

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Mejora del servicio de atención aplicando teoría de colas para reducir tiempos de espera en el centro médico P&P Anatomy

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Jeslin Jenifer Fuentes Fernandez

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2024

**Mejora del servicio de atención aplicando teoría de colas para
reducir tiempos de espera en el centro médico P&P Anatomy**

PRESENTADA POR

Jeslin Jenifer Fuentes Fernandez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

PRESIDENTE

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

SECRETARIO

Santos Confesor Gabriel Blas

VOCAL

Dedicatoria

Este artículo está dedicado a Dios, mis abuelos, padres y hermanos por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Dios por darme la dicha de seguir con vida y bien de salud. A mis padres por apoyarme siempre. A mi asesor que me ha guiado en el desarrollo de la tesis, y al centro médico por brindar información para el desarrollo de la investigación.

ARTÍCULO FUENTES FERNÁNDEZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

15% INDICE DE SIMILITUD	14% FUENTES DE INTERNET	2% PUBLICACIONES	5% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universitas Terbuka Trabajo del estudiante	<1%
9	creativecommons.org Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos	14
Resultados y discusión	15
Conclusiones	27
Recomendaciones	28
Referencias.....	29
Anexos	32

Resumen

La investigación tuvo como objetivo proponer la mejora en el servicio de atención aplicando la teoría de colas para reducir los tiempos de espera del centro médico P&P Anatomy. Se determinó el día con mayor afluencia, los tiempos de espera del paciente, las especialidades más demandadas con Pareto, se calculó la cantidad óptima de servidores usando teoría de colas, software QM for Windows y se simuló las mejoras en Promodel. Se tiene mayor afluencia el día sábado, con un tiempo de espera promedio de 32 minutos y las especialidades más demandadas odontología, medicina y terapia física, con un nivel de servicio del 50% y 80 % e insatisfacción 35%. Mediante las propuestas de mejora usando la teoría de colas, y simulación en Promodel, estandarización de tiempos en la atención, se disminuyó a 22 minutos el tiempo de espera, y el porcentaje de utilización en el área de odontología pasó de 86 % a 50 %, en terapia física y medicina de 68 % a de 25,5 %, de igual forma aumentó el nivel de servicio al 95% en odontología y 91% en terapia física y medicina. Finalmente, con la medición del costo /beneficio de la propuesta se obtiene un B/C S/.1,10 con ello se concluye que el proyecto es viable.

Palabras clave: Teoría de colas, simulación, nivel de servicio.

Abstract

The objective of the research was to propose improvement in the care service by applying queuing theory to reduce waiting times at the P&P Anatomy medical center. The busiest day, patient waiting times, the most in-demand specialties were determined with Pareto, the optimal number of servers was calculated using queuing theory, QM for Windows software, and the improvements were simulated in Promodel. There is greater influx on Saturday, with an average waiting time of 32 minutes and the most in-demand specialties: dentistry, medicine and physical therapy, with a service level of 50% and 80% and dissatisfaction 35%. Through improvement proposals using queuing theory, and simulation in Promodel, standardization of care times, the waiting time was reduced to 22 minutes, and the percentage of utilization in the dentistry area went from 86% to 50%. , in physical therapy and medicine from 68% to 25.5%, similarly increased the level of service to 95% in dentistry and 91% in physical therapy and medicine. Finally, with the measurement of the cost/benefit of the proposal, a B/C S/.1,10 is obtained, which concludes that the project is viable.

Keywords: Queuing theory, simulation, level of service.

Introducción

Las empresas buscan ser rentables y competitivas en el mercado, para ello es importante tener en cuenta las necesidades del cliente, esto permitirá aumentar la calidad del bien o servicio y así obtener buenos resultados [1]. Los establecimientos de salud tienen el desafío de atender a un número cada vez mayor, al número establecido, con ello va disminuyendo la calidad del servicio, que se refleja en los indicadores de efectividad.

A nivel mundial uno de los problemas más frecuentes que presentan los servicios de salud, es hacer esperar al cliente para brindarle un servicio, cuenta con dos componentes el tiempo de espera y atención. El tiempo de espera es mayor, y el tiempo de atención muy breve e insuficiente; lo cual remite, además, a un tiempo objetivo (datos e indicadores necesarios) y uno subjetivo (tiempo de atención). Haciendo una comparación de diversos países, en Bélgica y Suiza los pacientes tienden a tener un tiempo de espera mayor a diferencia de Alemania y España. Por otro lado, la duración de la consulta en China es de aproximadamente 2 minutos, no se dan los tiempos de espera largos. [2]

A nivel nacional el sector de salud presenta problemas, debido a la mala atención que ofrecen los establecimientos, y para poner en evidencia esto, se ha tomado como referencia, la encuesta nacional que realizó INEI en el 2014 acerca del nivel de satisfacción de aseguramiento en salud, en donde se determinó que un 61,4% presenta problemas para ser atendidos, debido a las largas colas, generando un bajo nivel de servicio en los pacientes. [3] Dentro del sector salud entre ellos Minsa, Gobiernos Regionales, Essalud, se tiene un tiempo promedio de espera de 81 minutos, para recibir atención en un servicio de consulta externa a nivel nacional, y el tiempo que dura una consulta es de 14 minutos, mientras que en una clínica particular hay un tiempo de atención de 17 minutos. [4]

A raíz de la pandemia Covid-19 se incrementaron el número de pacientes produciendo extensas colas, que no llegaban a ser atendidos en su totalidad, debido a que se tuvo un límite de 100 atenciones diarias. [5] Frente a estos escenarios es recomendable dar solución a la problemática, mediante la investigación de operaciones, pues, en ella se encuentra la teoría de colas, debido a que, es un elemento clave para estudiar el comportamiento en sistemas de atención que están sujetos a diferentes situaciones, específicamente cuando los clientes esperan por el bien o servicio, como es el caso del sector de salud en el Perú.

El presente trabajo tiene lugar en el centro médico P&P Anatomy, ubicado en la ciudad de Chiclayo, encargado de brindar servicios de salud en 10 áreas (odontología, medicina general, pediatría, nutrición, psicología, enfermería, terapia física, traumatología y análisis de laboratorio). Al realizar visitas dentro del establecimiento, se ha identificado la problemática que tiene como causa principal el tiempo de espera en los pacientes y esto se da debido a que los procedimientos de atención, pueden tardar más, los especialistas trabajan por turnos de mañana o tarde, según la cantidad de pacientes que asistan a esa área. La cantidad de pacientes que asisten al centro médico es finita, puesto que se tiene un promedio de visitas diarias con previo aviso, y también existe un comportamiento de llegada determinista, ya que, acuden en un tiempo asignado conocido, sin embargo, los sábados se tiene una afluencia de pacientes con una hora pico de 4 a 9 pm. Se realizaron encuestas, donde se obtuvo un nivel de satisfacción del 35%, se midió el nivel de servicio obteniendo 50% en odontología y 80 % en terapia física y medicina con un tiempo de espera promedio entre 30 a 36 minutos en las especialidades de medicina, terapia física y odontología. Frente a esta situación se busca realizar una mejora del servicio, en base a los tiempos de espera y aplicando el modelo de colas permitirá lograr un nivel de confianza del 99%. Lo anteriormente descrito, nos lleva a formular la pregunta de investigación: ¿En qué medida la propuesta de mejora del servicio de atención aplicando la teoría de colas reduce los tiempos de espera del centro médico P&P Anatomy?

El objetivo general de la investigación es proponer una mejora en el servicio de atención aplicando la teoría de colas para reducir los tiempos de espera del centro médico P&P Anatomy, teniendo como objetivos específicos realizar un diagnóstico de la situación actual en el proceso de atención del centro médico P&P Anatomy, elaborar la propuesta de mejora aplicando la teoría de colas en el centro médico P&P Anatomy y realizar la medición del costo /beneficio de la propuesta.

La presente investigación permite mejorar el nivel de servicio disminuyendo los tiempos de espera de atención al cliente, de esa manera tendrá impacto social notable a la comunidad, ya que, se busca mejorar la satisfacción de los pacientes que asisten al centro médico, de esa manera aumentar el porcentaje de asistentes y con ello obtener mayores ingresos al establecimiento.

Revisión de literatura

La teoría de colas estudia el comportamiento de sistemas en servicios de atención, en donde los clientes esperan por el servicio, por ello la aplicación de la teoría brinda una solución a la espera en el servicio de atención. El modelo determinista se da cuando se tiene una demanda λ mayor a la capacidad μ , y el factor de utilización es de $1 \lambda \rho = > \mu$. Donde se tiene un mismo número de entradas y salidas sin contemplar la existencia del azar ni el principio de incertidumbre. [6]

El modelo M/M/s se aplica cuando los tiempos entre llegada y servicio tienen distribución exponencial y con un número de servidores de tipo entero positivo. [7]

La disciplina de la cola es la forma de atender que se tiene, se da mediante número de clientes que llegan en función del número de usuarios que se encuentran dentro del sistema, por ello el servicio se da en función del tipo de cliente y longitud de la cola. Se ordenan en el momento de ser servidos de entre los de la cola. La disciplina de cola normal es FIFO conocido por el primero en entrar, primero en salir. [8]

La distribución exponencial se usa para explicar el tiempo entre llegadas que se da en sistema de nacimiento y el tiempo entre salidas en el modelo de muerte. Teniendo como resultado relación que tiene la distribución exponencial y Poisson, en el sentido de que una distribución define automáticamente a la otra. [9]

El servicio de atención al cliente se define, como la acción que se da al brindar un beneficio al usuario, con interés y atención. Prestar un servicio implica efectuar las acciones necesarias con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes. [10]

A continuación, se presentan investigaciones en donde se aplicó la teoría de colas para disminuir los tiempos de atención a nivel internacional y nacional.

Távora [11] en su investigación tienen como objetivo proponer mejoras en la atención del paciente aplicando teoría de colas en el servicio de Farmacia de hospital Cayetano Heredia. Utilizaron un modelo de colas M/M/s, con una línea y tres servidores, los resultados fueron: tiempo de llegada exponencial de 3.78 pacientes/ min, tiempo de atención de 2,63 min, y utilización del servidor de 76,68%, y un tiempo de espera de 32,35 minutos. Los pacientes califican al servicio con un 44,4% la mejor opción para reducir las medidas de desempeño es el cambio de programación a un costo de S/.246,83. Concluyeron con la propuesta del modelo mediante el software Arena que se reduce el tiempo de espera un 44,79%, mejorando el nivel de servicio.

Dimakou y Basso [12] en su artículo tienen como objetivo construir un modelo teórico para la distribución óptima del tiempo de espera en los hospitales del Reino Unido. Utilizaron la teoría de colas con el modelo M/M/s, llegaron a los resultados: el tiempo de espera promedio debe ser máximo 36 min, la capacidad de uso del aforo se incrementó del 28% al 33 %, el número total de pacientes atendidos aumentó en 4%. Concluyeron que, el uso de teoría de colas con el modelo M/M/G determinaron tiempos de llegada y servicio, donde se mejoró la atención de los pacientes del hospital reduciendo los tiempos de espera y aumentando la capacidad de uso del aforo.

Vinueza y Velázquez [13] en su investigación tienen como objetivo la aplicación de modelos de teorías de colas a la gestión asistencial en los centros de salud. Utilizaron un modelo de colas M/M/s, con una línea y múltiples servidores, los resultados fueron: tiempo de llegada 4,85 min, tiempo de atención 6,14 min, y la tasa de servicio es 38%. Los pacientes atendidos después de las 17:00 horas aumentaron al finalizar el turno laboral, recibiendo un servicio de mala calidad. Concluyeron que, haciendo uso del modelo de teoría de colas la tasa de llegada es mayor a la de atención que se puede brindar por lo tanto se considera un sistema ineficiente.

López y Triay [14] en su investigación tienen como objetivo buscar el enfoque de la teoría de colas, teniendo en cuenta variables de servicio. Utilizaron la teoría de colas M/M/s con un proceso de llegadas tipo Poisson y la notación extendida de Kendall, con una distribución probabilística en los tiempos entre llegadas y servicio, así como la cantidad de servidores, el aforo máximo de usuarios simultáneos que se admiten en el sistema, y disciplina de la cola, respectivamente. Sus resultados fueron: alta probabilidad que se generen colas, la llegada es 20 clientes por minuto, con una espera de 3 minutos. Concluyeron con la aplicación de teoría de colas que, el diseño actual de la atención genera tiempos largos de espera, debido al modelo de llegadas exponenciales, dos servidores, y una disciplina FIFO por ello se debe reducir el número de clientes en la cola, y evaluar su rediseño.

Yaduvanshi y Vijay [15] en su artículo tienen como objetivo principal mejorar los cuellos de botella en las operaciones hospitalarias de servicio y áreas potenciales. Utilizaron la teoría de colas en modelo de varios servidores, estudio de tiempos y la simulación en Promodel, sus resultados fueron: tasa de llegada de 32 pacientes por hora, tasa de servicio de 8 pacientes por hora, tiempo de espera promedio simulado 19,45 min y el tiempo de espera calculado según el flujo de pacientes es de 20,6 min, el nivel de

satisfacción de los pacientes es 80%, lograron obtener un nuevo indicador, 95% de nivel de servicio y el crecimiento en sus ingresos de un 5%, concluyeron que, utilizando el modelo de colas se optimizó el tiempo de espera, el software Promodel permite simular el proceso de atención efectiva entre los servicios médicos y los servicios de línea de apoyo que atienden.

Aslan [16] en su investigación tiene como objetivo disminuir el tiempo de espera en hospitales de Turquía. Utilizó la teoría de colas y la cadena de Markov de un solo servidor con hasta cinco clases de prioridad y una tasa de servicio, sus resultados fueron: tasa de servicio general es 0,01% y la tasa de utilización del 74%, duración de la estancia es 0,060, utilización del servicio de médico 29,7%. Hay dos colas en la primera 0,702 pacientes por minuto y en la segunda 0,212 pacientes por minuto. Concluyo que, mediante la planificación de llegada de pacientes con una disciplina FIFO aplicando teoría de colas se pueden mejorar servicios en hospitales.

Sani y Ahmed [17] en su investigación se plantearon como objetivo analizar el nivel de satisfacción del sistema de colas exponenciales de múltiples servidores en hospitales seleccionados en el noroeste de Nigeria. Utilizaron la teoría de colas con múltiples servidores mediante el tiempo de servicio promedio de los pacientes de 10 minutos, donde tuvieron como resultados que su factor de utilización es del 89%, y de satisfacción 57%. El hospital más ocupado es el hospital general Mafara, que tiene una tasa de utilización del 53%. El tercer hospital Wamakko con un factor de utilización del 49,5%. El hospital menos ocupado es el hospital docente de la Universidad Ahmadu con una tasa de utilización del 10%. Concluyeron que mediante la teoría de colas con múltiples servidores y canal único reveló el estado de utilización de los hospitales de Nigeria, el más utilizado Mafara debido a que tiene mayor factor de utilización, así como el mayor número de pacientes en cola y el menos utilizado el hospital docente registrado.

