



FACULTAD DE INGENIERÍA Y COMPUTACIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Propuesta de un modelo de optimización de la operación de servicios para
clínicas ocupacionales basado en el Lean Healthcare, algoritmos y modelos
de aprendizaje automático**

**Tesis presentada por el Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería
Industrial:**

Bruno Enmanuel Galdos Pare

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor: Mg. Felipe Eladio Valencia Rivera

Arequipa, 2025

Trabajo de titulación

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	4%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	saludarequipa.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.autonomadeica.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.digesa.minsa.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a todas las personas que me apoyaron en la realización de este trabajo de investigación, a todo el personal operativo y administrativo de las tres clínicas ocupacionales de estudio que permitieron la recolección de la información de sus centros de trabajo. A mi centro de trabajo que me permitió la oportunidad de trabajar en las clínicas ocupacionales como asesor externo.

DEDICATORIA

A Dios, quien es al que me encomiendo para que me guie personal y profesionalmente. A mi abuelito Sabino, por quien en vida me impulso en alcanzar mis metas profesionales y personales, este logro es en honor a su legado y todo lo que me ha enseñado.

Sin su apoyo y ejemplo, no sería el profesional que actualmente soy.

RESUMEN

La investigación tiene un diseño no experimental de naturaleza transversal de alcance descriptivo; aplicando un método de investigación mixto, cualitativo por las guías de entrevistas semiestructuradas realizadas al personal operativo y administrativo de estas clínicas ocupacionales y cuantitativa por la recopilación de información estadística como el estudio de tiempos, las simulaciones en el software Arena y el procesamiento de las encuestas de satisfacción. El objetivo principal de la presente investigación es realizar una propuesta de modelo para la optimización de las operaciones de servicio en clínicas ocupacionales que están acreditadas por la Gerencia Regional de Salud (GERESA), basado en el Lean Healthcare, algoritmos y modelos de aprendizaje automático.

Se determinó la situación actual del servicio brindado y las mudas en clínicas ocupacionales acreditadas en la ciudad de Arequipa, asimismo se utilizó de referencia las encuestas de satisfacción de una clínica ocupacional donde se obtuvo que el promedio consolidado de la satisfacción del cliente es de 15 (siendo este puntaje menor a lo establecido) del mismo modo la pregunta específica del tiempo total de atención es la más baja con 70.36% (siendo este puntaje menor a lo establecido); a través de las entrevistas dirigidas al personal y pacientes de distintas clínicas se determinó que los principales problemas en la operación de servicio son el: Tiempo extenso de examen médico ocupacional, Reprocesos en las operaciones, Desorientación de los pacientes y la falta de enfoque en la gestión de experiencia al cliente. Asimismo, se realizó un estudio de tiempos donde se determinó que el 42.27% del tiempo total de examen médico ocupacional, los pacientes están en la espera para ser atendidos.

El modelo propone la filosofía Lean Healthcare utilizando el reporte A3, el cual determinó que para el problema de los largos tiempos de espera la solución más idónea era la capacitación estandarizar sus procesos a través de la implementación de procedimientos acompañado de su difusión a las partes interesadas. A través de los algoritmos, se propuso la utilización de algoritmos de asignación que junto al software Arena, se diseñó un flujo de atención adecuado para la optimización de tiempos. Y por último el aprendizaje automático que estará dirigido a la utilización del aprendizaje profundo para realizar el análisis de sentimientos de las encuestas de satisfacción. En conclusión, se determinó que el modelo de optimización propuesto permitiría a las clínicas solventar sus principales problemas hasta en un 91.13%, considerando una rubrica propuesta en función del diagnóstico desarrollado. Asimismo, el modelo es altamente viable ya que se logra cubrir el costo con un porcentaje inferior al 5% del total de beneficios posibles generados por la atención de pacientes que no se atendieron.

Palabras clave: Salud Ocupacional, Lean Healthcare, Algoritmos, Aprendizaje Automático.

ABSTRACT

The research has a non-experimental design of cross-sectional nature of descriptive scope; applying a mixed research method, qualitative by the guides of semi-structured interviews conducted with the operational and administrative staff of these occupational clinics and quantitative by the collection of statistical information such as the study of times, simulations in Arena software and the processing of satisfaction surveys. The main objective of this research is to make a model proposal for the optimization of service operations in occupational clinics that are accredited by the Regional Health Management (GERESA), based on Lean Healthcare, algorithms and machine learning models.

We determined the current situation of the service provided and the changes in occupational clinics, we used as reference the satisfaction surveys of an occupational clinic where it was obtained that the consolidated average of customer satisfaction is 15 (being this score lower than the established) in the same way the question of the total time of attention is the lowest with 70.36% (being this score lower than the established); through the interviews directed to the staff and patients it was determined that the main problems are: Extensive waiting time, Reprocesses in operations and Disorientation of patients. Likewise, a time study was conducted where it was determined that 42.27% of the total evaluation time, patients are waiting to be attended.

The model proposes the Lean Healthcare philosophy using the A3 report, which determined that for the problem of long waiting times the most suitable solution was to standardize its processes through the implementation of procedures accompanied by their dissemination to stakeholders. Through algorithms, it was proposed the use of allocation algorithms that together with the Arena software, an adequate flow of attention was designed to optimize times. And finally, the machine learning that will be directed to the use of deep learning to perform sentiment analysis of satisfaction surveys. In conclusion, it was determined that the proposed optimization model would allow clinics to solve their main problems up to 91.13%, considering a proposed rubric based on the developed diagnosis. Likewise, the model is highly viable since the cost can be covered with a percentage of less than 5% of the total possible benefits generated by the care of patients who were not attended.

Key words: Occupational Health, Lean Healthcare, Algorithms, Machine Learning

INDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
INDICE	vii
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO	1
1.1. Antecedentes Generales del Sector	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Identificación del Problema	3
1.2.2. Formulación del Problema	3
1.2.3. Descripción del Problema	4
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Justificación de la Investigación	7
1.4.1. Justificación Práctica	7
1.4.2. Justificación Social	8
1.4.3. Justificación Económica	8
1.4.4. Justificación Teórica	8
1.4.5. Justificación Personal	9
1.4.6. Justificación Metodológica	9
1.5. Alcance de la Investigación	9
1.5.1. Temático	9
1.5.2. Espacial	10
1.5.3. Temporal	10
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes de Investigación	11
2.2. Marco Teórico	18
2.2.1. Filosofía Lean	18
2.2.2. Lean Healthcare	23
2.2.3. Aprendizaje Automático	30

2.2.4.	Algoritmos	36
2.2.5.	Salud Ocupacional	39
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....		46
3.1.	Diseño de Investigación	46
3.2.	Tipo de Investigación	46
3.3.	Métodos de Investigación.....	46
3.4.	Técnicas de investigación.....	46
3.4.1.	Entrevistas.....	46
3.4.2.	Observación	46
3.5.	Instrumentos de investigación.....	47
3.5.1.	Guía de observación	47
3.5.2.	Guía de entrevista semiestructurada	47
3.5.3.	Guía de análisis documental	47
3.6.	Población en estudio.....	47
CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		50
4.1.	Clínicas Ocupacionales	50
4.1.1.	Servicios Ofrecidos.....	50
4.1.2.	Clientes del servicio médico ocupacional.....	52
4.1.3.	Mapa de procesos	53
4.1.4.	Proceso general de atención.....	54
4.1.5.	Principales clientes	57
4.1.6.	Afluencia de pacientes	57
4.2.	Análisis de los principales problemas	58
4.2.1.	Tiempo de exámenes medico ocupacionales extensos	58
4.2.2.	Reprocesos en exámenes médicos	60
4.2.3.	Desorientación de los pacientes.....	61
4.2.4.	Falta de enfoque en la gestión de la experiencia del paciente	61
4.3.	Resultados de entrevistas	61
4.3.1.	Personal Operativo.....	61
4.3.2.	Clientes	64
4.4.	Identificación de principales puntos de mejora.....	66
4.4.1.	Determinar causa – raíz	67
4.4.2.	Principales puntos de mejora	69
CAPÍTULO V: DISEÑO DE INGENIERIA.....		70

5.1.	Consideraciones Iniciales	70
5.1.1.	Limitaciones	70
5.1.2.	Supuestos	70
5.2.	Planteamiento de la propuesta.....	70
5.2.1.	Características de la Propuesta (Modelamiento)	70
5.2.2.	Procedimiento	71
5.2.3.	Desarrollo	79
5.3.	Evaluación de la propuesta.....	113
5.3.1.	Validez por expertos	118
5.4.	Análisis Técnico – Económico de la propuesta	119
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		124
6.1.	Resultados	124
6.2.	Conclusiones	125
6.3.	Recomendaciones.....	127
BIBLIOGRAFÍA		128
ANEXOS		132

