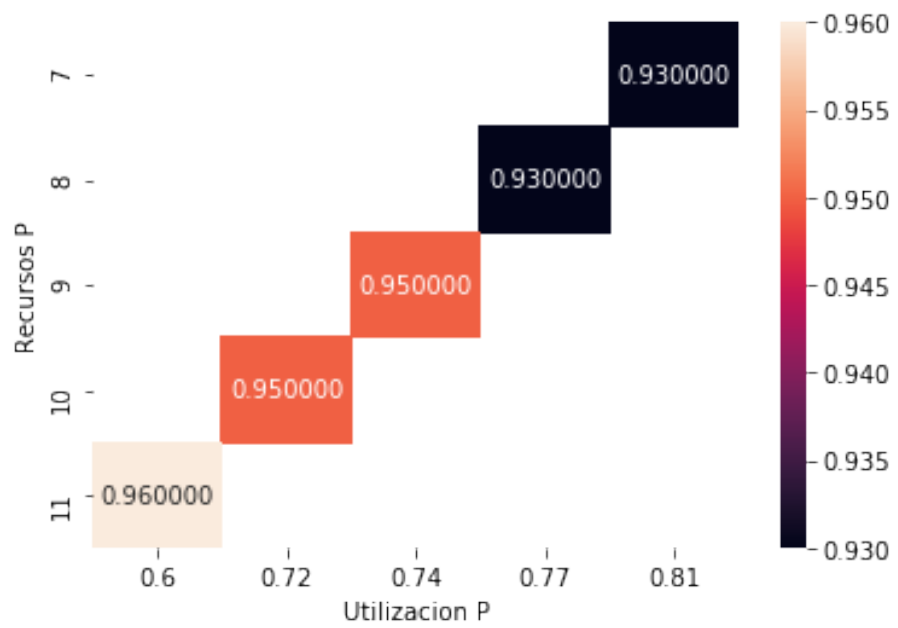


Figura 15: Relación entre recursos, utilización y ANS de la célula de priorizados en la estación “Auxiliar”

cumplimiento de ANS y eficiencia es el que se realiza con 10 recursos (FTEs) en la célula de priorizados, que generan una utilización efectiva del 72 % y un cumplimiento de ANS mayor al 95 %.

En la Figura 16 se muestran los resultados estadísticos del desempeño del proceso con el nuevo esquema. Al comparar, se observa que la estación Auxiliar procesó un promedio de 30106 en el flujo inicial con 20 recursos, contra 29941 con 17 recursos en el flujo propuesto, es decir solo una disminución del 0.5 % en volumen de procesamiento al disminuir 3 personas, pero obteniendo un 15 % menos de FTEs.

El nuevo gráfico de utilización que genera la herramienta se puede observar en la Figura 17. En este gráfico se muestra un aumento del orden de veinte puntos porcentuales en la utilización de algunos recursos, llegando al orden del 70 %, permitiendo reducir la cantidad de FTEs generando un impacto positivo el costo del proceso. En cuanto al cumplimiento de ANS se observa un incremento porcentual del cumplimiento para las entidades ambulatorio priorizado (AP) y urgente-hospitalaria (UH). En estas dos entidades hay un comportamiento escalonado que tiende a bajar el indicador al inicio de cada semana debido a la cola que se forma principalmente los domingos, día en el que llega volumen pero no hay procesamiento. La compañía puede optar por asignar un recurso el día domingo aunque no es política de la misma. No obstante, en ambos casos se cumple el ANS de 95 % pactado.

Para poder implementar este modelo propuesto se recomienda realizar un desarrollo en el sistema de información que permita separar las actas de acuerdo a la prioridad, o en su defecto adquirir o desarrollar un sistema informático tipo BPM que permita crear colas de trabajo y generar todo un sistema de administración del proceso.