Alavi, Forouzanfar y Alamdari [18] en su artículo tienen como objetivo analizar la teoría de colas en el servicio de urgencias. Usaron el modelo de colas M/M/s, los resultados fueron colocados en el software Arena, en donde, se obtuvo la reducción en la tasa de áreas ocupadas del servicio de enfermería ya que, los tiempos de espera disminuyeron de 76% a 67%, el tiempo promedio del procedimiento se redujo de 26 a 18 minutos, incorporaron un 50% más de personal al laboratorio y las consultas de especialistas dieron lugar a la reducción a 90 minutos en la duración de la

estancia. Concluyeron mediante el efecto de diversas estrategias operativas permitió disminuir los tiempos de espera en la cola de los pacientes y su permanecía en el hospital

Tyagia, Singh, Kant, Gupta y Singh [19] en su artículo tienen como objetivo aplicar la teoría de colas en la eficiencia operativa del registro de pacientes. Utilizaron la teoría de colas, la cadena de Markov y simulación ProModel, los resultados fueron: usando la cadena de Markov el tiempo de servicio en el registro 1,651 min, 0,513 min para el mostrador, con la simulación Promodel se usó 2 servidores con una tasa de llegada de 3,66 pacientes por minuto y de 2,48 por minuto en el mostrador de visitas obtuvieron el tamaño medio aproximado de la cola y el tamaño medio del sistema se redujeron muchas veces y la utilización del servidor fue del 82,89 %. Concluyeron que este estudio se manifestó que la técnica de investigación operativa de teoría de colas y luego simulación puede proporcionar soluciones óptimas significativas para los sistemas de atención médica

Jahani, Eshaghi, Sadegh y Sheu, [20] en su artículo tienen como objetivo aplicar un modelo de colas de un solo servidor en la cadena de suministro de vacunas COVID-19 para estudiar los cambios en las tasas de llegada relacionados con el nivel de inventario de vacunas, la eficiencia de las vacunas y un coeficiente de aversión al riesgo para los vacunados, la tasa inicial entre llegadas de vacunados en cada hospital es de seis personas por hora el tiempo de espera promedio de los vacunados tiene un rango de 23,09 a 24,17 min. Concluyeron mediante el modelo de colas se controló la congestión en cada ventana de tiempo en la asignación de vacunas suficientes para satisfacer las demandas de los pacientes en los hospitales.

Vega, Leyva y Tapia [21] en su artículo tienen como objetivo mejorar el nivel de atención en la consulta ortopédica. Utilizaron la teoría de colas con modelo M/M/s en donde aplicaron una encuesta para sacar el nivel de satisfacción del paciente en la consulta y se diagnosticaron las líneas de esperas a través de la teoría de colas, obtuvieron una tasa de servicio de 20 minutos, y el tiempo de espera de 35 minutos. Se consiguió aumentar del nivel de servicio al 92%. Por último, se realizó un análisis financiero con el indicador B/C 1,20. Este artículo aportará conocimientos con respecto a los indicadores de pérdida de oportunidad de ventas y rotura de stock. Concluyeron que la aplicación de teoría de colas es una herramienta pertinente en la gestión de las líneas de espera y mediante un cuestionario se determinó el índice de satisfacción del paciente en la consulta.

Materiales y métodos

Para realizar el diagnóstico de la situación actual se comenzó evaluando las etapas del proceso de atención apoyándose en el diagrama de flujo [22]. Se elaboró un diagrama de Ishikawa el cual permitió determinar el problema principal que es el tiempo de espera y con ello las causas con mayor número de incidencias, con el diagrama de Pareto. Por medio de la entrevista al gerente de la empresa se recopiló información y detallo la distribución de las especialidades, consultorios por turnos, y los ingresos obtenidos del año 2021 y 2022. Se llevó cabo la toma de tiempos de lunes a sábado con el fin de terminar el día con mayor afluencia de pacientes, y se recopilaron los datos se registró la hora de llegada, inicio de atención y fin de atención del paciente, así como el número de pacientes en la cola, utilizando Microsoft Excel 2017 se registró la información. Con el resultado obtenido, se determinó el día con mayor número de pacientes y las especialidades más demandas odontología, medicina y terapia física, a las que se les midió el nivel de servicio [23]. Mediante una encuesta en Google Forms se midió el nivel de satisfacción [24] con la Guía Técnica en los Servicios Médicos [25], se consideró una población de 390 personas que representan el promedio de pacientes, y una muestra de 57 personas, se ha calificado niveles de 2 a 7. Se hizo uso del muestreo no probabilístico, con los resultados de la encuesta se conoció la percepción de los pacientes sobre la demora en atención, y del servicio brindado.

Para elaborar la propuesta de mejora se aplicó como herramienta la teoría de colas, con el modelo M/M/s [6] .Se trabajó con la atención de los sábados y con las áreas de odontología, terapia física y medicina, obteniendo la tasa promedio de llegadas y de servicio con una distribución probabilística. Con el software QM for Windows se determinó el número de servidores óptimo. Luego se simuló con el software ProModel, se comenzó añadiendo los datos al software Stat Fit en para determinar los tipos de distribuciones de acuerdo con la toma de tiempos. Se elaboró un diagrama donde se plasmó el procedimiento que se llevó a cabo en el software ProModel [21], [15] y [12], la simulación se realizó en 3 escenarios el actual y dos propuestas, se analizó la mejora del servicio basadas en el número de especialistas que se necesitan para satisfacer la demanda de pacientes, se volvió a calcular el nivel de servicio con la propuesta. Con estos resultados se compararon los tiempos de espera con los iniciales [23]. Se añadieron otras propuestas que consisten en estandarizar el proceso, contar con un software de historia clínica, y una nueva distribución y reprogramación consultorios.

Se realizó la medición del costo /beneficio de la propuesta de mejora, teniendo como guía base la investigación de Távora [11]; donde presenta cotizaciones basadas en mejorar el servicio de atención, se realizó una matriz de enfrentamiento de dichas propuestas para escoger la mejor y se calculó el beneficio-costos de la propuesta ganadora teniendo en cuenta el aumento del número de pacientes así como los costos de mano de obra , inversión, gastos operativos, impuesto a la renta del 29,5%, [26]. Posteriormente se adicionaron los ingresos de la mejora de los tiempos tomando en cuenta los indicadores de incremento de nivel de servicio, midiendo la rentabilidad que se adquiere al llevar a cabo la mejora en el centro médico.

Resultados y discusión

Diagnóstico de la situación actual en el proceso de atención del centro médico P&P Anatomy

Evaluación de las etapas del proceso de atención

El centro médico P&P Anatomy, actualmente mantiene un proceso de atención que consta de las siguientes etapas:

Recepción: Ingreso del paciente al área de recepción, al llegar al paciente se le toma la temperatura y se desinfecta, la recepcionista consulta si tiene una cita programada. Si tiene una cita espera su turno y pasa a triaje y si no tiene una cita, se le programa y espera a que el área este libre, si está se encuentra llena se le reprograma para otra fecha.

Triaje: Se realiza procedimientos de toma de peso, talla, estado actual del paciente para archivarlo en su historia clínica, en esta etapa se encuentra listo para ser atendido.

Área de atención: El paciente es atendido según el área asignada en donde se analiza la historia clínica dependiendo a la especialidad a que se dirige, y el procedimiento de atención tiene un periodo de máximo una hora, que va a depender de la especialidad.

Fin de la atención: El paciente se dirige a la caja a cancelar la atención y a recepción a agendar cita para su próxima visita si es que tiene algún tratamiento que seguir.

Como se describe el proceso consta de varias etapas (Anexo 1) desde la recepción, se tiene un tiempo de espera para ser atendido debido a ello se debe estandarizar el proceso de atención y a su vez reducir el tiempo de espera de esa manera generar un mayor nivel de satisfacción en el paciente.

Identificación de problemas y causas

Las causas se obtuvieron por medio del diagrama de Ishikawa (Anexo 2) con ello se identificando las causas con mayor número de incidencias, por el diagrama de Pareto

(Anexo 3), alcanzando un 45% de demanda insatisfecha, y en la demora de atención 38%, un 10 % de demora por falta de apoyo asistencial en el área de odontología y por último la demora en la disponibilidad de la historia clínica del paciente con un 7%.

Distribución de las especialidades y consultorios por turnos

En la tabla 1 se muestra la distribución actual, las áreas de atención, cantidad de especialistas por área, los turnos, y las especialidades por área. Los especialistas no permanecen todo el turno, se tiene 10 especialidades de las cuales 8 se rotan en 3 consultorios, las áreas de odontología y laboratorio de análisis son fijas, debido a ello se tiene una ineficiente distribución del uso de consultorios compartidos.

Tabla 1. Distribución de las especialidades y consultorios por turnos.

N° de especialistas	Turnos		Especialidad	Áreas donde se atiende						
	Mañana	Tarde		Recepción	Consultorio dental 1	Consultorio dental 2	Primer consultorio	Segundo consultorio	Tercer consultorio	Cuarto consultorio
2	x	x	Recepción	x						
1	x	x	Odontología		x					
1		x	Ortodoncia			x				
1		x	Traumatología				x			
1		x	Medicina General					x		
1	x		Pediatría				x			
1		x	Psicología				x			
1			Nutrición						x	
1	x		Terapia Física				x			
1		x	Enfermería						x	
1		x	Laboratorio							x

Fuente: Elaboración propia

Los ingresos percibidos en el centro médico PyP Anatomy (Anexo 4) descontando los impuestos desde inicios del 2021 hasta diciembre del 2022, siendo el mes con menos ingreso, enero con S/20,150.43 y el de mayor el mes de julio con S/. 23,740.55.

Cantidad diaria de atenciones

Se evaluó el número de atenciones de lunes a sábado en el horario de 8am a 9 pm en donde se refleja mayor afluencia de pacientes el día sábado (Anexo 6,7 y 8), por ello el día sábado es el objeto de estudio, determinando la hora pico de 4 a 9 pm.

Se aplicó el diagrama de Pareto evidenciando que las especialidades con mayor tiempo de espera son: odontología con 36 minutos, medicina con 31 minutos y terapia física con 30 minutos. Por lo cual se propondrá la mejora en estas áreas.

Indicadores actuales de la empresa

Tiempo en la cola

Tiempo promedio que permanece el paciente en el sistema, en la cola y siendo atendida *factor de utilización* = 0,15

Tiempo haciendo cola W_q o tiempo promedio esperando por un servicio $W_q = 0,03$

Tiempo en la atención

Tasa promedio de servicio = 30 minutos/paciente

Utilización promedio del ambulatorio: $U_s = \lambda/\mu = 30/2 = 15$ minutos

s = número de servidores constate de 1 servidor por consultorio

La proporción de tiempo solicitada se expresa en la tasa de utilización

$$p = \frac{\lambda}{s * \mu} = \frac{6}{3 * 2} = 1,6 \rightarrow 1 - p = 1 - 1,6 = -0,6$$

El servicio está utilizado un 40%, esto es, el ser $\rho = < 0,6$

Longitud promedio de la cola $l_q = 0,17$

Tiempo de espera en el sistema $W = 0,594$

Nivel de servicio

Se evaluó el nivel de servicio teniendo en cuenta la toma de tiempos (Anexo 6,7 y 8), en donde se encuentran las especialidades con mayor demanda dentro del centro médico, los resultados del nivel de servicio se muestran en la tabla 2:

Para hallar el nivel de servicio se consideró la siguiente formula:

$$\text{Cantidad de especialistas por área} * \frac{\text{capacidad de pacientes}}{\text{demanda}}$$

Tabla 2. Nivel de servicio por especialidad

Especialidad	N° especialista por área	N° de atenciones por especialista	Demanda	Nivel de servicio
Odontología	1	15	25	0,5 %
Terapia física	1	18	22	0,8%
Medicina	1	20	22	0,8%

Fuente: Elaboración propia

Se identificó que el área de odontología tiene un nivel de servicio bajo del 50% (la demanda es mayor a la capacidad de pacientes que puede atender un especialista), mientras que en el área de terapia física y medicina se obtuvo un 80%, por ende, se debe aumentar el nivel de servicio en estas áreas debido a que son las áreas con mayor demanda de pacientes.

Evaluación del nivel de satisfacción

Para medir el nivel de satisfacción del centro médico P&P Anatomy se aplicó la encuesta a una muestra de 57 personas, teniendo en cuenta la Guía Técnica del Usuario Externo [25] (Anexo 10) se obtuvieron los siguientes resultados:

El 35% de pacientes considera que el nivel de satisfacción es regular con respecto a la atención, el 15 % indica que es lenta, el 16 % menciona un nivel bajo en el trato, amabilidad, respeto y paciencia y por último un 16 % manifiesta un nivel bajo con respecto a la disponibilidad de equipos y materiales. (Anexo 12)

Elaborar la propuesta de mejora aplicando la teoría de colas en el centro médico P&P Anatomy

Aplicación de la teoría de colas

El modelo que corresponde al centro médico PyP Anatomy es el M/M/s debido a que, los tiempos entre llegada y servicio tienen distribución exponencial y tiene número de servidores de entero positivo. [7]

Se consideró los días sábados de mayor afluencia en las áreas de: odontología, terapia física y medicina, se cuenta con 4 consultorios, la tasa de llegada es de 10 personas por hora, se demora 30 minutos en promedio por hora para atender a un paciente (Anexo 8). Estos son atendidos en orden de llegada. Cada especialista tarda una media de 30 minutos en ofrecer el servicio la tasa media de llegadas $\lambda = 0,16 \text{ pacientes/min}$ y una tasa de servicio de 2 pacientes/hora para un servidor situación actual (Anexo 14) a continuación se muestra un resumen:

Tabla 3. Resumen de los indicadores iniciales modelo MM1

Utilización media del servidor	0,33
Número promedio en la cola (Lq)	0,17
Número promedio en el sistema (L)	0,5
Tiempo promedio en la cola (Wq)	0,02
Tiempo promedio en el sistema (W)	0,05
El sistema de probabilidad (% de tiempo) está vacío	0,67

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos del arribo (llegada) de pacientes y los tiempos de atención actual obtenidos mediante la teoría de colas (Anexo 11), se calculó la cantidad óptima de servidores en el software QM for Windows. El tiempo de espera en cola para un servidor es de 30 minutos. Por lo tanto, a medida que se agrega un especialista más al área el tiempo promedio de espera en cola disminuye al igual que el tiempo de permanencia del paciente en el sistema, cuando existan dos especialistas, el tiempo en la cola sería 0.

Teniendo en cuenta que el costo del servicio aumenta y el costo de esperar disminuye conforme se incrementa el nivel de servicio.