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Empresas acreditadas en Salud Ocupacional – Arequipa 2024.....	43
Tabla 2 Empresas en proceso de acreditación en Salud Ocupacional – Arequipa 2024	45
Tabla 3 Listado de población estudio de Clínicas Ocupacionales	47
Tabla 4 Empresas consideradas para el muestreo.....	49
Tabla 5 Factores de la operación de servicios	57
Tabla 6 Herramienta de 5 por qué.....	68
Tabla 7 Soluciones y herramientas a desarrollar en el modelo.....	69
Tabla 8 Modelamiento de la propuesta de investigación.....	71
Tabla 9 Comparación herramientas Lean	73
Tabla 10 Modelos pre-entrenados según idioma	78
Tabla 11 Procedimiento del modelo propuesto	81
Tabla 12 Análisis de los Recursos de la Situación Actual.....	83
Tabla 13 Identificación de desperdicios	84
Tabla 14 Plan de acción	89
Tabla 15 Indicadores para seguimiento	95
Tabla 16 Recursos identificados EMO	96
Tabla 17 Precedencias de exámenes del médico ocupacional	97
Tabla 18 Tiempos promedio efectivos.....	102
Tabla 19 Promedio de simulaciones mejoradas.....	102
Tabla 20 Métricas de desempeño.....	104
Tabla 21 Precisión del modelo.....	108
Tabla 22 Dimensiones de problemas	113
Tabla 23 Costos de implementación del modelo	120
Tabla 24 Promedio de pacientes atendidos en el año 2023	120
Tabla 25 Cálculo de pacientes posibles de atender con reducción de tiempo de examen	122
Tabla 26 Precio de los exámenes de acuerdo con el perfil	122
Tabla 27 Estimación del beneficio total.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de problemas	6
Figura 2	Mapa de procesos genérico de salud ocupacional	54
Figura 3	Diagrama de flujo – Operación servicio	56
Figura 4	Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)	59
Figura 5	Análisis de satisfacción general.....	65
Figura 6	Análisis de satisfacción por consultorios	66
Figura 7	Flujo del modelo propuesto	76
Figura 8	Carta compromiso de la alta dirección	79
Figura 9	Registro de inducción de personal – modelo de optimización	80
Figura 10	Value Stream Map situación actual	85
Figura 11	Método 6M	86
Figura 12	Matriz de Priorización de Holmes	88
Figura 13	Matriz de Habilidades / Competencias.....	91
Figura 14	Checklist de verificación de equipos.....	93
Figura 15	Listado de equipos validados.....	94
Figura 16	Diagrama de asignaciones	97
Figura 17	Diagrama de flujo	99
Figura 18	Simulación en Software arena	101
Figura 19	Generación de respuestas por GPT.....	105
Figura 20	Interfaz Hugging Face	106
Figura 21	Descripción del proceso Transformer	106
Figura 22	Respuesta del análisis del text	107
Figura 23	Detalles del entramiento	108
Figura 24	Análisis de sentimientos de pregunta N°01	110
Figura 25	Análisis de sentimientos de pregunta N°02.....	111
Figura 26	Análisis de sentimientos de pregunta N°03.....	112
Figura 27	Evaluación de propuesta – situación actual.....	115
Figura 28	Evaluación de implementación del modelo propuesto	117

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se realizará en el marco de investigación aplicada, a través de la propuesta de un modelo de optimización en las operaciones de servicios para clínicas ocupacionales, las cuales presentan diferentes mudas a lo largo de todo el proceso de la evaluación ocupacional de un paciente, la cual se ve reflejado en los bajos niveles de satisfacción en sus pacientes. Se identificarán los problemas y se buscara proponer mejoras en las operaciones del servicio aplicando la filosofía Lean Healthcare, además de algoritmos y el aprendizaje automático o también conocido como Machine Learning.

En el sector salud, la aplicación de los principios Lean se está utilizando actualmente para abordar problemas que a menudo no son solo atribuibles a las personas, sino también a procesos no estandarizado, esta filosofía elimina ineficiencias para asegurar que todo trabajo realizado tenga valor y ofrezca resultados positivos a los pacientes, mejorando así la calidad de la atención.

Actualmente, el uso de algoritmos está revolucionando la forma en la que se gestionan y optimizan sus procesos, los algoritmos, establecen recursos limitados a tareas o personas de la manera más eficiente posible, respetando ciertas restricciones establecidos buscando optimizar criterios específicos, como el tiempo, el costo o el rendimiento.

El aprendizaje automático también conocido como Machine Learning, es una rama de la inteligencia artificial que ofrece soluciones innovadoras en la atención sanitaria, permitiendo a los sistemas informáticos de los centros de salud aprender de los datos ingresados mejorando el rendimiento de tareas específicas. Se aplicará el aprendizaje profundo (subgrupo del aprendizaje automático) el cual ha revolucionado el análisis de sentimientos, permitiendo modelos más precisos y escalable ofreciendo análisis más matizados y precisos en textos complejos.

En el primer capítulo, se tratan aspectos generales de la investigación, los antecedentes generales del sector de estudio, el planteamiento del problema, objetivos perseguidos, la justificación de la investigación y finalmente su alcance.

En el segundo capítulo, se desarrolla el marco de referencia teórico del trabajo de investigación, los antecedentes previos, presentando la mitología Lean Healthcare, Aprendizaje Automático, Algoritmos y Salud Ocupacional.

En el tercer capítulo se presenta el planteamiento operacional donde se determinan los aspectos metodológicos de la investigación como el diseño, tipo, métodos, técnicas e instrumentos y la población estudio de la investigación.

En el cuarto capítulo, se desarrolla el diagnóstico de la situación actual de las clínicas ocupacionales, los servicios que se ofrecen, se realiza un análisis de los principales problemas más recurrentes a través de entrevistas dirigidas al personal operativo y administrativo de las clínicas ocupacionales determinando su causa raíz.

En el quinto capítulo, se presenta el diseño de ingeniería, donde se desarrolla las características del modelo a emplear que constara de 03 ejes para su implementación (pre operativo, operativo, post operativo), se desarrollara y evaluara la propuesta de implementación junto al análisis técnico – económico.

Finalmente, en el sexto capítulo se van a exponer las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

1.1. Antecedentes Generales del Sector

Lean Healthcare es una filosofía de gestión que se originó en Japón con el sistema de producción Toyota y ha sido adaptado a lo largo de los años para mejorar la eficiencia en los procesos de todo el sector salud. En la actualidad la filosofía Lean Healthcare continúa evolucionando a medida que más organizaciones buscan formas de mejorar la atención médica mediante la aplicación de estos principios de gestión eficientes y centrados en el paciente. Según la Organización Panamericana de Salud (OPS, 2021) el Perú es uno de los países de América Latina que menos invierte en salud, cerca del 3% de su producto bruto interno (PBI), cifra menor a comparación de países que invierten entre el 6% y 10% como Cuba y Estados Unidos respectivamente. Es por eso que existe la necesidad que en el Perú se incremente el presupuesto que es destinado al sector salud para afrontar las diferentes deficiencias que generan una gran insatisfacción en el pueblo peruano; esta realidad no solo es en el sector público sino también en el sector privado.

El aprendizaje automático (machine learning) en el sector salud del Perú ha empezado a ganar impulso en los últimos años, aunque todavía se encuentra en una etapa de desarrollo. La investigación académica en el país desde hace una década, universidades e instituciones han comenzado a explorar el aprendizaje automático en contextos de salud, realizando estudios sobre diagnósticos y análisis de datos clínicos. Del mismo modo hospitales y clínicas han implementado proyectos piloto utilizando algoritmos de aprendizaje automático para mejorar la precisión en diagnósticos y tratamientos, especialmente en áreas como radiología y patología.

La Ley N°29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como fin regular las condiciones de seguridad y salud en el ámbito laboral en el Perú. Esta ley establece las disposiciones generales para promover, prevenir, controlar y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

En el contexto de los exámenes médicos ocupacionales, el artículo 49 de la Ley N.º 29783 establece la obligación de realizar evaluaciones médicas, dependiendo de los riesgos laborales asociados con sus funciones. El propósito de estos exámenes médicos es determinar si el trabajador es apto para realizar sus funciones de manera segura y preservar su bienestar. En Perú, los centros médicos especializados en exámenes médicos ocupacionales deben estar acreditados y categorizados por el Ministerio de Salud o entidades similares; en Arequipa es la Gerencia Regional de Salud de Arequipa (GERESA). Estos centros brindan servicios médicos

específicos para evaluar la aptitud de los trabajadores en relación con los riesgos laborales asociados con sus puestos de trabajo.

La realidad científica y tecnológica del aprendizaje automático, algoritmos y el Lean Healthcare en el sector salud es cada vez más relevante, impulsando transformaciones significativas en la atención médica y la gestión sanitaria. Avances tecnológicos como el desarrollo de algoritmos que permiten analizar grandes volúmenes de datos clínicos y detectar patrones complejos, lo que mejora la precisión en diagnósticos y pronósticos. Asimismo, la integración de big data con el aprendizaje automático que permite extraer información valiosa de registros electrónicos de salud, imágenes médicas y datos genómicos, facilitando un enfoque más personalizado en la atención médica.