7. Conclusiones

1. A través del presente modelo de simulación se lograron evidenciar los niveles de ineficiencia en términos de utilización de los recursos en las diferentes estaciones de trabajo, así como también la ineffectividad del mismo a no cumplir con los ANS pactados.
2. Se logró presentar un rediseño del flujo del proceso en la estación donde se concentra la mayor cantidad de recursos obteniendo una reducción de tres FTEs que representan el 20 %.
3. A través de la implementación de dos células de trabajo especializadas e función de la especificación del ANS se logró demostrar que era posible reducir tres recursos y cumplir con los acuerdos pactados.

4. Un modelo de simulación permitió identificar los principales cuellos de botella del sistema y modelar una propuesta de mejora basada en células especializadas de trabajo a muy bajo costo.

Referencias

- [1] Joseph Barjis and Alexander Verbraeck. The relevance of modeling and simulation in enterprise and organizational study. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 63:15–26, 06 2010.
- [2] Manish Kumar and Jyoti Bhat. *Discrete Event Monte-Carlo Simulation Based Decision Support System for Business Process Management*. 01 2010.
- [3] Thomas Robbins and Terry Harrison. A simulation based scheduling model for call centers with uncertain arrival rates. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, pages 2884–2890, 12 2008.
- [4] Toni Ruohonen, Pekka Neittaanmaki, and Jorma Teittinen. Simulation model for improving the operation of the emergency department of special health care. *Winter Simulation Conference*, 0:453–458, 12 2006.
- [5] Giovanni Mauricio Tarazona Bermúdez. Diseño de un modelo de simulación para la evaluación de alternativas de mejoramiento para una empresa del sector de tercerización de servicios bpo. 0, 2015.
- [6] Oliver Ullrich and Daniel Lückerath. An introduction to discret-event modeling and simulation. *Annalen der Physik*, 322(10):891–921, 1905.

Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Avg	PrescripcionesANP	67.353,60	0,57	0,00	67.353,60	67.353,60	34.066,67
95% C.I. Low	PrescripcionesANP	66.914,76	0,56	0,00	66.914,76	66.914,76	33.873,25
95% C.I. High	PrescripcionesANP	67.792,44	0,57	0,00	67.792,44	67.792,44	34.260,09
Avg	PrescripcionesAP	14.107,40	2,71	0,00	14.107,40	14.107,40	7.128,41
95% C.I. Low	PrescripcionesAP	13.961,52	2,69	0,00	13.961,52	13.961,52	7.072,29
95% C.I. High	PrescripcionesAP	14.253,28	2,74	0,00	14.253,28	14.253,28	7.184,53
Avg	PrescripcionesUH	9.972,40	3,84	0,00	9.972,40	9.972,40	5.031,00
95% C.I. Low	PrescripcionesUH	9.849,07	3,79	0,00	9.849,07	9.849,07	4.942,71
95% C.I. High	PrescripcionesUH	10.095,73	3,89	0,00	10.095,73	10.095,73	5.119,29
Avg	PrescripcionesTOTALES	100.610,40	0,38	0,00	91.433,40	91.433,40	46.226,07
95% C.I. Low	PrescripcionesTOTALES	99.960,01	0,38	0,00	90.815,64	90.815,64	45.961,18
95% C.I. High	PrescripcionesTOTALES	101.260,79	0,38	0,00	92.051,16	92.051,16	46.490,97
Avg	ProclA	29.941,60	1,27	0,00	29.941,60	29.941,60	15.109,64
95% C.I. Low	ProclA	29.712,63	1,26	0,00	29.712,63	29.712,63	14.950,56
95% C.I. High	ProclA	30.170,57	1,28	0,00	30.170,57	30.170,57	15.268,73

(a) Volúmenes procesados por entidad y procesamiento del asistente de inteligencia artificial.

Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Avg	ProcAux	62.840,00	0,61	0,00	62.840,00	62.840,00	31.196,96
95% C.I. Low	ProcAux	62.395,74	0,60	0,00	62.395,74	62.395,74	31.014,71
95% C.I. High	ProcAux	63.284,26	0,61	0,00	63.284,26	63.284,26	31.379,21
Avg	PrcQF	3.557,20	10,71	0,00	3.557,20	3.557,20	1.794,10
95% C.I. Low	PrcQF	3.486,97	10,50	0,00	3.486,97	3.486,97	1.750,29
95% C.I. High	PrcQF	3.627,43	10,92	0,00	3.627,43	3.627,43	1.837,91
Avg	ADS ANP	69.229,00	0,55	0,00	1,00	1,00	0,99
95% C.I. Low	ADS ANP	68.944,04	0,55	0,00	1,00	1,00	0,99
95% C.I. High	ADS ANP	69.513,96	0,56	0,00	1,00	1,00	0,99
Avg	ADS AP	13.554,40	2,81	0,00	1,00	0,95	0,95
95% C.I. Low	ADS AP	13.418,37	2,78	0,00	1,00	0,95	0,95
95% C.I. High	ADS AP	13.690,43	2,84	0,00	1,00	0,95	0,96
Avg	ADS UH	9.998,20	3,81	0,00	1,00	0,95	0,96
95% C.I. Low	ADS UH	9.863,59	3,76	0,00	1,00	0,95	0,95
95% C.I. High	ADS UH	10.132,81	3,86	0,00	1,00	0,96	0,96

(b) Volúmenes procesados por la estación "Auxiliar" y cumplimiento de ANS por entidad.

Figura 16: Resumen de estadísticas del modelo *To be*.