Tabla 4. Resumen del análisis QM

N° de servidores	1 especialista	2 especialistas
Utilización media del servidor	0,2	0,1
N° promedio en la cola (Lq)	0,05	0
N° promedio en el sistema (L)	0,25	0,2
Tiempo medio en la cola (Wq)	0,01	0
Tiempo promedio en el Sistema (W)	0,04	0,03

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora: Optimizar la tasa de servicio y la capacidad del sistema

Mediante el software Promodel se simuló el proceso actual para determinar la cantidad de especialistas que se necesitan para satisfacer la demanda con la finalidad de disminuir el tiempo de espera de los pacientes en las tres áreas indicadas. Se colocó el tiempo entre llegadas y de atención mediante en hojas de registro, se añadieron los datos al software Stat:Fit en Promodel para determinar las distribuciones. (Anexo 15)

Se plasmó el procedimiento que se llevó a cabo en el software Promodel, el cual inicia con la llegada del paciente con una distribución exponencial de 10 minutos, luego se dirige a la sala de espera y de ella se deriva un 60 % al área de odontología y un 40% al área de triaje, donde pasan bien a terapia física o a medicina. (Anexo 16)

Para disminuir el tiempo de espera se simuló el sistema en Promodel para determinar la cantidad de especialistas necesarios en cada área para que el proceso sea óptimo y de esa manera satisfacer la demanda de pacientes. El proceso de simuló 4 veces los 4 días sábados.

Resultados del modelo actual del centro médico

Se tiene un total de 63 pacientes atendidos diariamente con un tiempo de espera promedio de 31,51 minutos, y un tiempo de operación de 57,65 minutos. En los recursos se cuenta con un porcentaje de utilización de 86 % en el área de odontología seguido por terapia física con un 68 % y medicina con 57% lo que da a entender que donde hay mayor número de atenciones es en el área de odontología.

El número de pacientes que ingresan al sistema y el número de clientes que fueron atendidos. Con ello se tiene 43 pacientes que pasaron por el área de triaje los cuales se derivaron 21 pacientes en terapia física y 22 en el área de medicina, por otro lado, se tiene 20 pacientes atendidos en odontología que pasaron directamente al área. (Anexo 17)

Resultados de las mejoras propuestas para el centro médico

Escenario 1: Al agregar una unidad más al área de odontología

Actualmente, el centro médico, genera una sobrecarga al sistema en el área de odontología ya que el 60 % de pacientes va a esa área, por ello la propuesta se basa en añadirle un odontólogo más al consultorio odontológico.

Se tiene un total de 63 pacientes atendidos al día con un tiempo de espera promedio de 27,68 minutos, y un tiempo de operación de 57,61 minutos. Los costos del servicio de atención por usuario varían dependiendo la especialidad, y a su vez el porcentaje de utilización. Se disminuyó el porcentaje de utilización en el área odontológica, a comparación de la situación inicial a un 20 % y con ella aumento la cantidad de pacientes atendidos en el área.

Los costos del servicio por usuario en la simulación de la propuesta 1 varían dependiendo la especialidad, con un costo total de S/. 829,05 para terapia física, S/. 1,523.50 en odontología y S/. 1,760.80 en odontología, teniendo en cuenta que el costo por atención.

Se tiene 37 pacientes que pasaron por el área de triaje, se derivaron 19 pacientes en terapia física y 18 pacientes en el área de medicina, por otro lado, se tiene 26 pacientes atendidos en odontología que pasaron directamente al área. (Anexo 18)

Escenario 2: Implementar dos especialistas en cada área

En el escenario 2 se obtuvo un total de 64 pacientes atendidos con un tiempo de espera promedio de 22,97 minutos, y un tiempo de servicio de los 54,65 minutos.

Se tiene 43 pacientes que pasaron por el área de triaje los cuales se derivaron 21 pacientes en terapia física y 22 pacientes en el área de medicina, por otro lado, se tiene 20 pacientes atendidos en odontología que pasaron directamente al área.

En los recursos teniendo en cuenta 2 especialistas por área se tiene un porcentaje de utilización de 26 % en terapia física y no mayor al 50 % en el área de odontología obteniendo así una mejora distribución del número de pacientes que se encuentra en el sistema para su pronta atención ya que se cuenta con medicina 20, odontología 24 y en terapia física 20 atenciones.

Los costos del servicio de atención por usuario en la simulación propuesta 2 varían dependiendo la especialidad, en medicina con de S/. 2,033.68 para terapia física, S/. 1,002.63 y en odontología S/. 1,643.55, teniendo en cuenta que el costo por atención. (Anexo 19)

Después de probar estos escenarios, los resultados demostraron que son satisfactorias ya que proporcionan un tiempo de espera menor, incluso aumentándole el número de pacientes que asisten al área, satisfaciendo la demanda.

Determinar el nivel de servicio con la propuesta

Tabla 5. Nivel de servicio al implementar la propuesta

Especialidad	N° especialista por área	N° de atenciones por especialista	Demanda	Nivel de servicio
Odontología	2	24	25	0,96 %
Terapia física	2	20	22	0,91%
Medicina	2	20	22	0,91%

Fuente: Elaboración propia

Al implementar la segunda propuesta se logró aumentar el nivel de servicio en el área de odontología 96% y en las áreas de terapia física y medicina un 91% contando con dos especialistas por área satisfaciendo de esa manera la demanda.

Tabla 6. Resumen de número de pacientes atendido por especialidad en el sistema Promodel

Indicadores	Cantidad de pacientes atendidos por área			
	Área	Medicina	Odontología	Terapia física
Sistema actual		22	20	21
simulado				
Escenario 1		18	26	19
Escenario 2		20	24	20

Fuente: Elaboración propia

Se evaluaron los escenarios los detalles y mayores cálculos se encuentran en el (Anexo 17,18,19) con esta comparación, se muestra la notable diferencia entre el sistema actual y la propuesta de mejora ya que, se logra optimizar el tiempo en la línea de espera de los pacientes para ser atendidos. De igual manera, considerando que del número de los encuestados manifiestan que para mejorar la calidad del servicio se debe disminuir el tiempo de espera en cola de máximo de 22 minutos.

Tabla 7. Comparación de resultados del sistema actual y de las propuestas de mejora en el área de medicina, odontología y terapia física.

Sistema	Usuarios atendidos	Minutos en línea de espera
Actual determinado con teoría de colas	63	32 min
Windows QM	63	30 min
Actual con Promodel	63	31 min
Propuesta 1	63	27 min
Propuesta 2	64	22 min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se tiene un tiempo de espera inicial de 32 minutos, dependiendo el procedimiento, sin embargo, con las propuestas agregándole un especialista más al área de odontología se redujo a de 32 a 27 minutos, con la segunda propuesta de contar con dos especialistas en cada área paso de 32 a 22 minutos, quiere decir que aplicando la segunda se puede reducir un 30 % el tiempo de espera actual del servicio de atención en el centro médico.

Tabla 8. Propuestas de mejoras del proceso de atención en el centro médico P&P Anatomy

Propuestas de mejoras del proceso de atención en el centro médico P&P Anatomy		
	Estandarización de tiempos de atención	Estandarizando los tiempos desde la recepción hasta la salida del paciente se tendría un proceso eficiente y permite mejorar los tiempos de espera.
	Contar con un proceso de historial clínico de cada paciente por medio de un sistema de informático	La historia clínica electrónica disminuiría el tiempo de búsqueda de la historia clínica que abarca un promedio de 10 minutos al tiempo de espera.
Proceso de atención	Realizar una nueva redistribución de uso de consultorios	Implementar de acuerdo con la demanda requerida nuevos espacios para la atención en las áreas con mayor número de pacientes.
	Implementar un especialista más a cada área, terapia física, medicina y odontología.	Esto garantiza que el cliente tenga un tiempo de espera mínimo de 22 minutos, de esa manera se reduciría y atendería a un mayor número de pacientes.

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de distribución en las especialidades

Teniendo en cuenta que existe una llegada de pacientes para ser atendidos en las 3 especialidades ya antes mencionadas, se propone una nueva distribución para atender la demanda de pacientes que asisten al centro médico los días sábados teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales y equipos en cada uno de los consultorios.

Tabla 9. Nueva distribución de consultorios por turnos

N° de trabajadores	Turnos		Especialista	Área donde atiende						
	Mañana	Tarde		Recepción	Consultorio dental 1	Consultorio dental 2	Primer consultorio	Segundo consultorio	Tercer consultorio	Cuarto consultorio
1	x	x	Recepcionista	x						
2	x	x	Odontólogo General		x	x				
2	x	x	Medicina General				x	x		
2	x	x	Terapia Física						x	x

Fuente: Elaboración propia

Estandarización del proceso de atención

Procedimientos operativos estándar

Para la estandarización del método de trabajo, se establecen en principio procedimientos operativos estándar, basado en la norma ISO 9001. [1]

Objetivo

Brindar al paciente la atención requerida con el menor tiempo de espera, de acuerdo con el área que se dirige.

Alcance

El presente instructivo permite conocer al gerente general, la recepción y los especialistas cual es el orden para llevar a cabo el proceso de atención en el menor tiempo posible.

Responsabilidades

Recepcionista: Tomar datos del paciente, registrar la cita y buscar de la historia clínica.

Atender al paciente: Proporcionar los servicios del centro médico tanto de atención como materiales y equipos para llevar a cabo el procedimiento.

Desarrollo

Tabla 10. Procedimiento de atención en cada área estandarizado

Actividad	Descripción	Tiempo (min)
Recepción	Ingreso del paciente y al área de recepción, la recepcionista consulta si tiene una cita programada.	3
	Si tiene una cita espera su turno y pasa a triaje y si no tiene una cita, se le programa	2
	El paciente espera su turno o si el área se encuentra llena se le reprograma para otra fecha.	< 22
	Se busca la historia clínica del paciente	2
Triaje	Se realiza procedimientos de toma de peso, talla, estado actual del paciente para archivarlo en su historia clínica	5
Área de atención	El paciente es atendido según el área asignada	
	Odontología	< 36
	Terapia física	< 31
	Medicina	< 20
Fin de la atención	El paciente se dirige a la caja a cancelar la atención	2
	Agendar cita para su próxima visita si es que tiene algún tratamiento que seguir.	2

Fuente: Elaboración propia

Evaluación económica financiera de la propuesta

Se evaluó cuatro propuestas, entre ellas contar con dos especialistas en las áreas de: medicina, odontología y terapia física; uso de software Medic365 para historia clínica (Anexo 21); contratar a un ingeniero Industrial para asistir en la estandarización del proceso de atención (Anexo 22); y redistribución de las áreas.

Tabla 11. Matriz de ponderación

Factor	Aumento del nivel de servicio	Disminución de los tiempos de espera	Disponibilidad rápida de historia clínica	Satisfacción en la demanda de pacientes	Puntaje total	Peso
Aumento del nivel de servicio		4	5	3	12	32%
Disminución de los tiempos de espera	2		3	3	8	21%
Disponibilidad rápida de historia clínica	3	3		2	8	21%
Satisfacción en la demanda de pacientes	3	3	4		10	26%

Fuente: Elaboración propia en base a [27]

Tabla 12. Matriz de selección

Matriz comparativa para la selección de propuestas										
Criterio	Ponderación del criterio (%)	Estandarización de tiempos de atención		Software Medic365 para la historia clínica			Redistribución de uso de consultorios		Contar con 2 Especialistas por área	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	
Aumento del nivel de servicio	32%	4	1.3	3	0.9	4	1.3	5	6.3	
Disminución de los tiempos de espera	21%	5	1.1	4	0.8	4	0.8	5	5.3	
Disponibilidad rápida de historia clínica	21%	4	0.8	4	0.8	3	0.6	3	2.5	
Satisfacción en la demanda de pacientes	26%	4	1.1	3	0.8	4	1.1	5	5.3	
	100%	Total	4.2	Total	3.4	Total	3.8	Total	19.4	

Fuente: Elaboración propia

Dónde: 1-Muy inadecuado 2-Inadecuado 3-Indiferente 4-Adecuado 5-Muy adecuado

Se elaboro una matriz de enfrentamiento de las propuestas teniendo en cuenta criterios y ponderaciones, con lo cual se determinó que la propuesta con mayor ponderación es

contar con 2 especialistas en cada área tanto medicina, como odontología y terapia física. Al reducir los tiempos de espera aumentar a su vez el nivel de servicio, el transcurso del año 2 al 5 pronosticado la demanda (Anexo 24) de pacientes en el centro médico, se estimó el aumento de ingresos a los siguientes años basado en antecedentes Vijay [15] al realizar la propuesta de mejora en optimizar el número de servidores lograron obtener un nuevo indicador del 95% en el nivel de servicio y el crecimiento en sus ingresos de un 5%.

En la tabla N°13 se observa el beneficio de la propuesta, el cual se encuentra el aumento de ingresos de acuerdo con el número de pacientes, relacionado a la mejora del nivel servicio. En la tabla N°14 se tiene un beneficio de S/ 52,800 obtenidos anualmente tomando en cuenta los indicadores de incremento de nivel de servicio por área (número de pacientes) el resultado del análisis económico financiero, teniendo como beneficio-costos de la propuesta de 1,10 lo cual simboliza que, por cada sol que invierte la empresa gana S/.0,10 céntimos.

Tabla 13. Beneficio de la propuesta

BENEFICIO			
Descripción	Cantidad (pacientes atendidos)	Ingresos por atención al día	Al mes
Sin la mejora	51	S/ 3,300.00	S/ 72,600.00
Con la mejora	64	S/ 4,400.00	S/ 77,000.00
Ahorro	13	S/ 1,100.00	S/ 4,400.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Estado de resultados y flujo de caja

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Beneficio	S/ 52,800	S/ 52,800	S/ 52,800	S/ 52,800	S/ 52,800
Total ingresos	S/ 52,800	S/ 52,800	S/ 52,800	S/ 52,800	S/ 52,800
Costo de inversión	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 48,000
EGRESOS	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 48,000	S/ 48,000
Utilidad antes de impuestos	S/ 4,800	S/ 4,800	S/ 4,800	S/ 4,800	S/ 4,800
Impuestos (29.5%)	S/ 1,416	S/ 1,440	S/ 1,440	S/ 1,440	S/ 1,440
Utilidad despues de impuestos	S/ 3,384	S/ 3,360	S/ 3,360	S/ 3,360	S/ 3,360
FNE	S/ 3,384	S/ 3,360	S/ 3,360	S/ 3,360	S/ 3,360

B/C	1.10
-----	------

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los servicios de salud demuestran en su mayoría inconvenientes en la demora de atención a partir de horas pico. [2] Al realizar el estudio de tiempos en el centro médico P&P Anatomy, se determinó una hora pico los días sábados desde las 16:00 horas, donde los pacientes asisten con más frecuencia, coincide con la investigación de Velázquez [13] la afluencia de pacientes incrementa a partir de las 17:00 horas, diariamente.

El centro médico presenta tiempos de espera en: odontología 36 minutos, medicina 31 minutos y terapia física 30 minutos, mayores a los indicado a la OMS, que indica debe ser menor a 20 minutos. Por otro lado, la Norma Oficial Mexicana, establece como máximo 30 minutos. [27] El cual difiere de los resultados de Vijay [15] obtuvo un tiempo de espera de 20,6 minutos en el centro hospitalario y Vega [21] en la consulta ortopédica tiene un tiempo de espera de 35 minutos, lo cual es similar al área de odontología del centro médico P&P Anatomy. Por ende, los tiempos varían dependiendo la especialidad, pero todos se centran en obtener menos de 30 minutos, ya que de ello dependerá aumentar el nivel de servicio. Teniendo en cuenta esto, el centro médico cuenta con un nivel de servicio en medicina y terapia física del 80% de acuerdo a la escala de baremos, se encuentra en un nivel bueno y odontología con 50 % está en un nivel medio debido a que, la demanda de pacientes es mayor a la que puede atender el especialista.