En la actualidad se espera que la combinación de Lean Healthcare con tecnologías emergentes, como el aprendizaje automático potencie aún más la eficiencia y la calidad en la atención médica, las aplicaciones prácticas en el sector salud, más relevantes son:

- **Diagnóstico y Tratamiento:** Herramientas de aprendizaje automático se utilizan para mejorar diagnósticos en áreas como oncología, cardiología y radiología, ayudando a identificar enfermedades en etapas tempranas.
- **Predicciones y Análisis:** Modelos predictivos permiten anticipar brotes de enfermedades, gestionar recursos hospitalarios y optimizar tratamientos, mejorando la eficiencia operativa de los servicios de salud.
- **Telemedicina:** Durante la pandemia, el aprendizaje automático ha sido fundamental en el desarrollo de soluciones de telemedicina, ayudando en la triaje de pacientes y el análisis de síntomas.
- **Mapeo de Flujos de Valor:** Las instituciones de salud utilizan herramientas como el mapeo de flujos de valor para visualizar y analizar procesos, lo que ayuda a identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora.

En Arequipa, en un contexto influenciado por las dos leyes en el ámbito de la salud, las nuevas gestiones, enfrentan el desafío de finalizar el Ciclo de Inversión en Salud para que los 1.3 millones de habitantes de Arequipa accedan a mejores servicios sin demoras. La labor de dirección del Ministerio de Salud (MINSA) ha sido reforzada gracias al marco normativo establecido por la Ley N° 30895. Promueve la conformación de las redes integradas de salud (RIS), donde se pretende que 6 hospitales de Arequipa deben funcionar con el RIS utilizando sistemas integrados de información, comunicación e historia clínica electrónica, y conectándose con otros establecimientos de las redes de salud en Arequipa. Mediante el RIS el

gobierno muestra interés en promover la digitalización en el sector salud, lo que ha abierto oportunidades para integrar el aprendizaje automático en sistemas de gestión y atención.

1.2.Planteamiento del problema

1.2.1. Identificación del Problema

El servicio proporcionado por las clínicas ocupacionales resulta fundamental para que los empleadores puedan garantizar la salud y seguridad de sus trabajadores, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes. Sin embargo, en las clínicas acreditadas de salud ocupacional ubicadas en la ciudad de Arequipa, se han identificado diversas deficiencias operativas que afectan negativamente la calidad del servicio.

Entre las principales dificultades detectadas se encuentran los tiempos excesivos requeridos para la realización de exámenes médicos ocupacionales, los cuales prolongan innecesariamente la duración de las consultas, generando incomodidad tanto para los pacientes como para las empresas. Asimismo, se observa la existencia de largos tiempos de espera antes de que los pacientes sean atendidos, lo que impacta directamente en la eficiencia del servicio y provoca frustración entre los usuarios. Otra problemática importante es la desorientación de los pacientes dentro de las instalaciones, lo que genera confusión respecto al proceso que deben seguir y aumenta la carga operativa del personal al requerir asistencia constante para orientar a los usuarios. Además, se ha identificado una falta de capacitación continua tanto en el personal operativo como en el administrativo, lo cual limita la capacidad de respuesta ante situaciones inesperadas y dificulta la implementación de nuevas tecnologías o mejores prácticas en la atención. Y por último, la realización de encuestas de satisfacción es clave, pero su verdadero valor radica en el procesamiento y análisis de los datos obtenidos. Una encuesta sin un análisis adecuado es solo una recopilación de respuestas sin impacto en la toma de decisiones, se evidencio la falta del procesamiento de las encuestas de satisfacción que se realizan a los pacientes.

Estas deficiencias resaltan la necesidad de implementar medidas de mejora que optimicen la calidad del servicio y garanticen una experiencia más eficiente y satisfactoria para los pacientes.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Cómo podría optimizarse la operación de servicios en clínicas ocupacionales basándose en el Lean Healthcare, algoritmos y modelos de aprendizaje automático, a través de la propuesta de un modelo?

1.2.3. Descripción del Problema

La ciudad de Arequipa actualmente cuenta con 18 empresas acreditadas en salud ocupacional y 06 en proceso de acreditación para la realización de exámenes médicos ocupacionales (Gerencia Regional de Salud, 2023). La investigación inicialmente parte de la observación de los problemas en el sector salud conformado por las empresas de salud ocupacional en la ciudad de Arequipa donde se ha visto el incremento de la insatisfacción de los pacientes. En este contexto se analizará la actual ineficacia de la operación de servicios en las clínicas ocupacionales.

Actualmente los procesos y procedimiento de las clínicas ocupacionales no se encuentran definidos y estandarizados por una falta de planeación estratégica generando que la programación de exámenes medico ocupacionales (EMOS) se realice de manera desordenada; este desorden genera tiempos de espera y que el tiempo de atención esté fuera de lo estipulado siendo este el problema más grande por el malestar generado a los pacientes. Minaya (2022) en su análisis de satisfacción del servicio brindando, indica que la media de tiempo total de examen es de 3 horas con 26 minutos; después de su desarrollo mediante la metodología Lean, se redujo este tiempo en 2 horas con 05 minutos.

Este desorden se agrava porque la mayor parte de los centros de salud ocupacional carecen de un sistema de gestión de colas que oriente y facilite el flujo continuo y eficiente. Esto ocasiona que su examen tenga una duración más larga de lo estipulado ya que el paciente se encuentra desorientado; incurriendo en un costo de contratación de personal guía para solucionar este problema.

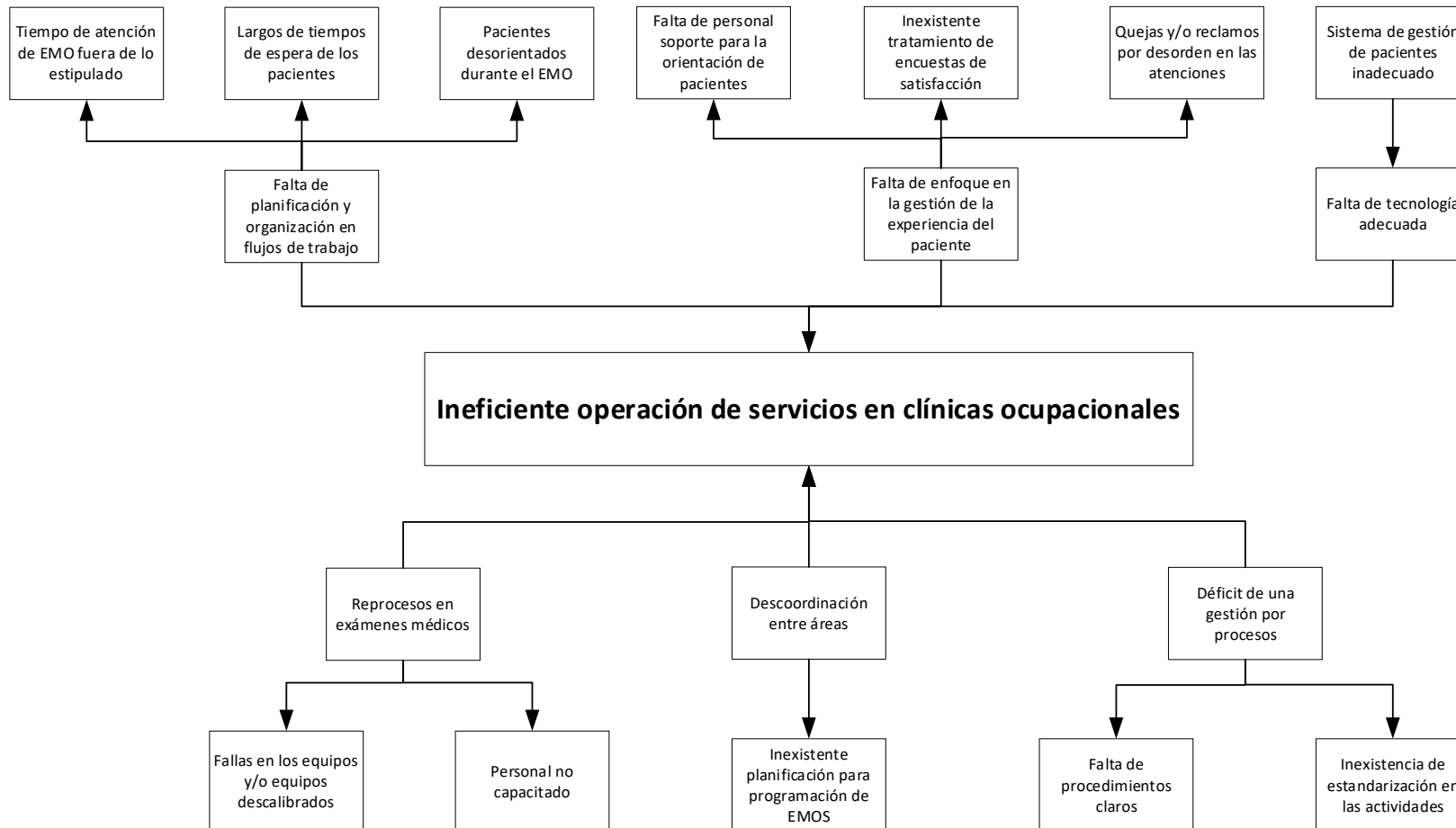
Otro gran problema en las empresas de salud ocupacional es el reproceso por resultados alterados; debido a principalmente dos factores, el primero es la carencia de personal especializado para la toma de exámenes, no todos cuentan con la preparación adecuada y se contrata personal que no está capacitado del todo; el segundo motivo es que no existe el cumplimiento de un programa de mantenimiento y calibración de equipos que no se hace efectivo, causando que haya problemas al tomar los exámenes. Estos factores causan reprocesos ya que se hace retornar al paciente a que vuelva a pasar la prueba respectiva, generando costos adicionales.