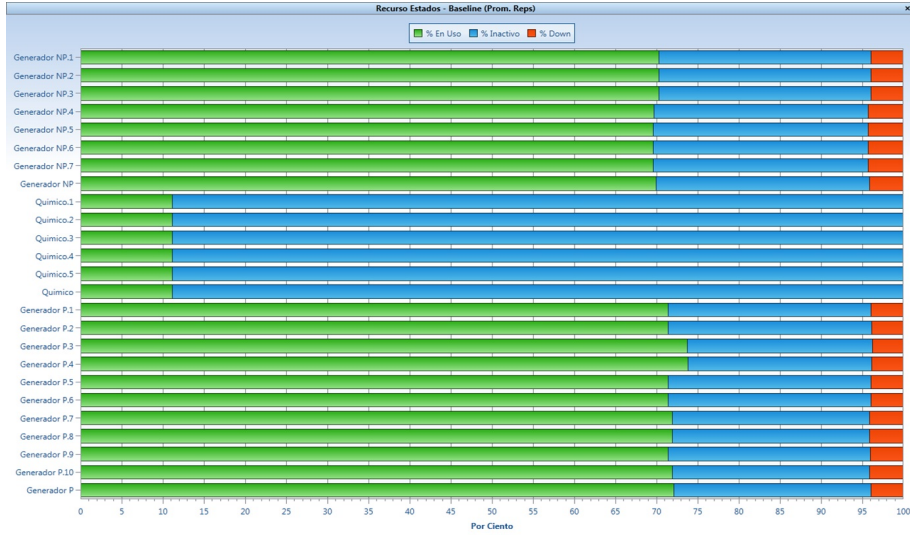


Figura 17: Utilización de los FTEs que intervienen en el proceso To be

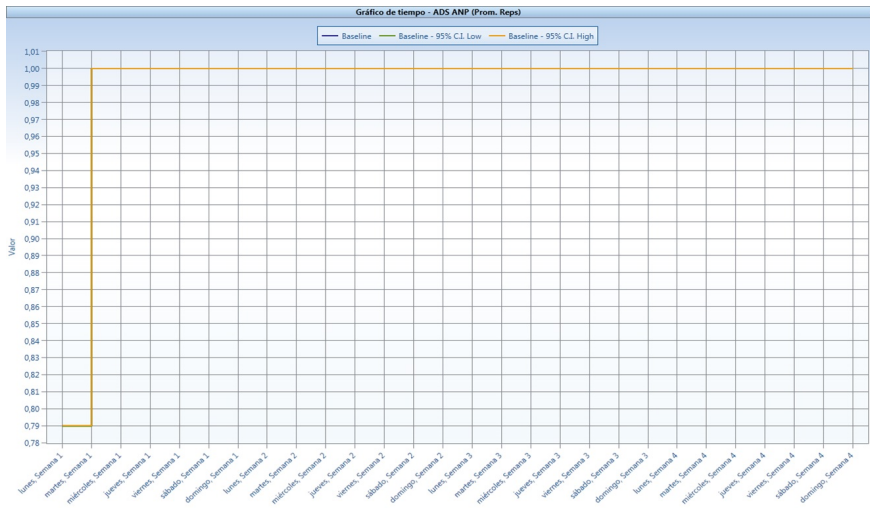


Figura 18: Desempeño del cumplimiento de ANS para la entidad ANP durante cuatro semanas a un nivel de confianza del 95 % (To be)

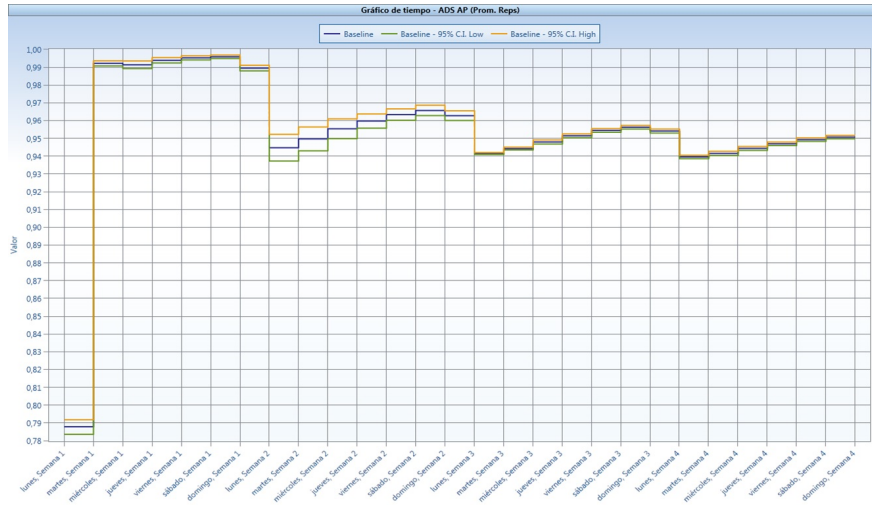


Figura 19: Desempeño del cumplimiento de ANS para la entidad AP durante cuatro semanas a un nivel de confianza del 95 % (To be)

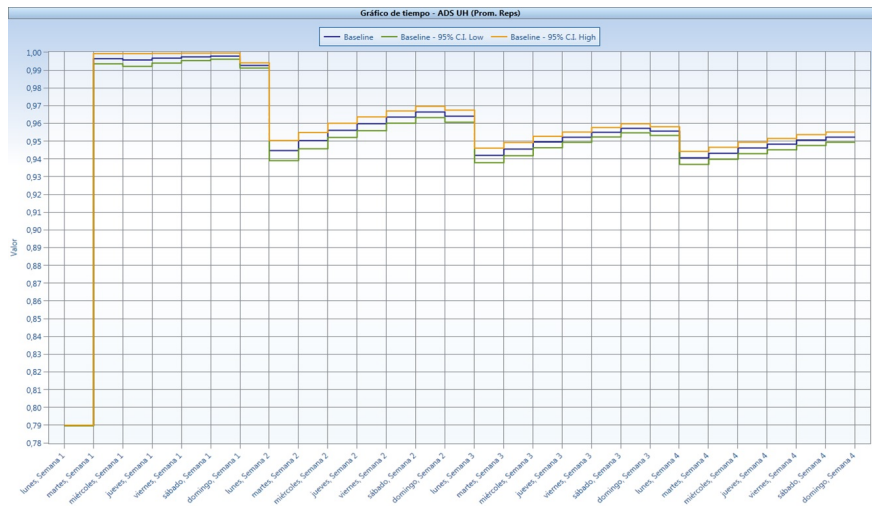


Figura 20: Desempeño del cumplimiento de ANS para la entidad UH durante cuatro semanas a un nivel de confianza del 95 % (To be)