Debido a los problemas que trae consigo la demora de atención es importante medir el nivel de satisfacción, en el centro médico P&P Anatomy se tiene un nivel de satisfacción del 65 %, Vijay [15] determinó un 80% en operaciones hospitalarias, y Ahmed [17] en hospital de Nigeria obtuvo un 57% de satisfacción bajo, debido a la presencia de cuellos de botella en el servicio hospitalario en áreas potenciales y línea de atención.

El sector salud demuestra en su mayoría inconvenientes en la demora de atención a partir de horas pico. [2] Mediante la aplicación de la teoría de colas en el caso del centro médico P&P Anatomy, se determinó una llegada de 6 pacientes/min, tiempo de atención 2 pacientes/hora, tiempo promedio de 30 minutos en el sistema, y un factor de utilización del 42%, indicando que hay 58% de desocupación en el sistema. Velázquez [12] utilizó un modelo de colas M/M/s, obtuvo una llegada 4,85 minutos, tiempo de atención 6,14 minutos, y la tasa de servicio es 38%, la cual es similar a los resultados obtenidos.

Mediante la simulación en Promodel del centro médico P&P Anatomy se atienden 63 pacientes atendidos al día, con una tasa de servicio de 6 pacientes por hora, tiempo de espera promedio de 31,51 minutos, y un tiempo de operación de 57,65 minutos con un

porcentaje de utilización de 86 % en el área de odontología seguido por terapia física con un 68 % y medicina con 57%. Por otro lado, Vijay [15] utilizando el mismo simulador, consiguió una tasa de llegada de 32 pacientes por hora, tasa de servicio de 8 pacientes por hora, tiempo de espera promedio simulado 19,45 min y el tiempo de espera calculado de 20,6 minutos y Aslan [16] obtuvo una tasa de servicio general es 0,01% y la tasa de utilización del 74%, utilización del servicio de médico 29,7% en este caso es menor que la del centro médico.

Con la segunda propuesta de contar con dos especialistas en cada área, se redujo el tiempo en espera de 32 a 22 minutos, el centro médico P&P Anatomy disminuyendo casi un 30 % el tiempo de espera actual de la atención, comparándolo con Tapia [21] consulta ortopédica alcanzaron una tasa de servicio de 20 minutos, y el tiempo de espera de 35 minutos y Basso [12] en los hospitales del Reino Unido incrementaron la capacidad del 28% al 33 % permitiendo atender mayor cantidad de pacientes.

Finalmente, se realizó el análisis económico de la mejora observando que el beneficio de la propuesta es mayor que el costo, por cada S/. 1,00 invertido se alcanza un beneficio adicional de S/0.10 y comparando con la investigación realizada por Vega [21] de su propuesta obtuvo B/C 0,20, siendo de igual forma viable.

Conclusiones

La propuesta de mejora del servicio de atención del centro médico P&P Anatomy de contar con dos especialistas en cada área, aplicando la teoría de colas y simulación ProModel se logró reducir los tiempos de espera un 31,25% y aumento el nivel de servicio al 90% en odontología y 14% en medicina y terapia física.

Con el diagnóstico del centro médico, se realizó la toma de tiempos de lunes a sábado determinando que el día con mayor afluencia es el sábado y las especialidades más demandadas son odontología, medicina y terapia física, con un tiempo de espera promedio de 32 minutos. Con un nivel de servicio de 50 % en odontología; y 80% en medicina y terapia física.

Para la propuesta aplicando la teoría de colas se usó el modelo M/M/s, y la simulación con el software Promodel, donde se logró disminuir el tiempo de espera de 32 a 22 minutos, y el porcentaje de utilización en el área de odontología pasó de a 86 % a 50%, en terapia física y medicina de 68 % a 25,5 %, debido a que se cuenta con dos especialistas por área y ya no se sobre carga, lo cual aumentó el nivel de servicio de 50% a 95% en odontología y en terapia física y medicina paso de 80 a 91%.

Finalmente, se evaluó la propuesta de mejora que tiene una inversión de S/ 48,000 anuales donde el análisis económico arrojó el resultado de B/C de S/1,10 lo cual indica que la propuesta es rentable económicamente para el centro médico.

Recomendaciones

Desarrollar la mejora de los escenarios propuestos con el software Arena para validar los resultados obtenidos del software Promodel.

A futuras investigaciones se recomienda realizar la investigación de teoría de colas orientados a la mejora de servicio de atención en otros centros médicos semejantes para validar los resultados.

Referencias

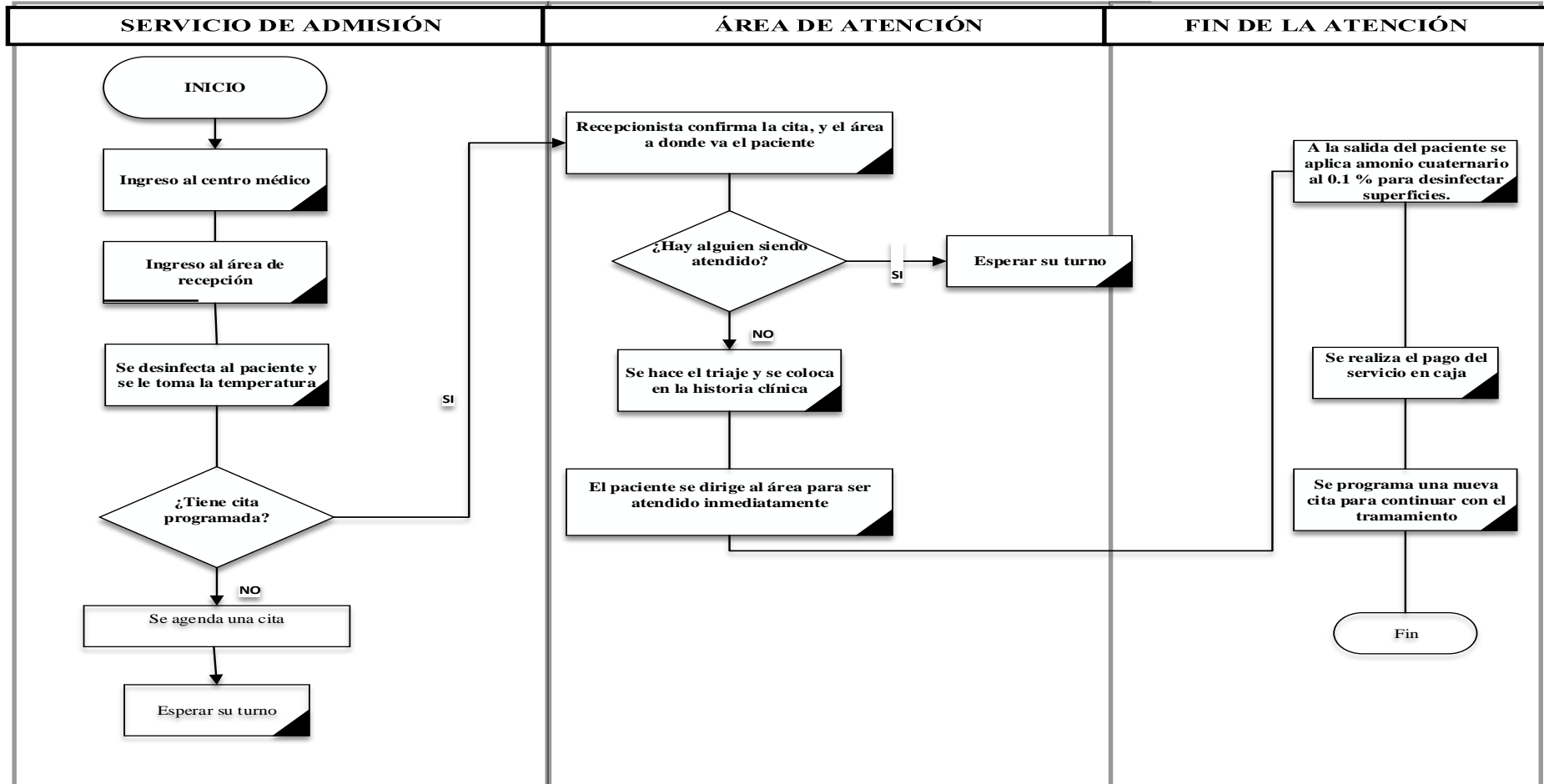
- [1] Asociación Española de Normalización y Certificación, *Sistemas de gestión de la calidad fundamentos y vocabulario (ISO 9000:2015)*, España: AENOR, 2015.
- [2] A. Rodríguez Torres, E. Jarillo Soto y D. Casas Patiño, «La consulta médica, su tiempo y duración,» Medwave, Estado de México, 2018.
- [3] INEI, «Encuesta Nacional de Satisfacción de Usuarios del Aseguramiento de Salud,» Biblioteca Nacional del Perú, Lima, 2014.
- [4] MINSA, «Estado Peruano,» SUSALUD , 7 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/31798-susalud-realiza-encuesta-nacional-para-medir-satisfaccion-en-servicios-de-salud>. [Último acceso: 4 Setiembre 2022].
- [5] El comercio , «Covid-19 | Colas y quejas durante la primera semana desde que se anunció el inicio de la tercera ola,» *El comercio* , 8 Enero 2022.
- [6] S. Fuente Fernández, «Teoría de colas modelo M/M/1,» Facultad de ciencias económicas y empresariales, Madrid.
- [7] F. Hillier, *Investigación de operaciones*, Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- [8] J. . P. García Sabater, «Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones,» Grupo ROGLE, Valencia, 2016.
- [9] H. A. Taha, *Investigación de operaciones*, Estados Unidos: PEARSON, 2012.
- [10] N. Shack Yalta, *Servicio y Atención al Cliente*, Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2007.
- [11] J. . E. Távara Pacheco , «Aplicación de la teoría de colas para proponer mejoras en la atención del paciente en el servicio de farmacia del Hospital III José Cayetano Heredia Piura,» Universidad Nacional de Piura, Piura, 2019.
- [12] S. Dimakou , D. Ourania y H. Basso, «Distribución del tiempo de espera en la atención de salud pública,» *Economía de la Salud Rev*, vol. 5, nº 25, p. 27, 2015.
- [13] V. . V. Vinueza Villares y B. Velázquez Martí, «Aplicación de modelos de teorías de colas a la gestión asistencial en los centros de salud,» *Enfermería Investiga, Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión*, vol. 2, nº 1, pp. 28-33, 2017.

- [14] E. López Hung y L. G. Joa Triay, «Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de servicio de una farmacia,» *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 10, n° 1, pp. 1684-1859, 2018.
- [15] D. Yaduvanshi , A. Sharma y P. Vijay More, «Application of Queuing Theory to Optimize WaitingTime in Hospital Operations,» *OPERATIONS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*, vol. 12, n° 3, pp. 165-174, 2019.
- [16] I. Aslan, «Applications of queues in hospitals in Istanbul,» *Journal of Social Sciences*, vol. 4, n° 2, pp. 770-794, 2018.
- [17] M. Sani Burodo y Z. Ahmed, «An Application of Single and Multi-server Exponential Queuing Model in Some Selected Hospitals of the North-Western Nigeria,» *Asian Journal of Probability and Statistics*, vol. 16, n° 2, pp. 1-9, 2021.
- [18] A. Moghaddam , R. Foruzánfar, S. Alamdari , A. Shahrami y S. Pourbabaee , «Application of Queuing Analytic Theory to Decrease Waiting Times in Emergency Department: Does it Make Sense?,» *Trauma Research*, vol. 1, n° 3, pp. 101-107, 2018.
- [19] M. Tyagia, S. Singh, S. Sathpathy, S. Kant, S. K. Gupta y R. Singh, «Impact of application of queuing theory on operational efficiency of patient registration,» *ELSEVIER*, vol. 78, n° 3, p. 8, 2021.
- [20] H. Jahani, A. Eshaghi Chaleshtori, S. M. Sadegh Khaksar y J.-B. Sheu, «COVID-19 vaccine distribution planning using a congested queuing system—A real case from Australia,» *EL SEVIER*, vol. 163, p. 12, 2022.
- [21] L. O. Vega de la Cruz, E. Leyva Cardeñosa y I. I. Tapia Claro, «La teoría de colas en la consulta de ortopedia,» *Scielo*, vol. 31, n° 2, p. 15, 2017.
- [22] A. L. Arévalo Pabón, «Aplicación de la Teoría de Colas en Tiempos de Espera para la Atención de Usuarios en el Laboratorio Clínico de la Empresa IPS Unipsalud 2000 Guaduas Ltda.,» Granada, 2018.
- [23] D. A. Amaya Solar y J. A. Zavaleta Valdez, «Propuesta de Mejora para el Servicio de atención médica en Emergencia para los pacientes de prioridad I y II en el HNHU mediante la técnica Lean Healthcare,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2020.

- [24] . C. Ochoa, «Netquest,» Chief Client Officer, 21 Noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito>. [Último acceso: 1 Abril 2022].
- [25] MINSA, «Guía Técnica para la Evaluación de la Satisfacción del Usuario Externo en los establecimientos y servicios médicos de apoyo,» Biblioteca Nacional del Perú, Lima, 2012.
- [26] SUNAT, «SUNAT,» 15 febrero 2022. [En línea]. Available: <https://eboletin.sunat.gob.pe/node/54>. [Último acceso: 1 mayo 2023].
- [27] Instituto Vasco, «MATRIZ PONDERADA,» Instituto Vasco de Creatividad aplicada a la Formación Profesional, 2 Febrero 2010. [En línea]. Available: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/425/Daniel_BerrenecheGiraldo_2010.pdf. [Último acceso: 3 Mayo 2023].
- [28] D. Otomuro y A. M. Actis, «Estimación del tiempo de consulta médica,» *Scielo*, n° 141, pp. 361-366, 2013.
- [29] Software Médico Medis365, «Medis365,» [En línea]. Available: https://medis365.com.mx/?gclid=Cj0KCQjw9deiBhC1ARIsAHLjR2D93V36oMVkjo9po-F0n2rGSYuXy2K_nMejSN0iaVWnWFmBDuJmK20aAvqWEALw_wcB. [Último acceso: 5 Mayo 2023].