Por último, la falta de evaluación y/o procesamiento de las encuestas de satisfacción esta llevando a una desconexión entre la empresa y sus clientes, lo que afecta tanto la calidad de las operaciones del servicio de exámenes medico ocupacionales como la sostenibilidad a largo plazo del negocio.

Para la solución de los problemas planteados se considera necesario la propuesta de un modelo de optimización de servicios basado en el Lean Healthcare, algoritmos matemáticos y modelos de aprendizaje automático que va a permitir mejorar las atenciones a los pacientes, eliminar desperdicios, cumplir con las expectativas de los clientes y optimizar costos operacionales

Figura 1

Árbol de problemas



Nota. Muestra gráfica del problema central, causas y efectos identificados. Elaboración Propia, 2023

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Proponer un modelo de optimización de la operación de servicios para clínicas ocupacionales basado en el Lean Healthcare, algoritmos y modelos de aprendizaje automático.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Investigar la metodología Lean Healthcare, los algoritmos y los modelos de aprendizaje automático para la elaboración de la propuesta.
- Determinar la situación actual de la operación de servicios en las clínicas ocupacionales de la ciudad de Arequipa.
- Identificar los desperdicios generados dentro de la operación de servicios brindados por las clínicas ocupacionales en estudio.
- Desarrollar la propuesta del modelo de optimización que permita mejorar las operaciones de servicios en las clínicas ocupacionales basadas en el Lean Healthcare, algoritmos y aprendizaje automático (análisis de sentimientos).
- Evaluar el modelo propuesto a nivel operativo, técnico y económico.

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. Justificación Práctica

El desarrollo de esta investigación en el ámbito del servicio de clínicas de salud ocupacional enfrenta múltiples desafíos operativos. Estas deficiencias no solo impactan la calidad del servicio, sino que también afectan la satisfacción de los pacientes y la rentabilidad de las clínicas.

La propuesta de un modelo de optimización basado en Lean Healthcare, algoritmos y modelos de aprendizaje automático ofrece una solución innovadora y práctica para abordar estos problemas. Lean Healthcare permite eliminar desperdicios en los procesos clínicos, mejorando la eficiencia y reduciendo costos, mientras que los algoritmos y modelos de aprendizaje automático pueden optimizar el flujo de atención y automatizar la toma de decisiones operativas.

1.4.2. Justificación Social

El propósito social de esta investigación es realizar una propuesta óptima que garantice no solo la eficiencia en la realización de los exámenes médicos ocupacionales, sino también asegurar la calidad de la atención. Además, permitirá a las clínicas ocupacionales identificar de forma temprana enfermedades relacionadas con la actividad laboral, lo que es crucial para la prevención y tratamiento oportuno. La intervención temprana en caso de cualquier hallazgo de salud reducirá riesgos futuros tanto para los trabajadores como para las empresas, contribuyendo así a un entorno laboral más seguro y saludable. Y por último presentar una propuesta innovadora para optimizar el procesamiento de las encuestas de satisfacción de los pacientes utilizando el aprendizaje automático contribuyendo al uso de herramientas tecnológicas en el sector.

1.4.3. Justificación Económica

La implementación óptima de la propuesta utilizando la filosofía Lean Healthcare, algoritmos de asignación y el aprendizaje automático no solo mejorará la percepción de calidad del servicio por parte de los clientes, sino que también fomentará la fidelización, lo que se traducirá en un incremento en la afluencia de pacientes por lo tanto de la demanda. Este aumento en la demanda contribuirá al fortalecimiento de la economía de la clínica. A su vez, la aplicación de Lean Healthcare permitirá eliminación de desperdicios como inventarios excesivos, procesos innecesarios y defectos en el servicio, lo que reducirá significativamente los costos operacionales.

1.4.4. Justificación Teórica

La investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de optimización de las operaciones mediante la integración de Lean Healthcare, algoritmos y modelos de aprendizaje automático; actualmente, en las empresas de salud ocupacional (clínicas y centros médicos) de la ciudad de Arequipa, no se han llevado a cabo investigaciones sólidas ni se han publicado artículos sobre la implementación práctica de la metodología Lean Healthcare y algoritmos. Del mismo modo la aplicación de análisis de sentimientos con aprendizaje profundo en las encuestas de satisfacción, no existen investigaciones relacionadas en la ciudad de Arequipa y el Perú.

Esta investigación busca llenar ese vacío, proponiendo soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia operativa, reduzcan costos y optimicen la calidad del servicio ofrecido en este sector.

1.4.5. Justificación Personal

El presente trabajo de tesis permitirá al tesista obtener el Título Profesional de Ingeniería Industrial, al mismo tiempo que fortalecerá sus conocimientos en mejora continua y optimización de procesos aplicados al sector salud. La implementación de metodologías como Lean Healthcare, junto con algoritmos matemáticos y modelos de aprendizaje automático, no solo enriquecerá su formación académica, sino que también le proporcionará las herramientas necesarias para realizar mejoras significativas en su futuro entorno laboral, particularmente en el área de salud ocupacional.

1.4.6. Justificación Metodológica

Esta investigación propone optimizar las operaciones de servicios de las clínicas ocupacionales mediante la implementación de la metodología Lean Healthcare, basada en los principios de Lean Manufacturing creada por Toyota en los años cincuenta. Esta metodología ha demostrado resultados altamente efectivos en el sector salud, como la implementación por el Dr. Gary Kaplan en el hospital Virginia Mason a principios del milenio, mejorando la eficiencia operativa.

El modelo de optimización evaluará diversas herramientas y técnicas Lean con el objetivo de eliminar desperdicios y estandarizar procesos; la utilización de algoritmos aplicada en el Software Arena para reducir tiempo del examen ocupacional y el procesamiento de encuestas de satisfacción del cliente con el aprendizaje automático, logrando procesos más eficientes, organizados y orientados al valor para el paciente.

1.5. Alcance de la Investigación

1.5.1. Temático

Esta investigación se centra en las empresas que ofrecen servicios de salud ocupacional, como clínicas, policlínicos y centros de salud. El objetivo principal es optimizar los servicios a través de la propuesta de un modelo de optimización basado en la metodología Lean Healthcare, complementado con algoritmos y modelos de aprendizaje automático. La implementación de estas herramientas permitirá mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y tiempos de espera, además de incrementar la satisfacción del cliente. El enfoque está orientado a garantizar un servicio de calidad y eficiente, centrado en las necesidades de los pacientes y en el cumplimiento de los estándares de salud ocupacional.

1.5.2. Espacial

El desarrollo de la propuesta del modelo de optimización se va a enfocar en centros de salud ocupacional ubicadas en la ciudad Arequipa que se encuentran acreditadas por la GERESA (Gerencia Regional de Salud de Arequipa).

1.5.3. Temporal

El desarrollo de la presenta investigación se llevará a cabo entre los años 2023 y 2024.

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

Minaya (2022) “Propuesta de mejora para incrementar la satisfacción del paciente del Policlínico Divino Niño mediante la metodología Lean Healthcare”. Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú.

La investigación propuso una serie de mejoras en el Policlínico Divino Niño utilizando Lean Healthcare con el objetivo de aumentar la satisfacción de los pacientes durante los exámenes médicos ocupacionales. La metodología aplicada priorizó la calidad de la atención percibida por los usuarios, el tiempo promedio de atención y la mejora en el flujo continuo de atención. Para ello, se realizaron encuestas y análisis documentales (libro de reclamaciones, buzón de sugerencias), con una muestra de 324 usuarios que asistieron al examen médico ocupacional. A partir de los datos obtenidos, se concluyó que la aplicación de las herramientas de Lean Healthcare (A3, 5S, Kaizen, Mejora continua) permitió lograr resultados significativos: Gracias a la mejora en el flujo de atención, la limpieza y el orden, se logró una disminución notable de los reclamos en un corto plazo, lo que se traduce en una mayor satisfacción del paciente. El tiempo promedio de atención se redujo de 4 horas a 3 horas, lo cual optimizó el flujo de pacientes y permitió atender a más usuarios en menos tiempo, beneficiando tanto a los pacientes como a la eficiencia operativa del centro. Los cambios implementados a través de Lean Healthcare ayudaron a mejorar la percepción de los pacientes sobre la calidad del servicio y la eficiencia de la atención, impactando positivamente en su satisfacción general.

Esta investigación es relevante, ya que es la primera vez que se implementa la metodología Lean Healthcare en un centro ocupacional de Arequipa, y sus resultados sirven como precedente para la aplicación de estrategias similares en otras clínicas y centros de salud ocupacional, como lo propone la presente investigación.

López (2021) “Revisión literaria y análisis del impacto en el desempeño organizacional al aplicar Lean Healthcare en los últimos 10 años”. Fundación Universidad de América, Bogotá-Colombia.