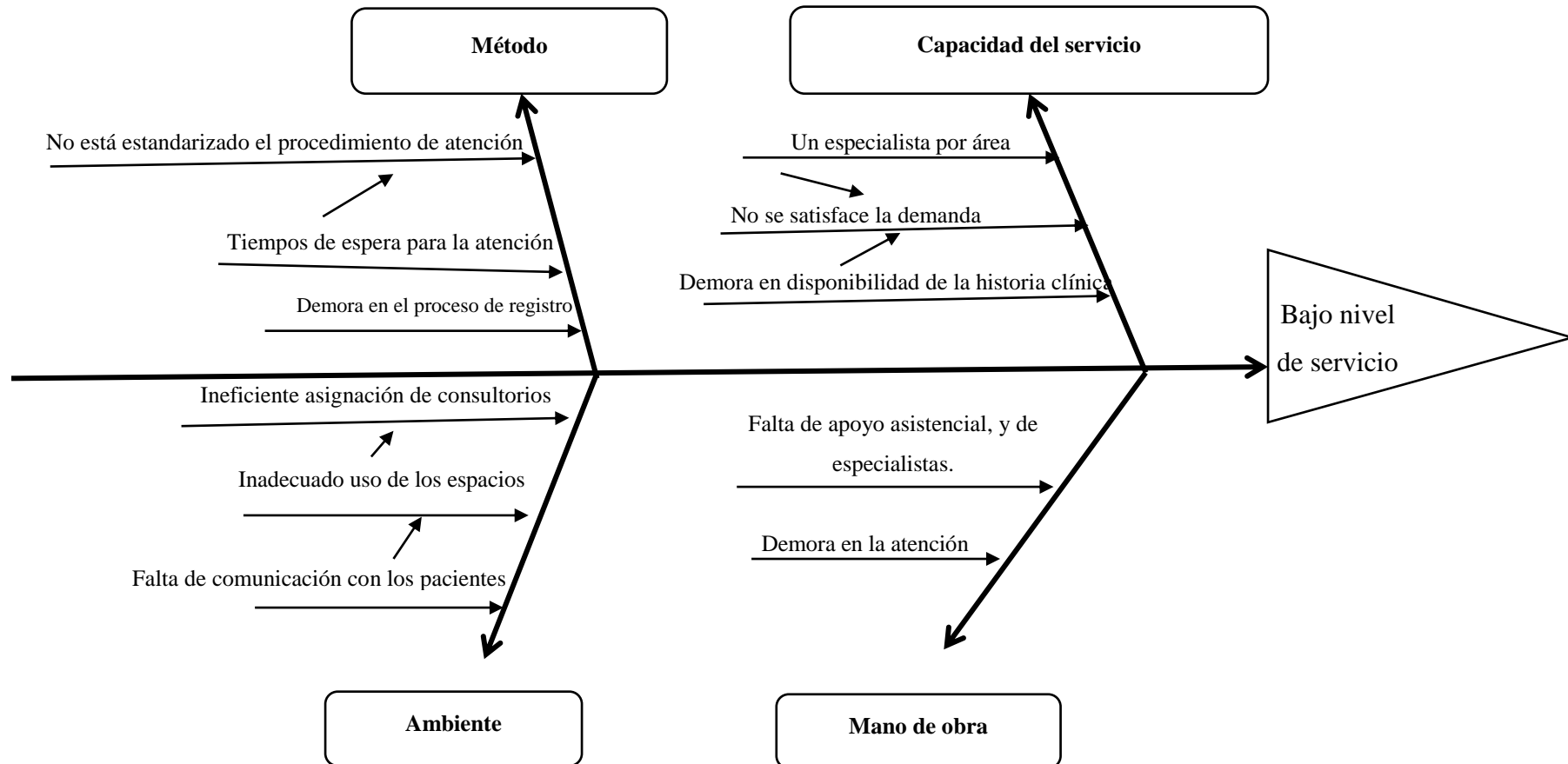
Anexos

Anexo 1. Diagrama del proceso de atención en el centro médico

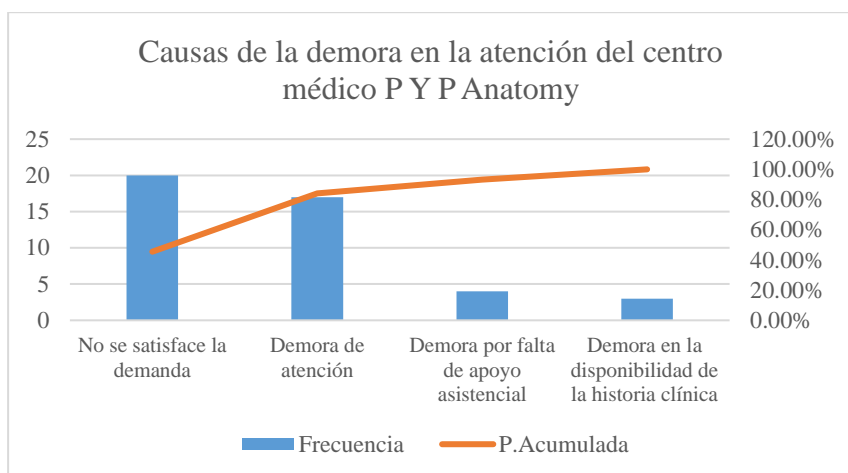


Fuente: Elaboración propia en base a Centro médico PyP Anatomy

Anexo 2. Diagrama de Ishikawa

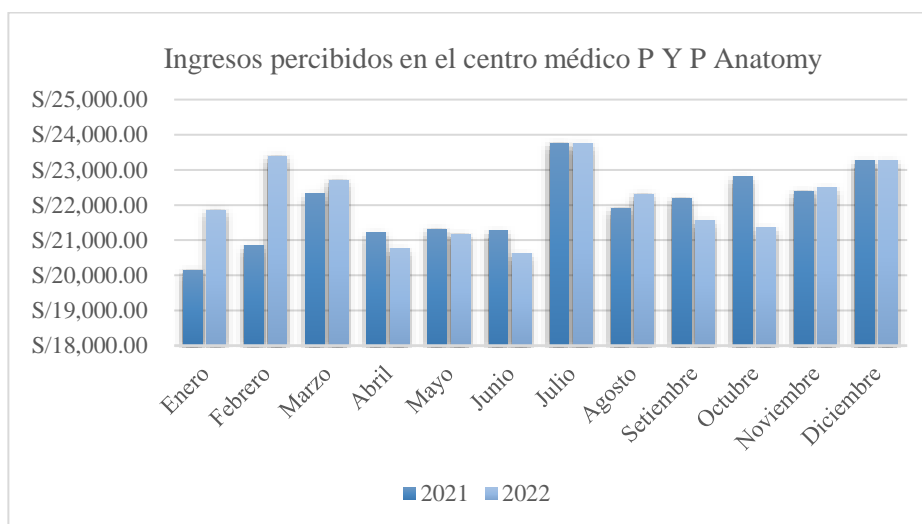


Anexo 3. Causas que ocasionan la demora en la atención



Fuente: Centro médico PyP Anatomy

Anexo 4. Ingresos percibidos en el centro médico P y P Anatomy



Fuente: Centro médico PyP Anatomy

Anexo 5. Fórmulas de teoría de colas

Indicadores	Fórmula
Clientes en espera L_q	$L_q = \frac{(\lambda/\mu)s\lambda\mu}{(s-1)! * (s\mu - \lambda)^2} p_0$
Longitud promedio de la cola L	$L = m - \frac{1 - P_0}{P}$
Tiempo haciendo cola W_q	$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$
Tiempo de espera en el sistema W	$\lambda_{EF} = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n * p_n = \sum_{n=1}^m (m-n)\lambda * p_n + 0(m-L)\lambda$
Tasa de llegada	$\lambda_e = \lambda(1 - P)_K$
Utilización media del servidor	$c^- = L - L_q = 1 - P$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Toma de tiempos

Tabla 15. Toma de tiempos del día sábado 3 de septiembre de 4 a 9pm

Turno	Hora de llegada del paciente	Hora de cita programada 8 am a 9 pm	Tiempo de espera	Área de tratamiento donde se dirige	N° de pacientes que están en la cola
			Min		
Turno tarde- noche	15:45	16:30	00:45	Odontología	5
	16:00	16:30	00:30	Terapia física	2
	16:15	16:45	00:30	Psicología	3
	16:00	16:41	00:41	Odontología	2
	16:00	16:42	00:42	Terapia física	1
	16:20	16:50	00:30	Pediatría	2
	16:30	16:53	00:23	Odontología	3
	16:40	17:00	00:20	Laboratorio	2
	17:16	17:45	00:29	Medicina	5
	17:20	17:50	00:30	Laboratorio	1
	17:50	18:50	01:00	Odontología	2
	17:52	18:18	00:26	Psicología	1
	18:15	18:50	00:35	Odontología	1
	18:16	18:50	00:34	Odontología	6
	18:20	19:15	00:55	Enfermería	2
	18:55	19:25	00:30	Enfermería	2
	18:58	19:43	00:45	Enfermería	2
	20:07	20:42	00:35	Odontología	2
	20:10	20:37	00:27	Laboratorio	7
	20:14	20:51	00:37	Odontología	1
	20:18	20:54	00:36	Nutrición	3
	20:21	20:50	00:29	Medicina	1
	20:24	21:11	00:47	Odontología	6
	20:27	21:01	00:34	Medicina	3
	21:30	22:07	00:37	Medicina	3
	21:33	22:06	00:33	Enfermería	2
					70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Tiempo de llegada, espera y servicio

Turno	$\lambda = \frac{\text{N}^\circ \text{ de clientes llegan}}{\text{tiempo determinado}}$	$\mu = \frac{\text{n}^\circ \text{ de clientes atendidos}}{\text{n}^\circ \text{ de servidores}}$	Tiempo de servicio
Tarde	$\lambda = 2$ pacientes /min	$\mu = 30$ minutos/ pacientes	55 min
Noche	$\lambda = 1$ pacientes /min	$\mu = 35$ minutos/ pacientes	60 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Toma de tiempos del día sábado 10 de septiembre de 4 a 9pm

Turno	Hora de llegada del paciente	Hora de cita programada 8 am a 9 pm	Tiempo de espera	Área de tratamiento donde se dirige	N° de pacientes que están en la cola
			Min		
Turno tarde- noche	16:00	16:30	00:30	Medicina	5
	16:00	16:30	00:30	Terapia física	2
	16:15	16:45	00:30	Medicina	3
	16:00	16:41	00:41	Odontología	2

16:00	16:42	00:42	Terapia física	1
16:20	16:50	00:30	Medicina	2
16:30	16:53	00:23	Odontología	3
16:40	17:00	00:20	Laboratorio	2
17:16	17:45	00:29	Medicina	5
17:20	17:50	00:30	Laboratorio	1
17:50	18:50	01:00	Odontología	2
17:52	18:18	00:26	Psicología	1
18:15	18:50	00:35	Medicina	1
18:16	18:50	00:34	Odontología	6
18:20	19:15	00:55	Terapia física	2
18:55	19:25	00:30	Medicina	2
18:58	19:43	00:45	Enfermería	2
20:07	20:42	00:35	Odontología	2
20:10	20:37	00:27	Laboratorio	7
20:14	20:51	00:37	Odontología	1
20:18	20:54	00:36	Nutrición	3
20:21	20:50	00:29	Medicina	1
20:24	21:11	00:47	Odontología	4
20:27	21:01	00:34	Medicina	3
21:30	22:07	00:37	Medicina	3
21:33	22:06	00:33	Enfermería	2
				68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Tiempo de llegada, espera y servicio

Turno	$\lambda = \frac{\text{N}^\circ \text{ de clientes llegan}}{\text{tiempo determinado}}$	$\mu = \frac{\text{n}^\circ \text{ de clientes atendidos}}{\text{n}^\circ \text{ de servidores}}$	Tiempo de servicio
Tarde	$\lambda = 2$ pacientes /min	$\mu = 40$ minutos/ pacientes	32 min
Noche	$\lambda = 2$ pacientes /min	$\mu = 36$ minutos/ pacientes	45 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Toma de tiempos del día sábado 17 de septiembre de 4 a 9pm

Turno	Hora de llegada del paciente	Hora de cita programada 8 am a 9 pm	Tiempo de espera Min	Área de tratamiento donde se dirige	Nº de pacientes que están en la cola
Turno tarde- noche	16:00	16:30	00:30	Enfermería	1
	16:00	16:30	00:30	Terapia física	2
	16:15	16:45	00:30	Medicina	3
	16:00	16:41	00:41	Odontología	2
	16:00	16:42	00:42	Terapia física	1
	16:20	16:50	00:30	Medicina	2
	16:30	16:53	00:23	Odontología	3
	16:40	17:00	00:20	Laboratorio	2

17:16	17:45	00:29	Medicina	5
17:20	17:50	00:30	Psicología	1
17:50	18:50	01:00	Odontología	2
17:52	18:18	00:26	Psicología	1
18:15	18:50	00:35	Medicina	1
18:16	18:50	00:34	Odontología	6
18:20	19:15	00:55	Terapia física	2
18:55	19:25	00:30	Medicina	2
18:58	19:43	00:45	Enfermería	2
20:07	20:42	00:35	Odontología	2
20:10	20:37	00:27	Laboratorio	7
20:14	20:51	00:37	Odontología	1
20:18	20:54	00:36	Nutrición	3
20:21	20:50	00:29	Medicina	1
20:24	21:11	00:47	Odontología	2
20:27	21:01	00:34	Medicina	3
21:30	22:07	00:37	Medicina	3
21:33	22:06	00:33	Enfermería	2
				62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Tiempo de llegada, espera y servicio

Turno	$\lambda = \frac{\text{N}^\circ \text{ de clientes llegan}}{\text{tiempo determinado}}$	$\mu = \frac{\text{n}^\circ \text{ de clientes atendidos}}{\text{n}^\circ \text{ de servidores}}$	Tiempo de servicio
Tarde	$\lambda = 2 \text{ pacientes /min}$	$\mu = 30 \text{ minutos/ pacientes}$	55 min
Noche	$\lambda = 2 \text{ pacientes /min}$	$\mu = 35 \text{ minutos/ pacientes}$	60 min

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Toma de tiempos del día sábado 24 de septiembre de 4 a 9pm

Turno	Hora de llegada del paciente	Hora de cita programada 8 am a 9 pm	Tiempo de espera Min	Área de tratamiento donde se dirige	Nº de pacientes que están en la cola
Turno tarde- noche	16:00	16:15	00:15	Odontología	1
	16:00	16:30	00:30	Odontología	2
	16:15	16:45	00:30	Odontología	3
	16:00	16:41	00:41	Odontología	2
	16:00	16:42	00:42	Terapia física	1
	16:20	16:50	00:30	Medicina	2
	16:30	16:53	00:23	Odontología	3
	16:40	17:00	00:20	Laboratorio	2
	17:16	17:45	00:29	Medicina	5
	17:20	17:50	00:30	Psicología	3
	17:50	18:30	00:40	Odontología	2

17:52	18:18	00:26	Psicología	1
18:15	18:50	00:35	Medicina	1
18:16	18:50	00:34	Odontología	6
18:20	19:15	00:55	Terapia física	2
18:55	19:25	00:30	Medicina	2
18:58	19:43	00:45	Enfermería	2
20:07	20:42	00:35	Traumatología	2
20:10	20:37	00:27	Laboratorio	5
20:14	20:51	00:37	Odontología	3
20:18	20:54	00:36	Nutrición	3
20:21	20:50	00:29	Medicina	1
20:24	21:50	00:47	Odontología	2
20:27	21:00	00:34	Terapia física	3
21:30	22:07	00:37	Terapia física	3
21:33	22:06	00:33	Terapia física	2
				64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Tiempo de llegada, espera y servicio

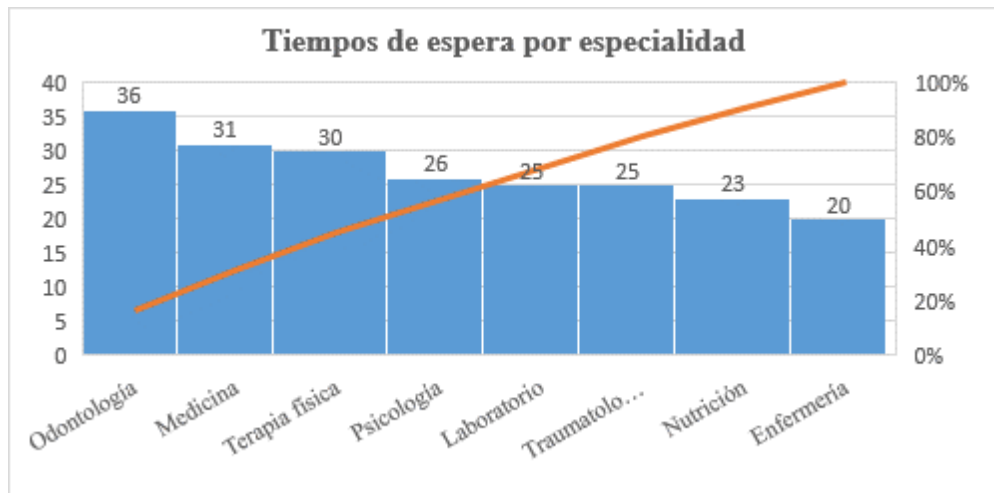
Turno	$\lambda = \frac{\text{N}^\circ \text{ de clientes llegan}}{\text{tiempo determinado}}$	$\mu = \frac{\text{n}^\circ \text{ de clientes atendidos}}{\text{n}^\circ \text{ de servidores}}$	Tiempo de servicio
Tarde	$\lambda = 2$ pacientes /min	$\mu = 29$ minutos/ pacientes	50 min
Noche	$\lambda = 1$ pacientes /min	$\mu = 36$ minutos/ pacientes	40 min

Fuente: Elaboración propia

Tiempo en historia clínica en el área de odontología, medicina y terapia física.