El fin de la investigación fue realizar una verificación literaria y un estudio del impacto que se genera en el desempeño de empresas del sector salud al implementar herramientas de Lean Healthcare; para el desarrollo de la investigación se realizó una indagación de diferentes artículos científicos y académicos de la última década. A partir de los hallazgos, se recopiló información entre el lapso de tiempo mencionado para su revisión, y se llegó a la conclusión

que, de acuerdo al estudio realizado las herramientas que generan un impacto positivo en el rubro de la salud ocupacional son: VSM, (5s), Kaizen, Six sigma y Kanban. Estas herramientas permiten estandarizar los procesos, optimizando el método de trabajo del centro de trabajo, Esta investigación comprueba que la metodología Lean puede aportar al rubro de la salud ocupacional, brindando un servicio de calidad para los usuarios que asistan.

Gálvez y Palacios (2022) “Diseño de una herramienta de mejora continua basado en Lean Healthcare para mejorar la gestión por procesos del hospital Víctor Lazarte Echegaray”, Universidad Privada del Norte. Trujillo-Perú.

El documento revisado plantea por finalidad, realizar una gestión óptima de los procesos y los aspectos más importantes de la metodología Lean Healthcare para presentar un modelado de una herramienta de mejora continua para el hospital en mención; para esto se hizo la recolección de información mediante una entrevista con el médico del hospital empleando una guía de entrevista con preguntas estructuradas. Además, se aplicó un cuestionario a una muestra de 50 usuarios del hospital para saber la calidad del servicio que se percibe en el hospital. Se concluyó que utilizando la metodología Lean Healthcare se identificó diferentes tipos de desperdicios: el traslado innecesario de pacientes a diferentes áreas, la inoperatividad de algún equipo y la ausencia temporal de un personal en su puesto de trabajo. Esta información resulta útil para la investigación ya que presenta la problemática común de los servicios de salud a los cuales hay que atacar.

Prado y García (2020) “Incrementando la Competitividad a través de la Implementación de Lean Management en Salud”. Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública, 17 (14).

El principal objetivo del artículo es diseñar una metodología participativa que va a posibilitar la implementación del Lean Healthcare en el sector salud a través de un enfoque de investigación-acción en un hospital público de España; los autores indican para tener éxito en su implementación se deben tener en cuenta tres pilares de gestión: los procesos, KPIS (indicadores clave de rendimiento) y la concientización a todo el personal, se menciona que sin el apoyo activo de las gerencias de la organización y la alineación de los objetivos específicos no es posible implementar la metodología propuesta. Se llegó a la conclusión que esta podría ser replicada por cualquier hospital, o en otro servicio de salud de cualquier país, todo esto va a depender de una adecuada elección del agente de cambio que pueda impulsar el cambio, de una buena gestión y coordinación de acciones relacionadas con los tres pilares de procesos,

personal y KPIS, y de un verdadero líder en la organización. Esta investigación es muy útil ya que da un enfoque global de cadena de mérito del servicio que se le brinda al paciente involucrando todos los procesos y sus personas involucradas.

Ramírez y Riquelme (2021) “Propuesta de mejora del servicio de hemodiálisis en base al modelo Lean Healthcare. Caso Centro de Diálisis Nefro Continente SAC”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.

La revisión del documento presentado indica que el mismo tiene como objetivo principal el diseño de una propuesta de optimización del servicio de hemodiálisis en el centro en mención con la metodología Lean Healthcare para proponer acciones de mejora para optimizar la calidad del servicio brindado y los procesos, para el desarrollo de la investigación se hizo una recolección de datos primarios (información de la empresa) mediante entrevistas, encuestas y observación de los diferentes procesos y secundarios (investigación propia), estas encuestas fueron aplicadas a 45 pacientes aleatorios que tomaron el servicio, concluyo que la aplicación de la metodología tuvo optimos resultados, a través del diagrama de spaghetti, 3S y Workflow se identificaron los desperdicios encontrados que afectan la satisfacción, principalmente en los pacientes y los trabajadores del centro de salud.

Esta investigación permitió abordar más herramientas de la metodología Lean, el diagrama de spahetii, 3S y Workfkow que se podrían implementar en nuestro de optimización propuesto.

Paredes (2019) “Rediseño de Procesos y su relación con la productividad del centro médico Medical Arequipa S.A.C”. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa – Perú.

El propósito de la tesis de investigación fue definir la relación del rediseño de los procesos y la eficiencia productiva del Centro Médico Medical en la ciudad de Arequipa; para llevar a cabo la investigación se hizo uso de entrevistas dirigidas al personal operativo y observación de los procesos del Centro Médico, estas entrevistas se realizaron al personal de enfermería y administrativo en total fueron (15 personas) que son los encargadas de realizar las atenciones a los pacientes y personal de admisión. Se llegó a la conclusión que, si no existe un orden establecido en los procesos, indirectamente obliga a los pacientes a ingresar y hacer cola aleatoriamente a distintos consultorios, generando cuellos de botella. Realizando un rediseño de procesos del centro médico genero un aumento de la productividad en los consultorios en un 20% ocasionando una atención rápida y eficiente; adicionalmente identificar las áreas críticas para implementar nuevos consultorios.

Esta investigación es provechosa ya que nos da un enfoque en procesos clínicos acorde a nuestra investigación.

Rodríguez (2019) “Implementación de Lean Healthcare: Aplicado a la cadena de suministro en el sector hospitalario”. Universidad Tecnológica del Perú. Arequipa – Perú.

En la presente implementación se presenta como finalidad principal la implementación de la metodología Lean Healthcare aplicado a la Cadena de Suministro en el sector salud, específicamente en un hospital; para recolectar los datos de la investigación se hizo uso del seguimiento continuo a la cadena de suministro del hospital y el software informático spring (sistema de la organización para la gestión de datos del hospital). Las conclusiones se dan entorno al desarrollo de las herramientas de la metodología Lean que se utilizaron: Value Stream Map (se utilizó para la recopilación y estudio de datos de la situación actual de toda la cadena de suministro del hospital) y el formato A3 (se utilizó con el fin de identificar y desarrollar los diferentes problemas de cada operación de la Cadena de Suministro). Esta investigación aporta en profundizar la aplicación de la filosofía Lean Healthcare en un área operativa, permitió conocer que herramientas se podrían aplicar en el área operativa para optimizar su proceso.

Díaz (2019) “Propuesta de optimización del proceso operativo en un Policlínico Ocupacional”. Universidad Continental. Arequipa – Perú .

En la siguiente propuesta de investigación se formula como propósito principal plantear una mejora de los procesos para reducir los tiempos de atención de un policlínico de la ciudad de Arequipa; los instrumentos que se utilizaron fueron el análisis documental y el análisis de los procesos existentes. Las técnicas que se utilizaron fueron la observación a través de las fichas de observación y entrevistas dirigidas al personal.

Las conclusiones de la investigación fueron que, con la optimización de los procesos, se pudo reducir en gran medida el tiempo de visualización y entrega de los resultados de los exámenes médicos de 72 horas a 24 horas, donde se utilizaron diagramas de operaciones de los procesos (DOP) y flujogramas para identificar debilidades en las áreas operativas. De igual manera se identificó al personal calificado de acuerdo con un perfil de puestos propuesto específico para cada área. Esta investigación es referente para nosotros ya que se desarrolla un mapeo de los procesos operativos del policlínico ocupacional donde se identificará la metodología de análisis de los procesos que es similar al modelo que se quiere proponer.

Cañedo (2021) “Implementación de Lean Healthcare para mejorar la calidad en el servicio del área de atención del hospital Santa María del Socorro”. Universidad Cesar Vallejo, Arequipa. Para la investigación se considera como fin principal el mejoramiento de la calidad en las atenciones del hospital en mención a través de la práctica de la filosofía Lean Healthcare, es por eso, se inició con el análisis de las operaciones que influían en la capacidad y tiempo de atención; esto reflejaba notoriamente en la perspectiva de satisfacción del servicio brindado a los pacientes que recibían el servicio; para esta investigación se utilizó la técnica de observación en campo (visita presencial al hospital), entrevistas a los especialistas de cada área, análisis de documentos, audiovisuales y encuestas a una muestra de 292 pacientes.

Se concluyó que implementando la metodología Lean se obtuvo un aumento en la satisfacción del servicio brindado del 20.12%, respecto al tiempo de respuesta aumento en 16.58%, la capacidad de respuesta se optimizó en 26.00% y finalmente la conformidad del servicio obtuvo un alza del 17.77%. Esta investigación es una referencia para el modelo de optimización que se pretende proponer ya que presenta una evaluación de los tiempos de respuesta y espera de las acciones del hospital, misma metodología que se pretende realizar en nuestra investigación.

Zambrano et al. (2019) “El pensamiento lean desde la manufactura hasta la salud: una revisión de la literatura”. Universidad de Ciencias Médicas Holguín (CCM), 23(3), 876-894.

El siguiente artículo de investigación presenta como objetivo principal exponer los resultados de la filosofía lean en el rubro de la salud, en hospitales, clínicas, a través del análisis documental desde la primera vez que se utilizó hasta la actualidad; se realizó por medio de una exploración sistemática en diferentes motores de búsqueda académicos, repositorios de diferentes universidades y tiene como conclusión que la filosofía Lean ha comprobado ser una metodología desarrollada para la optimización de los procesos y operaciones de cualquier sector donde se aplique, encontrándose como una propuesta viable y eficiente que se puede aplicar en el sector de la salud.

Esta investigación aporta información histórica del Lean y se utilizarán datos para el marco de referencia teórico de nuestra investigación.

Tamayo y Sauñe (2024) “Soluciones de TI basadas en machine learning aplicables a problemas del sistema de salud peruano”. Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING.4(1).

El artículo de investigación presenta como objetivo principal demostrar que la aplicación de inteligencia artificial en los sistemas de salud es eficiente y mejoran la calidad de pacientes, la

cual se realizó una revisión sistemática de diferentes fuentes de información utilizando la metodología PRISMA donde se genera la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las soluciones basadas en tecnologías de aprendizaje automático para los sistemas de salud en el Perú? Donde se concluye que el uso de soluciones de Machine Learning en el sector salud del Perú promete mejorar la eficiencia y calidad de los servicios médicos. Adicionalmente, gracias a la implementación de algoritmos del Machine Learning como Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), Bosque Aleatorio (Random Forest), redes neuronales y algoritmos de clustering que han logrado grandes avances en la predicción y el diagnóstico de enfermedades.

Esta investigación es una referencia para el modelo propuesto, porque presenta información de los algoritmos utilizados en el aprendizaje automático aplicados en el sector salud.

Castillo et al. (2022) “Revisión sistemática: La Aplicación del Deep Learning en el sector Salud entre los años 2018 a 2022”. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E54), 218-229.

En la investigación se presenta como objetivo principal demostrar la importancia de la aplicación del Deep Learning en el sector salud, asimismo explicar a través de la revisión sistemática documentaria las siguientes preguntas: RQ1: ¿Que algoritmo es más preciso en la aplicación de Deep Learning? RQ2 ¿Dónde se está aplicando el Deep Learning? RQ3: ¿En sector de salud cual es el papel del Deep Learning? La investigación se realizó con el apoyo de diferentes motores de búsqueda académicos; donde se obtuvieron las siguientes conclusiones, con respecto a RQ1 el algoritmo que tiene más precisión es el MobileNet con 97.8%, se responde la RQ2 que se aplica teoría matemática en comparación con las estadísticas, impulsando a mejorar el hardware y grandes conjuntos de datos. Y, por último, el RQ3 muestra mayores resultados en el área de medicina, donde se ha comprobado que predice posibles soluciones en base a predicciones obtenidas. Esta investigación aporta información metodológica de la aplicación del algoritmo Deep Learning en el sector salud.

Aracena et al. (2022) “Aplicaciones de aprendizaje automático en salud ”. Revista Médica Clínica Las Condes, 33(6), 568-575.

El artículo de investigación expone como objetivo presentar algunas aplicaciones actuales del aprendizaje automático en el campo de la salud de Chile, que es utilizada en diferentes sistemas de hospitales y clínicas, tanto en el sector público como privado. Con este objetivo, se presentaron definiciones y conceptos clave para comprender el funcionamiento del aprendizaje automático, así como una breve discusión sobre la ética relacionada con este campo en la salud.

Las aplicaciones del aprendizaje automático en el sector salud de Chile son las siguientes: Registros médicos electrónicos y datos administrativos (Mortalidad intrahospitalaria, Diagnostico de enfermedades, inasistencia de pacientes) e Imágenes médicas (Patología digital, Radiología).

Los autores concluyen que la aplicación del aprendizaje automático alcanza resultados significativos en tareas que anteriormente eran exclusivas de los humanos. Esto crea nuevas oportunidades para aumentar la eficiencia de los servicios de salud y apoyar la toma de decisiones clínicas. La investigación propone un acercamiento de la aplicación del aprendizaje automático en el sistema de salud chileno.

Zarate (2023) “Algoritmos genéticos en la Gestión de Asignación de Servicios de Enfermería en un Centro de Salud”. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

La tesis de investigación plantea como objetivo principal evaluar el grado de impacto de los algoritmos genéticos en la gestión de la asignación de servicios en un centro de salud de Lima; para su desarrollo, se utilizaron encuestas, estas fueron aplicadas a una muestra de 70 trabajadores administrativos y asistenciales del centro de salud; adicionalmente se utilizaron métodos descriptivos (Software SPSS) e inferenciales (Comparación de las hipótesis planteadas con los resultados obtenidos).

Se concluyó que la correlación sobre el proceso de gestión de asignación de los servicios fue aceptable y se observó que en las dimensiones de eficiencia y eficacia se obtuvieron resultados significativos. La correlación entre las variables determino un coeficiente de Rho de Spearman de 0.751, con una significancia de 0.01. Esta investigación es relevante porque permitió conocer la metodología de aplicación real de un algoritmo en un centro de salud peruano.

Bermejo y Vizarra (2020) “Modelo basado en aprendizaje profundo para el análisis de sentimientos de tuits en español”. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

La tesis de titulación plantea como fin, crear un modelo basado en aprendizaje profundo para analizar los sentimientos de tuits en español, que logre resultados competitivos en comparación con métodos previos utilizados; para esto, se llevó a cabo el preprocesamiento de la información y la creación de representaciones de palabras que serán utilizadas como ingresos para las entradas de los modelos. A continuación, se implementaron redes neuronales recurrentes, convolucionales y una mixta entre ellas.

Para analizar la eficacia de los modelos presentados, se empleó el corpus InterTASS con cuatro clases, programada con la métrica de la precisión. Se concluyo que los modelos propuestos son

competitivos en comparación con métodos previos de referencia. El presente trabajo de investigación es importante porque aborda el concepto de aprendizaje profundo y su aplicación práctica real en el análisis de sentimientos. Adicionalmente la tesis refiere como recomendación el uso de modelos pre-entrenados ya que son de mucha ayuda para el análisis de sentimiento.

Moreno-Garcia et al. (2020) “Análisis de Sentimiento Basado en el Aprendizaje Profundo: Un Estudio Comparativo” *Electronics*, 9(3), 483.

El artículo de investigación presenta como objetivo principal realizar un revisión bibliográfica y práctica de diferentes enfoques y métodos en el análisis de sentimientos que puedan tomarse como referencia en futuros estudios empíricos. Para ello se compararon dos enfoques para el ingreso de datos en los algoritmos de clasificación: incrustación de palabras y TF-IDF, se identificó como principal inconveniente el “etiquetado del conjunto de datos”, es por eso se recomienda que el conjuntos de datos a procesar se base en la disponibilidad y accesibilidad de la información; del mismo modo refiere que respetar la privacidad personal es un factor importante que se debe considerar, dado que aparece en la normativa de la mayoría de revistas como requisito para la publicación de artículos.

En este artículo de investigación se concluyó que se identificaron los enfoques DNN, CNN e híbridos como los modelos más utilizados para el análisis de polaridad de sentimiento. Otra conclusión extraída del análisis fue el hecho de que las técnicas comunes, como CNN, RNN y LSTM, se prueban individualmente en estos estudios en diferentes conjuntos de datos, sin embargo, hay una falta de un análisis comparativo para ellos.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Filosofía Lean

2.2.1.1. Evolución histórica y filosofía Lean

Conocida también a lo largo de la historia como fabricación ajustada, producción ajustada o, a menudo, simplemente filosofía Lean. Según Dave (2020), el concepto “Lean” no es un término reciente, ya que este se originó a términos del siglo XIX y comienzo del siglo XX. La filosofía Lean a lo largo de la historia ofrece diferentes referentes para su evolución como Eli Whitney, Taylor, Gilbreth, Henry Ford, Shingo y Ohno.

Desde inicios de los años 1980 ya se habían propuesto diferentes metodologías de optimización que emplearían los gerentes y jefes de las empresas para implementar en sus respectivos negocios; sin embargo, solo algunas ofrecían una alternativa de solución sostenible y sólida

base para llevarlas a cabo. Es por eso, a finales de los años 1980, tomaron a Japón como ejemplo, en esos momentos era un país manufacturero en alza, empresas como Toyota, Nissan, Sony y Honda comenzaron a ganar un liderazgo no solo en el mercado del país, sino también en Europa y América. Su imprevisto y veloz crecimiento, estableció la búsqueda en todo el mundo para averiguar cómo estas empresas diseñaron, implementaron y operaron sus sistemas de producción y operaciones. Esto se denominó “Producción Lean”. Los orígenes del Lean, se remontan al temor estadounidense de que las empresas automotrices de Japón tomen el control y obtengan a largo plazo ventajas competitivas inmejorables. Este temor llevo a los países competidores occidentales a llevar a cabo una serie de estudios comparativos para llegar a las raíces del éxito japones. Los primeros estudios que dieron éxito fueron publicados en la década de 1990, el libro "La máquina que cambió el mundo" acuñó el término "Lean" para describir los alineamientos de producción en base al sistema Toyota; el sistema Lean ha sido adoptado por otros sectores industriales y económicos (servicios, salud) a lo largo de los años, a pesar de que en un principio solo se utilizó en la industria del automóvil, ya que cualquier industria puede utilizar la filosofía que hay detrás de este modelo de gestión empresarial.

Los aportes americanos más importantes en la filosofía Lean se da en los años 1850 por Eli Whitney y su concepto de piezas intercambiables que se convirtió en la base de la evolución industrial generando el primer paso en la producción Lean y el Just in Time (JIT), Este concepto de partes intercambiables se replicó años después en empresas automotrices como Cadillac y Chrysler obteniendo aumento en la velocidad y volumen de producción.