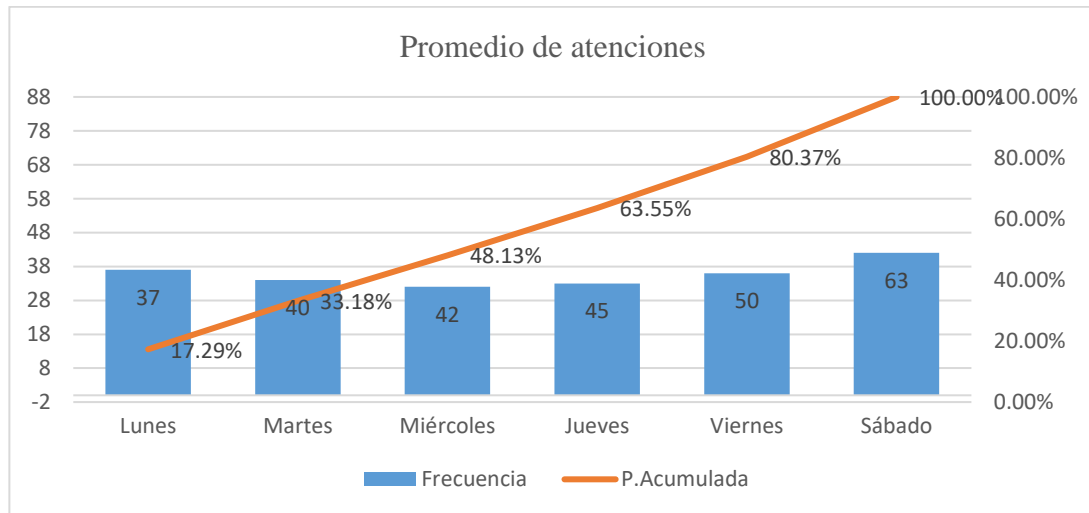
Interllegada del paciente	Tiempo en historia clínica	Tiempo de espera	Área
15:30:00	05:00:00	00:30:00	Odontología
16:00:00	05:00:00	00:20:00	Odontología
16:15:00	06:00:00	00:41:00	Odontología
16:30:00	09:00:00	00:42:00	Odontología
16:40:00	04:00:00	00:30:00	Odontología
16:58:00	06:00:00	00:23:00	Odontología
17:16:00	06:00:00	00:20:00	Odontología
17:30:00	05:00:00	00:29:00	Odontología
17:20:00	05:00:00	00:30:00	Odontología
17:50:00	04:00:00	01:00:00	Odontología
18:20:00	06:00:00	00:26:00	Odontología
18:40:00	09:00:00	00:35:00	Odontología
18:16:00	09:00:00	00:34:00	Odontología
18:20:00	05:00:00	00:55:00	Odontología
18:30:00	05:40:00	00:30:00	Odontología
19:00:00	05:00:00	00:45:00	Odontología

19:30:00	02:40:00	00:35:00	Odontología	
Interlegada del paciente	Tiempo en historia clínica	Tiempo de triaje	Tiempo de espera	Área
16:00:00	05:00:00	02:00:00	00:30	Medicina
16:15:00	05:00:00	03:00:00	00:20	Medicina
16:30:00	06:00:00	04:00:00	00:30	Medicina
16:40:00	09:00:00	05:00:00	00:29	Medicina
16:58:00	04:00:00	05:00:00	00:35	Medicina
17:16:00	06:00:00	04:00:00	00:30	Medicina
17:30:00	06:00:00	03:00:00	00:34	Medicina
17:20:00	05:00:00	05:00:00	00:37	Medicina
17:20:00	05:00:00	05:00:00	00:30	Medicina
17:50:00	04:00:00	03:00:00	00:30	Medicina
18:20:00	06:00:00	06:00:00	00:29	Medicina
18:40:00	09:00:00	05:00:00	00:35	Medicina
18:16:00	09:00:00	05:00:00	00:30	Medicina
18:20:00	05:00:00	04:00:00	00:29	Medicina
18:55:00	05:00:00	06:00:00	00:34	Medicina
19:00:00	05:00:00	05:00:00	00:33	Medicina
Interlegada del paciente	Tiempo en historia clínica	Tiempo de triaje	Tiempo de espera	Área
16:30:00	02:00:00	02:00:00	00:30:00	Terapia física
16:15:00	03:00:00	03:00:00	00:20:00	Terapia física
16:30:00	06:00:00	04:00:00	00:41:00	Terapia física
16:30:00	04:00:00	05:00:00	00:42:00	Terapia física
16:20:00	04:00:00	05:00:00	00:30:00	Terapia física
16:30:00	06:00:00	04:00:00	00:23:00	Terapia física
17:16:00	06:00:00	03:00:00	00:20:00	Terapia física
17:20:00	05:00:00	05:00:00	00:29:00	Terapia física
17:30:00	05:00:00	05:00:00	00:30:00	Terapia física
17:35:00	04:00:00	03:00:00	00:30:00	Terapia física
17:40:00	06:00:00	06:00:00	00:26:00	Terapia física
18:20:00	09:00:00	05:00:00	00:35:00	Terapia física
18:40:00	09:00:00	05:00:00	00:34:00	Terapia física
19:00:00	05:00:00	04:00:00	00:30:00	Terapia física
19:15:00	05:00:00	06:00:00	00:30:00	Terapia física
19:30:00	05:00:00	05:00:00	00:30:00	Terapia física
20:00:00	06:00:00	06:00:00	00:35:00	Terapia física



Anexo 7. Tiempo de espera por especialidad

Fuente: Elaboración propia



Anexo 8. Promedio de atenciones

Fuente: Centro médico PyP Anatomy

Anexo 9. Obtención la muestra en la encuesta

Para llevar a cabo la ejecución de la encuesta se ha determinado una población, de 390 personas al mes, se calcula el tamaño de muestra con un número determinado de pacientes, con la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{390 \times 2.5762^2 \times 0.1 \times 0.1}{0.01^2 \times (390 - 1) + 2.5762^2 \times 0.1 \times 0.1}$$

$$n = 56,75 \rightarrow 57 \text{ personas}$$

n = Muestra de n° de pacientes

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza requerido 99% [24]

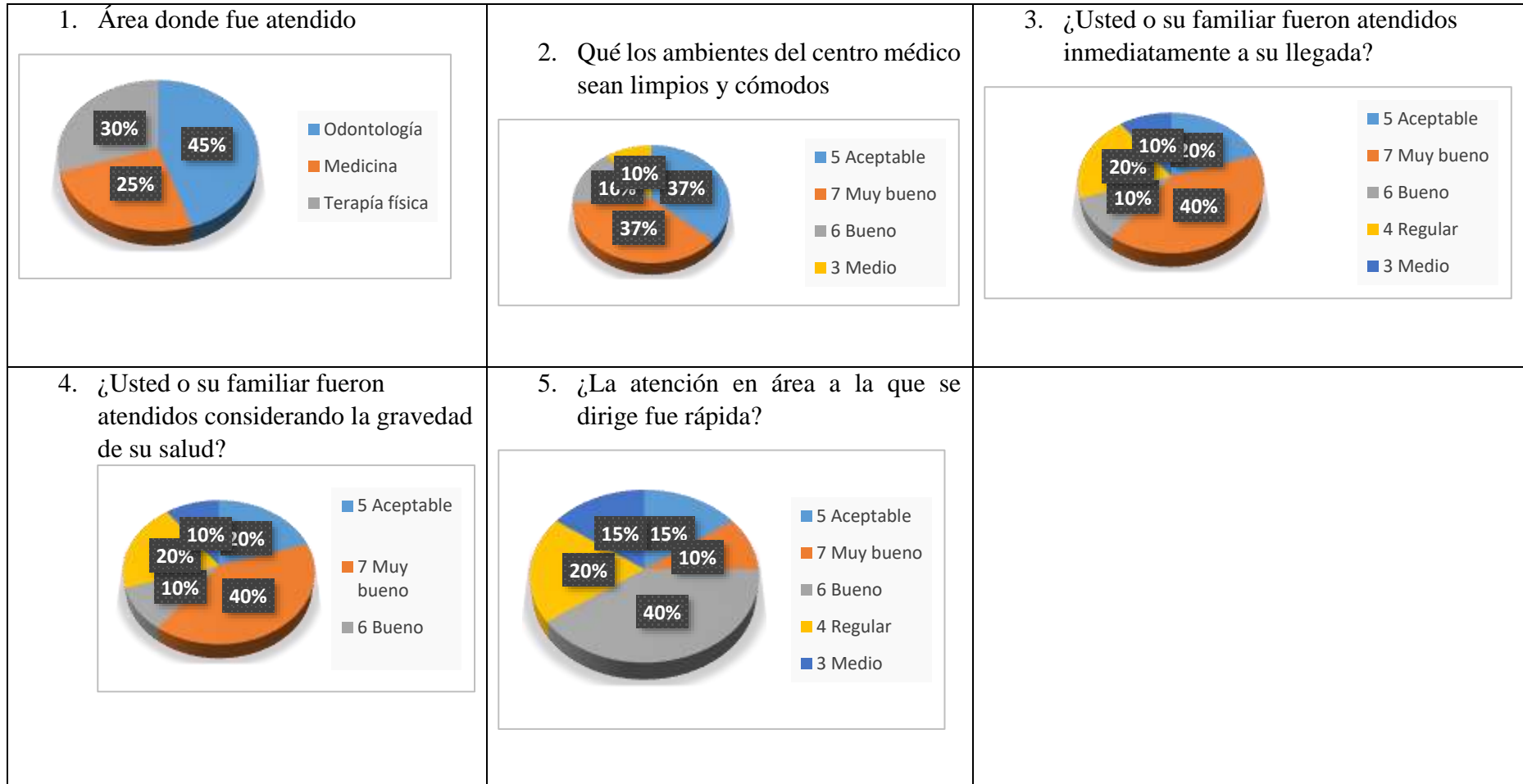
d = Es el margen de error máximo que admito es 1%

Anexo 10. Encuesta de satisfacción

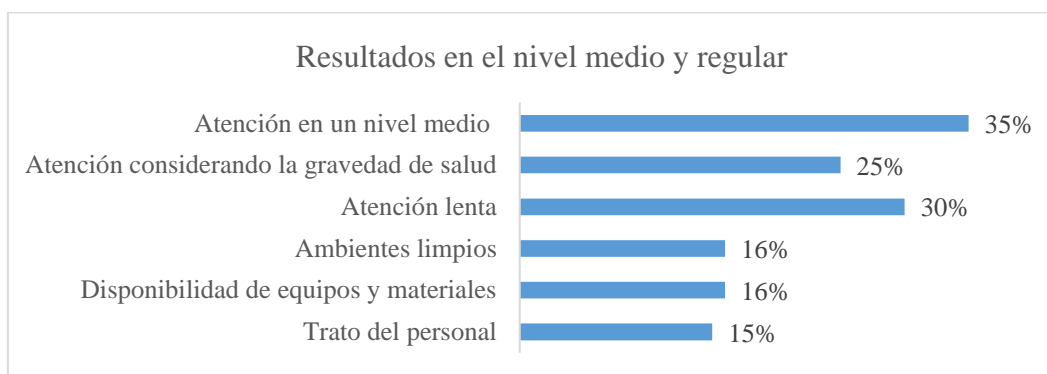
		N° Encuesta: _____
ENCUESTA PARA EVALUAR LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS ATENDIDOS EN EL CENTRO MÉDICO PYP ANATOMY		
Establecimiento de Salud:	Centro médico PyP Anatomy	
Fecha: _____	Hora de Inicio: _____	Hora Final: _____
Estimado usuario (a), estamos interesados en conocer su opinión sobre la calidad de atención que recibió en el servicio de Consulta Externa del establecimiento de salud. Sus respuestas son totalmente confidenciales. Agradeceremos su participación.		
DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO:		
1. Condición del encuestado	Usuario (a)	1
	Acompañante	2
2. Edad del encuestado en años		
3. Sexo	Masculino	1
	Femenino	2
4. Nivel de estudio	Analfabeto	1
	Primaria	2
	Secundaria	3
	Superior Técnico	4
	Superior Universitario	5
5. Tipo de usuario	Nuevo	1
	Continuador	2
6. Área donde fue atendido: _____		

Fuente: [25]

Anexo 11. Resultado de la encuesta



Anexo 12. Resultados de la encuesta del nivel medio y regular



Fuente: Centro médico PyP Anatomy

Anexo 13. Resultados de la toma de tiempos

Tabla 23: Día y hora de mayor afluencia

Turnos	Horario	N° de atenciones					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Mañana	08:00	1	3	3	1	5	5
	10:00	2	6	3	5	5	5
Tarde	12:00	3	5	6	6	3	3
	14:30	3	3	3	5	6	9
	16:00	5	4	5	1	3	5
	17:45	4	5	7	2	8	7
	18:00	6	4	5	5	5	5
Noche	19:00	5	4	3	5	4	7
	19:30	3	3	4	7	5	5
	20:00	2	2	2	5	4	8
	20:15	3	1	1	3	2	4
		37	40	42	45	50	63

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Toma de tiempos para la aplicación de la teoría de colas

Paciente	Tiempo de llegada a la fila	Tiempo de inicio del servicio	Tiempo entre llegadas	Tiempo de atención	Área
1	10:00:00	10:05:00	00:00:00	00:30:00	Odontología
2	10:18:00	10:38:00	00:18:00	00:20:00	Medicina
3	10:25:00	11:06:00	00:07:00	00:41:00	Odontología
4	10:28:00	11:10:00	00:03:00	00:42:00	Terapia física
5	10:38:00	11:08:00	00:10:00	00:30:00	Medicina
6	10:50:00	11:13:00	00:12:00	00:23:00	Odontología
7	10:55:00	11:15:00	00:05:00	00:20:00	Laboratorio
8	11:07:00	11:36:00	00:12:00	00:29:00	Medicina
9	11:19:00	11:49:00	00:12:00	00:30:00	Psicología
10	11:41:00	12:11:00	00:22:00	00:30:00	Odontología
11	11:53:00	12:19:00	00:12:00	00:26:00	Psicología
12	12:07:00	12:42:00	00:14:00	00:35:00	Medicina
13	12:19:00	12:53:00	00:12:00	00:34:00	Medicina
14	12:31:00	13:01:00	00:12:00	00:30:00	Odontología
15	12:36:00	12:56:00	00:05:00	00:20:00	Terapia física
16	12:41:00	13:22:00	00:05:00	00:41:00	Odontología
17	13:00:00	13:30:00	00:19:00	00:30:00	Terapia física
18	13:30:00	14:00:00	00:30:00	00:30:00	Medicina
19	13:53:00	14:23:00	00:23:00	00:30:00	Odontología
20	14:00:00	14:30:00	00:07:00	00:30:00	Terapia física
21	14:07:00	14:37:00	00:07:00	00:30:00	Medicina
22	14:10:00	14:40:00	00:03:00	00:30:00	Terapia física

23	14:15:00	14:45:00	00:05:00	00:30:00	Odontología
24	14:20:00	14:50:00	00:05:00	00:30:00	Odontología
25	14:27:00	14:57:00	00:07:00	00:30:00	Odontología
26	14:44:00	15:14:00	00:17:00	00:30:00	Medicina
27	15:00:00	15:20:00	00:16:00	00:20:00	Odontología
28	15:07:00	15:48:00	00:07:00	00:41:00	Terapia física
29	15:22:00	16:04:00	00:15:00	00:42:00	Medicina
30	15:36:00	16:06:00	00:14:00	00:30:00	Odontología
31	15:48:00	16:11:00	00:12:00	00:23:00	Odontología
32	16:00:00	16:20:00	00:12:00	00:20:00	Terapia física
33	16:10:00	16:39:00	00:10:00	00:29:00	Medicina
34	16:15:00	16:45:00	00:05:00	00:30:00	Odontología
35	16:25:00	16:55:00	00:10:00	00:30:00	Odontología
36	16:30:00	16:59:00	00:05:00	00:29:00	Medicina
37	16:38:00	17:08:00	00:08:00	00:30:00	Medicina
38	16:40:00	17:00:00	00:02:00	00:20:00	Odontología
39	16:50:00	17:31:00	00:10:00	00:41:00	Odontología
40	16:55:00	17:37:00	00:05:00	00:42:00	Medicina
41	17:00:00	17:30:00	00:05:00	00:30:00	Terapia física
42	17:03:00	17:26:00	00:03:00	00:23:00	Medicina
43	17:05:00	17:25:00	00:02:00	00:20:00	Odontología
44	17:11:00	17:40:00	00:06:00	00:29:00	Laboratorio
45	17:12:00	17:42:00	00:01:00	00:30:00	Medicina
46	17:13:00	17:43:00	00:01:00	00:30:00	Odontología
47	17:14:00	17:37:00	00:01:00	00:23:00	Odontología
48	17:18:00	17:38:00	00:04:00	00:20:00	Odontología
49	17:20:00	17:49:00	00:02:00	00:29:00	Medicina
50	17:26:00	17:56:00	00:06:00	00:30:00	Odontología
51	18:00:00	18:30:00	00:34:00	00:30:00	Odontología
52	18:10:00	18:36:00	00:10:00	00:26:00	Terapia física
53	18:22:00	18:57:00	00:12:00	00:35:00	Medicina
54	18:33:00	19:07:00	00:11:00	00:34:00	Odontología
55	18:50:00	19:20:00	00:17:00	00:30:00	Odontología
56	19:00:00	19:20:00	00:10:00	00:20:00	Medicina
57	19:14:00	19:44:00	00:14:00	00:30:00	Medicina
58	19:26:00	20:08:00	00:12:00	00:42:00	Odontología
59	19:28:00	20:13:00	00:02:00	00:45:00	Medicina
60	19:38:00	20:01:00	00:10:00	00:23:00	Odontología
61	20:00:00	20:20:00	00:22:00	00:20:00	Terapia física
62	20:18:00	20:47:00	00:18:00	00:29:00	Medicina
63	20:30:00	21:00:00	00:12:00	00:30:00	Odontología

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de llegada	10 minutos
Tiempo promedio de servicio	30 minutos

Tasa promedio de servicio = 30 minutos/paciente

Utilización promedio del ambulatorio: $U_s = \lambda/\mu = 30/2 = 15\text{minutos}$

s = número de servidores constate de 1 servidor por consultorio

La proporción de tiempo solicitada se expresa en la tasa de utilización

$$p = \frac{\lambda}{s * \mu} = \frac{6}{3 * 2} = 1,6 \rightarrow 1 - p = 1 - 1,6 = -0,6$$

El servicio del ambulatorio está utilizado un 40%, esto es, el ser $\rho = < 0,6$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{N=0}^{s-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \frac{1}{1-p}} = \frac{1}{\sum_{n=0}^2 \binom{6}{n!} + \frac{1}{3!} (6)^3 \frac{1}{-0.6}} = \frac{1}{29.51} = 0,033$$

$$Lq = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s s \lambda \mu}{(s-1)! * (s\mu - \lambda)^2} p_0 \frac{\left(\frac{6}{2}\right)^2 * 6 * 2}{(1!) * (2 * 6 - 2)^2} = 0,17$$

Longitud promedio de la cola Lq

$$l_q = l_s - \frac{\lambda}{\mu} = 10 - 0.6 = 0,17$$

Tiempo promedio que permanece el paciente en el sistema, en la cola y siendo atendida

$$Wq = \frac{l_q}{\lambda} = \frac{0,03}{10} = 0,167$$

$$Ws = \frac{\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)! * (M\mu - \lambda)^2} p_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{10}{30} * 0,03 + \frac{1}{2} = 0,05$$

$P = \text{factor de utilización} = 0,15$

Tiempo haciendo cola Wq o tiempo promedio esperando por un servicio

$$Wq = \frac{1}{2} = \frac{0,17}{6} = 0,03$$

Tiempo de espera en el sistema W

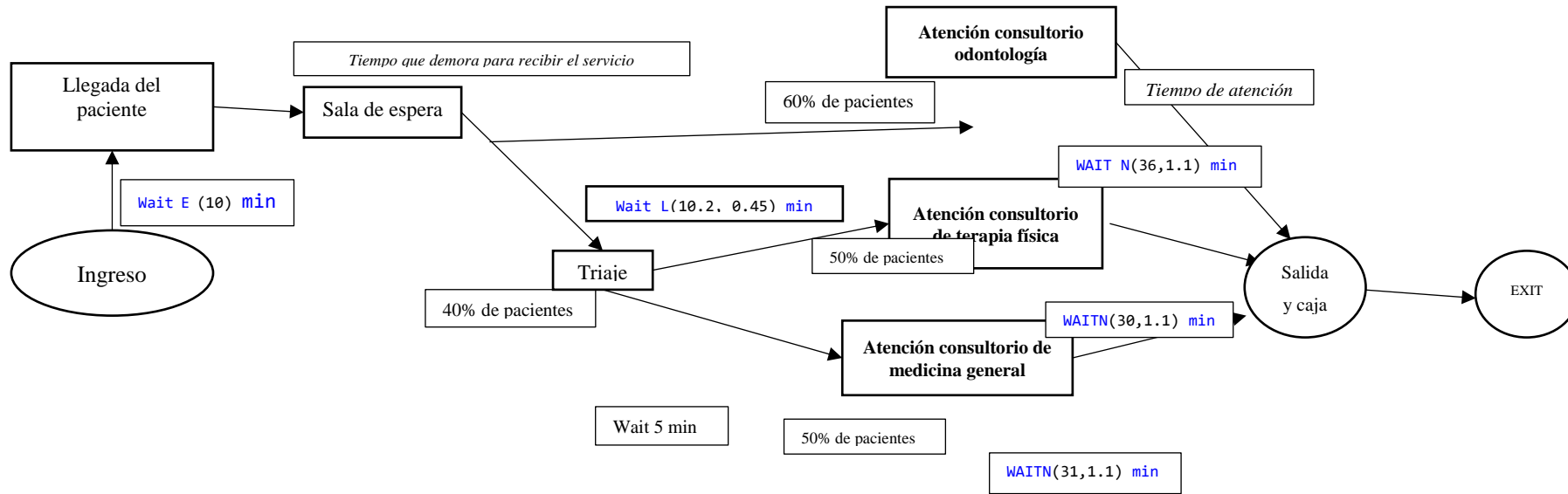
$$\lambda_{EF} = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n * p_n = \sum_{n=1}^m (m-n) \lambda * p_n = 0,594$$

*Cantidad de especialistas por área * $\frac{\text{capacidad de pacientes}}{\text{demanda}}$*

Anexo 15. Resultado de las distribuciones con Stat::Fit

Tiempo de espera Log (10.2,3.09,0.45)	Tiempo de atención Log normal (60, 6, 0.837) Tiempo entre llegadas Log normal (0, 1.93, 0.811)

Anexo16. Diagrama del proceso de atención del centro médico P&P Anatomy en el software Promodel



Anexo 17. Resultados del modelo actual del centro médico con Promodel

Entidades			
Icono	Nombre	Velocidad (mpm)	Estadist
	Paciente	150	Series de tiempo

Figura 1A. Entidad en el sistema

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	Dis...	Estadist	Reglas...
	Llegada_de_pacientes	43	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Sala_de_espera	13	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo
	Área_de_triaje	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo
	Consultorio_terapia_fisica	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo
	Consultorio_médico	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo
	Consultorio_odontológico	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo
	Caja_y_Salida	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo
	Sala_odontologia	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Sala_a_Triaje	2	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Odontologia_a_salida	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Triaje_a_Construccion	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Triaje_a_Terapia	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Consultorio_a_salida	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	Terapia_a_salida	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	FILA_TRIAJE	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO
	FILA_ODONTOLÓGICA	INFINITE	1	Ninguna	Series de tiempo	Háe Tiempo, FIFO

Figura 2A. Locaciones en el sistema

Recursos					
Icono	Nombre	Unidades	TMs...	Estadist	Especif. ...
	MEDICO	1	Ninguna	Por Unidad, Series d	Red_Medico, N1, Rtn H
	TERAPISTA_	1	Ninguna	Por Unidad, Series d	Red_Terapia, N1, Rtn
	ODONTÓLOGO	1	Ninguna	Por Unidad, Series d	Red_Odontologia, N1, R

Figura 3A. Recursos en el sistema

Entidad Resumen (Prom. Rep)					
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)
Paciente	63.00	147.82	1.00	31.51	57.65

Figura 4A. Cantidad de pacientes atendidos en el sistema

Resource Resumen (Prom. Reprs)					
Nombre	Unidades	Tiempo Programado (Hr)	Número de Veces Utilizado	Tiempo Por Uso Promedio (Min)	% Utilización
MEDICO	1.00	16.36	18.00	31.13	57.55
TERAPISTA	1.00	16.36	21.50	29.97	68.34
ODONTÓLOGO	1.00	16.36	23.50	36.02	86.26

Figura 5A. Estadísticas de los recursos en el sistema

Variable Resumen (Rep. 1)							
Réplica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
1	V CANT DE PACIENTES EN TERAPIA	21.00	35.63	0.00	21.00	21.00	10.91
1	V CANT DE PACIENTES EN ODONTOLÓGIA	20.00	37.01	0.00	20.00	20.00	11.07
1	V CANT DE PACIENTES EN EL MEDICO	22.00	38.94	0.00	22.00	22.00	10.23
1	V LLEGADA DE PACIENTES A ODONTOLOGIA	20.00	27.29	0.00	20.00	20.00	13.76
1	V LLEGADA DE PACIENTES A TRIAJE	43.00	16.16	0.00	43.00	43.00	24.72

Figura 6A. Estadísticas del número de pacientes atendidos por especialidad

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Resultados del modelo 2 Agregando una unidad más al área de odontología y que atiendan 2 especialistas.

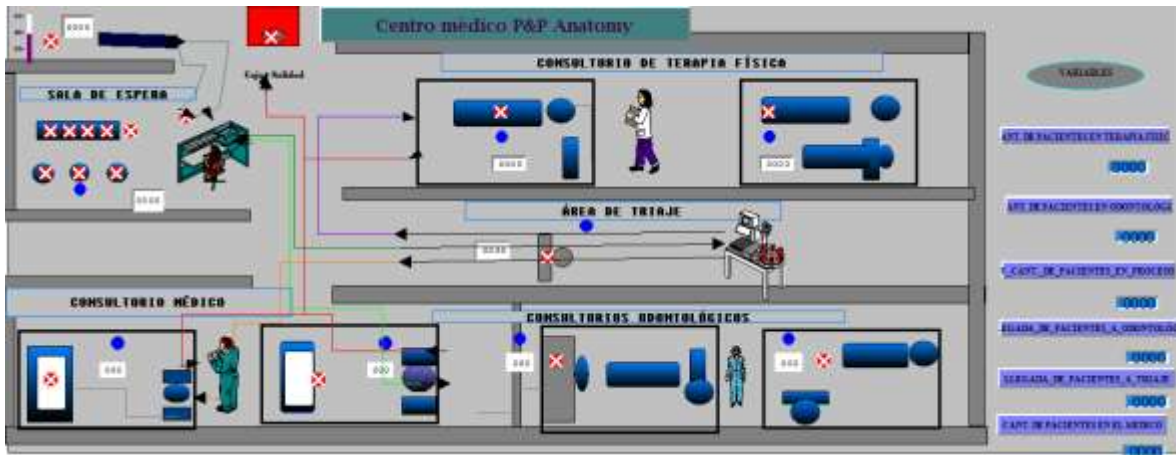


Figura 7A. Layout de la primera propuesta del centro médico en el software Promodel

Entidad Resumen (Prom. Reps)						
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
Paciente	63.00	147.82	1.00	27.68	57.51	61.62