A finales de los años 1890 cambiaron las operaciones, el mayor representante fue el ingeniero Frederick W. Taylor. Taylor quien enfoco sus estudios en analizar a los trabajadores individualmente y sus métodos de trabajo, generando así lo que se conoce hoy en día como el estudio de tiempos y el trabajo estandarizado. Su principal objetivo era mejorar la eficiencia económica especialmente en el ámbito de la productividad.

Años después otro exponente fue Frank Bunker Gilbreth que contribuyo a la filosofía Lean con el mapeo de procesos y la eficiencia mediante la reducción de tiempos en los procesos, a través de estudio de movimientos pretendía reducir los movimientos de los trabajadores durante la producción (Ergonomía). Frederick. W. Taylor, Frank y Lilian Gilbreth junto a otros ingenieros e investigadores de la época, aportaron uno de los principios del sistema de producción JIT y a la filosofía Lean con el término “eliminación del despilfarro”.

A inicios del año 1910 Henry Ford, fundador de la empresa automotriz Ford Motor Company, proporciono grandes avances a la filosofía Lean junto a las nuevas técnicas de producción y gestión le permitió llevar la producción a otro nivel, creando el “Modelo T”; esta fue la primera

producción estratégica inteligente, donde se tomó todos los elementos del sistema de producción (personas, maquinas, herramientas y productos) en un sistema continuo, permitiendo a Ford Motor Company mejorar notoriamente su productividad, lamentablemente al pasar los años no sobreviviría frente a la próxima competencia japonesa.

Si bien el sistema de producción de Ford prospero durante el crecimiento económico de Estados Unidos, entre los años 1948 y 1975 Taiichi Ohno, Shigeo Shingo y Eiji Toyoda desarrollaron el Sistema de Producción Toyota (TPS) que proponía otros estándares para lograr una mayor eficiencia económica utilizando la menor cantidad de recursos; se basaba en eliminar cualquier tipo de despilfarro, desperdicio, lo que significaba eliminar cualquier tipo de actividad que no agregaba valor al proceso, se consideraba entre ellos: sobre procesos, acumulación de existencias, transportes, tiempo de espera alto, mantenimiento/errores y tiempos de suministro altos, movimientos innecesarios, etc.

En la segunda guerra mundial es donde evoluciono el concepto de Lean, Toyota combino elementos del Taylorismo (estandarización de procesos) y características específicas, entre ellas (flujo de producción, multitareas y sistemas de producción), la producción había crecido tanto que llego a la sobreproducción. Junto a esto la llegada a Japón de dos grandes padres de la gestión de la calidad: Edward W. Deming y Joseph M. Juran. Deming apporto introduciendo el Control Estadístico de Calidad (SQC) y definiendo el “Círculo de Deming”: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Mientras Juran definió el Sistema de Gestión de Calidad, utilizo el principio del Pareto en control de calidad y estudio de los costos de no calidad.

A finales del año 1950 implemento el sistema de gestión de existencias mediante un sistema llamado Kanban con el fin de reducir los residuos que se generaban en los stocks. En el mismo año el ingeniero Shigeo Shingo implemento la metodología SMED.

Sin embargo, refieren Sarria et al. (2017) propuso un cambio en los métodos de producción de Toyota en la década de 1980, lo que llevó a la empresa a trasladar su fabricación a los Estados Unidos y a reemplazar el antiguo sistema de producción en masa por el sistema Lean.

Según Fontcuberta (2015), junto con la artesanía y los llamados modelos tradicionales de gestión, que son los que configuran la mayor parte de las organizaciones en la actualidad, la filosofía Lean es actualmente el tercer tipo de organización empresarial más importante del siglo XXI.

2.2.1.2. Definición

Durante el pasar de los años diferentes investigadores, autores han definido la filosofía Lean de diferentes maneras. Cualquiera que sea el sector de aplicación, el objetivo principal consiste

en eliminar tareas que no agreguen valor añadido, mejorando así las operaciones y procesos agregando calidad y satisfaciendo las expectativas del cliente

Los autores Shah y Ward (2007) propusieron la siguiente definición: “Lean Manufacturing es un sistema socio-técnico combinado cuyo fin principal es eliminar cualquier desperdicio y despilfarro mediante la minimización o disminución simultánea de diferentes aspectos como los costes de proveedores, la variabilidad de los procesos tanto internos como externos”.

La filosofía Lean es parte de una gestión de calidad la cual optimiza procesos de atención obteniendo resultados positivos en temas de competitividad y la eficiencia en los procesos y operaciones en el mediano y corto plazo. La cual nos podrá asegurar un programa de planificación de las actividades para poder llegar a objetivos establecidos satisfaciendo las necesidades del cliente.

Para lograr una exitosa implementación de la filosofía Lean es vital el compromiso de todo el talento humano de la organización, el análisis con alguna herramienta Lean y estar tener una gestión por procesos.

De acuerdo con Fontcuberta (2015) es una filosofía de gestión que reconoce a la organización como un todo que trabaja simultáneamente, en la misma dirección y con la misma intención para lograr un objetivo común; está respaldado por metodología científica y herramientas especializadas; a través de la exclusión de tareas que no aporten valor, esta filosofía fomenta el desarrollo de procesos fluidos; actualmente, la implementación de esta estrategia requiere mayor eficiencia, competitividad y sostenibilidad en el mediano plazo con una relación costo-efectividad marcadamente favorable. Lean, de hecho, produce resultados a corto plazo, pero también es importante recordar que la implementación requiere una visión a medio-largo plazo para tener éxito. Dado que se refiere a la optimización de recursos y la disminución de desperdicios, la palabra "magro" se traduce con mayor frecuencia como "magro" o "sin grasa". La filosofía Lean tiene como objetivo, según Fontcuberta, la comunicación eficiente y la agilización de los procesos: conceptos sencillos y trabajo fácilmente desarrollable; el énfasis puesto en el personal en consecuencia de su implicación y corresponsabilidad, así como la forma de utilizar sus herramientas, distinguen al Lean Management de otros postulados de gestión de la calidad; la implementación de la metodología sugiere un enfoque horizontal de la estructura organizacional, que significa tener una visión general del proceso y del cliente-proveedor interno; eso por eso, las empresas que ya cuentan con un sistema de gestión eficiente de procesos les facilita dar inicio con la implementación de la metodología lean.

2.2.1.3. Principios del Lean

La metodología Lean plantea dos conceptos básicos que son eliminar el desperdicio y la creación de valor, de acuerdo a Womack et al. (1993) menciona que hay tener presente los siguientes cinco principios para su implementación:

Identificar a los clientes y especificar el valor agregado

Para empezar, se tiene que determinar el valor de un producto o servicio desde la perspectiva del cliente, para identificar las necesidades del cliente es importante responde las siguientes preguntas : ¿Qué es lo que desean los clientes? ¿Cuándo lo quieren? ¿Cómo lo quieren? ¿Qué combinación de características debe tener? ¿Qué precio debe tener?, todo lo que no aporte valor para ellos, debe eliminarse.

Identificar y trazar el flujo de valor

El mapeo de los procesos es una actividad importante para identificar el flujo y así asegurar que todas las operaciones y procesos tengan valor. El flujo de valor representa todos los procesos de toda la empresa que en su interacción entregan un producto o servicio.

Una vez que se identificó al cliente e identificado su necesidad, lo siguiente es identificar cómo se entrega el producto o servicio al cliente.

Crear flujo eliminado despilfarros

En el momento de que se define el flujo, se van a ordenar todos los procesos y a la vez se eliminaran los desperdicios que se encontraron, garantizando que el producto o servicio generado no tenga problemas para llegar al cliente sin ningún tipo de interrupción, desvíos ni esperas.

Abastecer la demanda del cliente

La importancia de responder la demanda del cliente, es por eso solo se debe producir lo que el cliente quiere; de tal manera que solo se debe requerir materiales y/o insumos hasta que el cliente haga un pedido

Búsqueda de la perfección

La búsqueda de la excelencia requiere esfuerzos continuos para lograr satisfacer las diferentes necesidades del cliente que se han identificado a lo largo de todo el proceso y así no tener defectos.

2.2.2. Lean Healthcare

2.2.2.1. Historia del Lean Healthcare

Al-Balushi et al. (2014) realiza una introducción a Lean en el sector salud donde refiere que factores como el liderazgo de la alta gerencia, una cultura organizacional, la comunicación constante entre áreas, indicadores de gestión y la capacitación constante todos los trabajadores serán necesarios para una gestión exitosa del cambio, y así poder implementar exitosamente los principios Lean.

Morrow et al. (2014) explica la importancia del liderazgo de la alta gerencia en la implementación de la filosofía Lean mediante 13 casos de estudio del NHS (Institute for Innovation and Improvement), donde el liderazgo en múltiples niveles se evidencio que es vital para una implementación Lean eficaz; para que este liderazgo tenga buenos resultados, el desarrollo de conocimientos Lean, junto con el liderazgo de los miembros del equipo, es un requisito importante para la implementación en todos los niveles. Se concluyo que existían diferentes tipos de liderazgo basado en las “mejores prácticas”, pero se debían desarrollar diferentes enfoques para adaptarlos a las características de cada uno de los que integran el equipo.