Figura 8A. Cantidad de pacientes atendidos en la propuesta 1

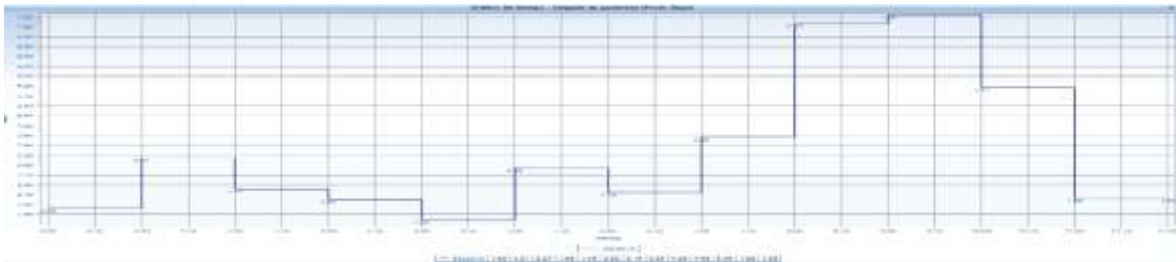


Figura 9A. Estadísticas del tiempo entre llegadas del paciente al sistema

Resource Resumen (Prom. Reps)						
Nombre	Unidades	Tiempo Programado (Hr)	Tiempo de Trabajo (Min)	Número de Veces Utilizado	Tiempo Por Uso Promedio (Min)	% Utilización
MEDICO	1.00	12.00	458.63	15.50	29.57	63.70
TERAPISTA	1.00	12.00	512.62	17.75	28.82	71.20
ODONTÓLOGO.1	1.00	12.00	477.15	13.50	35.41	66.27
ODONTÓLOGO.2	1.00	12.00	379.88	10.75	35.35	52.76
ODONTÓLOGO	2.00	24.00	857.03	24.25	35.35	59.52

Figura 10A. Estadísticas de los recursos en el sistema

Recursos Costos (Prom. Reps)							
Nombre	Unidades	NoUso Costo	% NoUso Costo	Costo de Uso	% Costo de Uso	Total Costo	% Costo Total
MEDICO	1.00	256.61	40.15	1,504.19	43.19	1,760.80	42.74
ODONTÓLOGO	2.00	341.10	53.15	1,182.40	34.11	1,523.50	37.10
ODONTÓLOGO.1	1.00	140.96	21.93	700.79	20.21	841.75	20.49
ODONTÓLOGO.2	1.00	200.14	31.22	481.61	13.90	681.75	16.61
TERAPISTA	1.00	42.03	6.70	787.02	22.70	829.05	20.16

Figura 11A. Estadísticas de los costos generados con cuatro recursos en el sistema

Fuente: Elaboración propia

Variable Resumen (Prom. Reps)							
Replica	Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Avg	V CANT DE PACIENTES EN TERAPIA	19.00	41.40	0.00	19.00	19.00	10.62
Avg	V CANT DE PACIENTES EN ODONTOLOGÍA	25.25	37.91	0.00	25.25	25.25	12.55
Avg	V CANT DE PACIENTES EN EL MEDICO	18.75	45.70	0.00	18.75	18.75	10.02
Avg	V CANTIDA DE PACIENTE EN PROCESO	126.00	5.80	0.00	16.00	0.00	5.97
Avg	V LLEGADA DE PACIENTES A ODONTOLOGÍA	25.25	26.14	0.00	25.25	25.25	17.01
Avg	V LLEGADA DE PACIENTES A TRAJE	37.75	18.45	0.00	37.75	37.75	24.16

Figura 12A. Variables del proceso de la primera propuesta del centro médico

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Resultados del modelo escenario 3 al implementar dos especialistas en cada área



Figura 13A. Layout de la segunda propuesta del centro médico en el software Promodel

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un total de 63 pacientes atendidos con un tiempo de espera promedio de 22,97 minutos, y un tiempo de servicio de los 54,65 minutos.

Entidad Resumen (Prom. Reps)						
Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)
Paciente	63.00	19.25	118.78	1.00	22.97	54.65

Figura 14A. Cantidad de pacientes atendidos en el sistema

Fuente: Elaboración propia

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
V CANT DE PACIENTES EN TERAPIA	21.00	35.63	0.00	21.00	21.00	10.91
V CANT DE PACIENTES EN ODONTOLOGÍA	20.00	37.01	0.00	20.00	20.00	11.07
V CANT DE PACIENTES EN EL MEDICO	22.00	38.94	0.00	22.00	22.00	10.23
V CANTIDA DE PACIENTE EN PROCESO	126.00	5.83	0.00	11.00	0.00	5.07
V LLEGADA DE PACIENTES A ODONTOLOGÍA	20.00	27.29	0.00	20.00	20.00	13.76
V LLEGADA DE PACIENTES A TRAJE	43.00	16.16	0.00	43.00	43.00	24.72

Figura 15A. Variables del proceso de la segunda propuesta del centro médico

Fuente: Elaboración propia

Resource Resumen (Prom. Reps)						
Nombre	Unidades	Tiempo Programado (Hr)	Tiempo de Trabajo (Min)	Número de Veces Utilizado	Tiempo Por Uso Promedio (Min)	% Utilización
MEDICO.1	1,00	14,03	304,63	9,75	31,27	36,63
MEDICO.2	1,00	14,03	307,80	10,00	30,76	37,17
MEDICO	2,00	28,05	612,43	19,75	31,01	36,90
TERAPISTA .1	1,00	14,03	370,28	12,25	30,23	44,30
TERAPISTA .2	1,00	14,03	216,82	7,25	29,75	26,60
TERAPISTA	2,00	28,05	587,10	19,50	30,07	35,45
ODONTÓLOGO.1	1,00	14,03	486,40	13,50	36,07	57,81
ODONTÓLOGO.2	1,00	14,03	366,68	10,25	35,76	43,61
ODONTÓLOGO	2,00	28,05	853,08	23,75	35,95	50,71

Figura 16A. Estadística de los recursos teniendo dos especialistas en cada área

Fuente: Elaboración propia

Los costos del servicio de atención por usuario en la simulación propuesta 2

							Recursos C	
Nombre	Unidades	NoUso Costo	% NoUso Costo	Costo de Uso	% Costo de Uso	Total Costo	% Costo Total	
MEDICO.1	1,00	326.54	28.99	705.30	19.81	1,031.84	21.94	
MEDICO.2	1,00	335.40	29.62	666.44	18.69	1,001.84	21.32	
MEDICO	2,00	661.94	58.61	1,371.74	38.50	2,033.68	43.27	
TERAPISTA .1	1,00	92.95	8.07	487.11	13.83	580.06	12.43	
TERAPISTA .2	1,00	132.34	11.55	290.22	8.32	422.56	9.11	
TERAPISTA	2,00	225.29	19.62	777.34	22.15	1,002.63	21.54	
ODONTÓLOGO.1	1,00	102.36	8.70	784.41	22.19	886.77	18.96	
ODONTÓLOGO.2	1,00	153.09	13.08	603.69	17.16	756.77	16.24	
ODONTÓLOGO	2,00	255.45	21.77	1,388.10	39.35	1,643.55	35.19	

Figura 17A. Estadísticas de los costos generados con seis recursos en el sistema

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Definiciones de Promodel

Definiciones de Promodel	
<i>Entidad</i>	Son representadas por los pacientes que llegan para realizar su consulta médica, odontológica o de terapia física y termina con la salida del sistema luego de ser atendidos por un especialista.
<i>Locaciones</i>	Son representadas por el ingreso del paciente, el área de espera, triaje y las tres especialidades consulta médica, especificando la capacidad de cada locación.
<i>Variables</i>	Este permite realizar el conteo del número de pacientes que ingresan al sistema y el número de clientes que fueron atendidos.
<i>Recursos</i>	Como recursos se tomó en cuenta los especialistas en cada área
<i>Procesamiento</i>	En la función proceso se ubicaron las entidades que intervienen en la operación en este caso cliente atendido y sin atender, en locaciones y en operaciones se colocó el tiempo de atención



6 de mayo del 2023, Zapopan, Jal. Mx.

Estimado Centro Médico PYP ANATOMY E.I.R.L.
RUC: 20607417777
Ger. Josselyn Palacios Valdiviezo.

Les enviamos un cordial saludo de parte del equipo de Medis365, y a la vez agradecemos el interés que tienen en nuestros servicios. Basándonos en la información previa realizamos la siguiente propuesta económica para ustedes.

De acuerdo al precio de La Plataforma Medis365 vigente a la fecha señalada en esta propuesta económica, se le ofrece el pago mensual de cuatro usuarios médico con las siguientes frecuencias de pago:

Suscripción mensual:

- Primer usuario médico: \$19 USD (Diecinueve dólares americanos).
- Cada usuario médico extra: \$10 USD (Diez dólares americanos).

Mensualidad para cuatro usuarios médicos: \$49 USD (Cuarenta y nueve dólares americanos).

Suscripción anual:

- Primer usuario médico: \$190 USD (Ciento noventa dólares americanos).
- Cada usuario médico extra: \$100 USD (Cien dólares americanos).

Anualidad para cuatro usuarios médicos: \$490 USD (Cuatrocientos noventa dólares americanos).

Por promoción, nuestra empresa le ofrece el primer pago de su anualidad con un **15% de descuento con el cupón: MAYO23**. Siendo así la **anualidad para cuatro usuarios médicos: \$416.50 USD** (Cuatrocientos dieciséis dólares americanos con cincuenta centavos de dólar americano). Válido hasta el 31 de mayo del 2023.

Litzy Flores.

Asesora de ventas en Medis365.

SOLUCIONES EN SOFTWARE Y PROCESOS S.A. DE C.V.
Av. Acueducto 6075 A local 4, Colonia Puerta de Hierro; Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45116.

www.medis365.com.mx

ventas@medis.com.mx

Cel: +52 33 2166 8189

Anexo 21. Cotización de software Medis365

Fuente: [28]

Anexo 22. Perfil profesional del ingeniero industrial a cargo de la estandarización

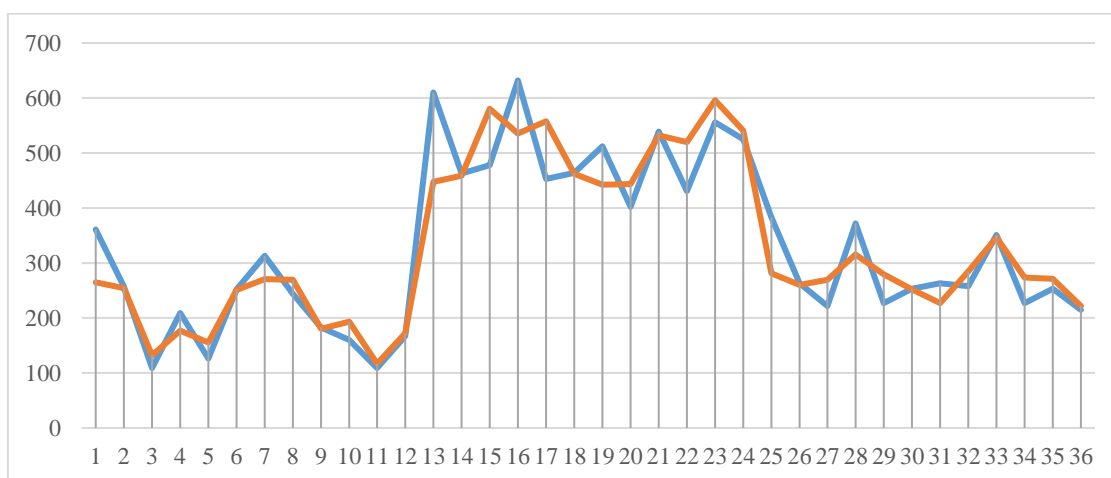
Nombre del Cargo	Estandarización del proceso
Requisitos Profesionales	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado en ingeniería industrial o carrera a fin. • Conocimiento en equipos de laboratorio y sistemas de gestión ISO. • Experiencia mínima de 2 años en actividades similares.
Habilidades y Actitudes	<p>Capacidad de dirigir, planear y gestionar cambios Iniciativa y creatividad Capacidad de análisis y de toma de decisiones Trabajo en equipo Capacidad negociadora Plantación orientada a resultados en tiempos cortos.</p>

Anexo 23. Resumen de los costos de implementación para la propuesta

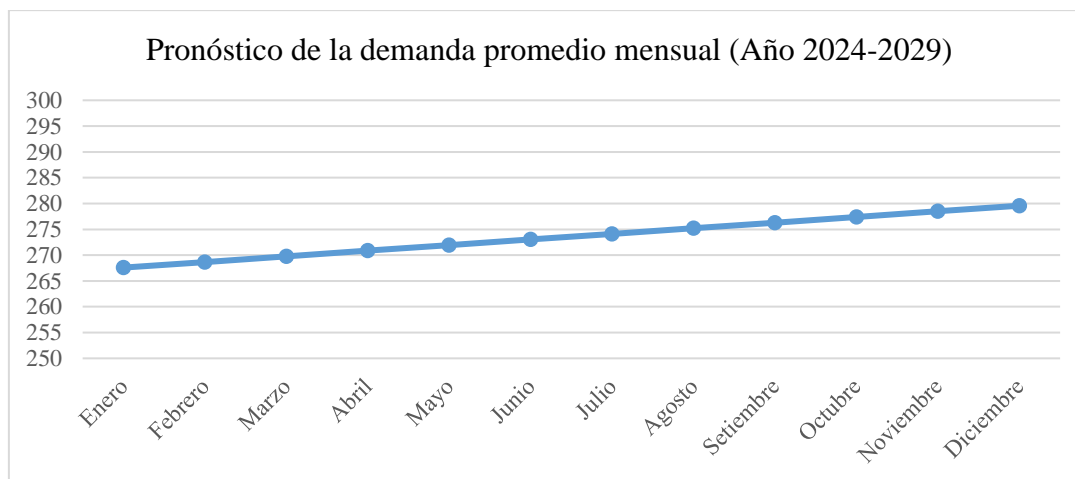
Gastos administrativos y de ventas

Descripción	Cantidad total	Gasto unitario (S/.)	Gasto total (S/.)
Sueldo del personal de medicina general	2	S/1,500.00	S/1,500.00
Sueldo del personal de psicoterapeuta	2	S/1,000.00	S/1,000.00
Sueldo del personal de odontología	2	S/1,500.00	S/1,500.00
TOTAL			S/4,000.00

Anexo 24. Pronóstico de demanda de pacientes



El gráfico "Pronóstico de demanda" muestra la tendencia positiva que se pronostica en la demanda de los 12 meses del año (2023-2026)



Anexo 25. Operacionalización de variables

Variabes	Tipos de variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Mejora del servicio de atención	Independiente	Tiempos de espera en admisión	Nivel de servicio	Formulas del nivel de servicio	Hojas de cálculo de Excel
Tiempos de espera	Dependiente	Tiempos de espera antes de la consulta	$Wq = \text{Tiempo en la cola}$ $p_0 = \text{probabilidad de pacientes en cola}$ $Lq = \text{número promedio en cola}$ $S = \text{número de servidores}$ $\lambda = \text{Tasa promedio de llegadas}$ $\mu = \text{Tasa promedio de servicio}$	Recolección de datos Análisis de datos	Hojas de cálculo de Excel Aplicación de la teoría de colas Simulación de la propuesta en Promodel.

Fuente: Elaboración propia



Anexo 26. Carta de aceptación de la empresa