El trabajo de Morrow et al. (2014) es reforzado por Drotz y Poksinska (2014), quienes examinaron la implementación lean desde la perspectiva del trabajador. Entrevistaron a los profesionales de tres empresas del sector salud, con diferentes enfoques para implementar Lean, examinando cómo la producción Lean influye en los roles, responsabilidades y características laborales del profesional de la salud. Si bien no todos los aspectos de Lean se transfirieron con éxito al sector de la salud, por ejemplo, el aumento de las múltiples habilidades y la rotación laboral se consideraron inadecuados para su aplicación en el contexto de la salud. Sin embargo, se observaron mejoras como la estandarización de los procesos, flujo continuo, rotación del equipo de mejora y la implementación de controles visuales, aunque las estructuras de poder existentes dentro de la atención médica moderaron la plena realización de los beneficios que podrían obtenerse de la implementación lean.

Se conoce que varios centros de salud de todo el mundo ya han adoptado Lean Healthcare, con gran éxito; afirma Conexión Esan (2022); la administración de la Universidad de Maryland en St. Lean se introdujo en el Centro Médico St. Joseph de la Universidad de Maryland (UM SJMC) a través de la colaboración con el Instituto Virginia Mason; tres años más tarde, UM SJMC redujo a la mitad de los incidentes de daños anuales y una mejora en los puntajes de

satisfacción del paciente; debido a esto, pudo ganar el Premio Minogue a la Innovación en Seguridad del Paciente en 2021.

2.2.2.2. Definición del Lean Healthcare

La calidad de atención en los servicios de salud garantiza un aumento de la calidad de vida de la población, significado un desarrollo económico y en el sector salud. Para resolver los problemas de procedimiento, la filosofía de gestión de la salud llamada Lean Healthcare, que permite eliminar retrabajos, desperdicios y procedimientos innecesarios. El Lean Healthcare es una adaptación sanitaria de la filosofía lean.

Esta filosofía se viene implementando en diferentes áreas de la salud, ayudando a la mejora del desempeño y enfrentando desafíos como la insatisfacción de los pacientes, el aumento de costos y la prestación de servicios de alta calidad, considerando las limitaciones financieras actuales. Lean Six Sigma, así como Lean Healthcare, también se ha aplicado en los servicios de salud y ha demostrado ser muy prometedor debido a su carácter de abordar problemas operativos en entornos complejos. . Con el uso de esta filosofía, muchos servicios reportan un gran potencial para mejorar el desempeño operativo. Sin embargo, asimilar e incorporar herramientas que lleven a las organizaciones a una operación eficiente no es un reto sencillo. De hecho, muchas empresas fracasan en su aplicación, La implementación de herramientas va más allá de su filosofía, requiriendo una metodología clara. En la actualidad a nivel mundial existe una tendencia de iniciativas encaminadas a introducir una gestión de la información estandarizada y centralizada en las organizaciones sanitarias. (hospitales, centros médicos, farmacias y clínicas).

SegunTucker et al. (2013) un aspecto importante tiene que ver con el mecanismo que lleva a los médicos a aceptar la implementación de las herramientas lean en las organizaciones sanitarias. Los retrasos por la atención, la información duplicada, los retrabajos, el agotamiento del personal, los movimientos innecesarios de pacientes y personal, la falta de equipos y suministros son características propias de las organizaciones del sector salud. Las personas que trabajan en organizaciones de atención médica adquieren habilidades para desarrollar “soluciones alternativas contra los ocho desperdicios” estos son (sobreproducción, transporte, espera, sobre procesamiento, movimiento, inventario, productos defectuosos y talento latente) causantes de insatisfacción de los clientes y frustración a la alta gerencia.

La necesidad constante de una administración en el sistema de salud pública de la manera más eficiente posible, manifiesta Muñoz (2010) es necesaria debido al incremento de la necesidad de servicios de salud y la actual crisis . Debido a esta circunstancia, menciona el autor, se

buscan nuevas herramientas de gestión de la salud, particularmente aquellas que se adhieran a la filosofía Lean, que permitan a las empresas de la salud acceder a técnicas de gestión que han tenido éxito en el sector de las industrias.

2.2.2.3. Desperdicios del Lean Healthcare

De acuerdo con Saludbydiaz (2021) las empresas que deciden implementar la filosofía Lean en empresas dedicadas al sector salud, como Virginia Mason, los desarrolladores del Sistema de Producción Virginia Mason (VMPS), afirman que Lean Healthcare es la filosofía más efectiva en general para mejorar de los procesos en el sector salud, debido a su adaptabilidad y valoración de todos los miembros del equipo de atención al paciente; a diferencia de Six Sigma, Lean no exige técnicas estadísticas sofisticadas, capacitación costosa o plataformas y sistemas costosos; más importante aún, los principios Lean se pueden implementar gradualmente con apoyo de toda la organización; cada encuentro con un paciente y episodio de atención presenta una oportunidad de aumentar el valor y reducir el desperdicio; Lean Healthcare identifica ocho tipos de desperdicios:

Disminuir la espera y los tiempos muertos

Los principios Lean indican que los desperdicios ocurren cada vez que los pacientes o empleados deben esperar de manera temporal o permanentemente. Las empresas del sector salud tienen la oportunidad de usar la inventiva y la imaginación de su equipo para reducir los desperdicios en los procesos donde los pacientes esperan en las salas de espera, listas de espera de citas y equipos inactivos de alta tecnología.

Reducir el inventario

El capital fijo y el costo de almacenamiento representan los costos de inventario, este aumenta por suministros y medicamentos que son almacenados por tiempos prolongados; del mismo modo el riesgo de pérdida por robo u obsolescencia también aumenta por un inventario excesivo. Para identificar los excesos de inventario e identificar formas para reducirlo, es recomendable que los trabajadores de toda la organización pueden recibir alguna capacitación.

Elimine los defectos y mejorar la calidad de la atención

Los diagnósticos erróneos, los errores médicos y las fallas de procesos o del sistema son algunos ejemplos de defectos reprocesos que existen en la atención médica. Las organizaciones pueden usar principios Lean para movilizar a cada empleado para eliminar los desperdicios de defectos y mejorar la calidad del servicio para impactar positivamente el resultado final.

Transporte: para mejorar el flujo del paciente, reducir el movimiento de pacientes, suministros y equipos

El transporte de pacientes, suministros y equipos médicos es un desperdicio en la industria de la salud. Para ahorrar tiempo y mejorar el flujo de pacientes, el pensamiento magro se puede utilizar para analizar cómo se mueven los pacientes y el personal operativo en las instalaciones del centro de salud

Al minimizar el movimiento, puede ahorrar tiempo

Cuando los miembros del personal del centro de salud se mueven sobre su espacio de trabajo de una manera que no beneficie a los pacientes, se llama "desechos en la cámara". El movimiento desperdiciado puede ocurrir durante las transferencias de los pacientes y cuando las personas tienen que caminar más lejos debido al diseño incorrecto de la disposición de consultorios.

Aprovechar los recursos reduciendo la sobreproducción

La alta rotación de personal (Despidos), producir algo en exceso o producirlo en el momento equivocado son ejemplos de desperdicios de sobreproducción. Los centros de atención médica pueden lidiar con la sobreproducción a través de la fidelización del personal, duplicando pruebas o extendiendo el centro médico más allá de lo que es necesario.

Eliminar los residuos producidos por el procesamiento excesivo

Cuando se realiza un trabajo adicional en la atención de los pacientes, se produce un procesamiento excesivo. Estos pueden ser la realización de pruebas innecesarias, completar múltiples formularios con los mismos datos e ingresar información en múltiples sistemas. La filosofía Lean Healthcare tiene el potencial de identificar y eliminar los tiempos, los esfuerzos y los recursos cuando no mejoran los resultados del paciente o la calidad de la atención. El personal operativo del centro médico es quien puede ayudar a identificar procesos repetitivos, redundantes o inútiles para ahorrar tiempo y dinero.

Desperdicio del potencial humano como consecuencia del despilfarro sanitario

Cuando cualquiera de las actividades que se mencionaron anteriormente, ocupa el tiempo de un trabajador, no puede utilizarlo para emplear su talento y creatividad para un trabajo que respalde las operaciones y una óptima experiencia del paciente. El desperdicio de atención médica roba a los miembros del personal el tiempo que podrían dedicar a aprender, desarrollar relaciones con los pacientes o implementar mejoras basadas en el sistema. La adopción de una cultura Lean Healthcare no solo da como resultado niveles más altos de atención y costos más bajos, sino que también aumenta la responsabilidad y la lealtad de los empleados.

2.2.2.4. Herramientas del Lean Healthcare

Para implementar la metodología Lean Healthcare se pueden utilizar diferentes herramientas de la filosofía Lean Manufacturing, que se pueden emplear en empresas de salud.

Estas herramientas se aplican según de acuerdo a un análisis previo de la realidad del centro médico y es importante considerar que para implementar la filosofía Lean, hay que hacerlo de manera progresiva de acuerdo a la situación actual.

Just in Time (JIT)

El concepto JIT se centra en mantener una pequeña cantidad de existencias necesarias para la producción o un proceso que pueda utilizarse con la entrega programada diaria. Es decir, el material necesario para cada proceso se suministra en la cantidad requerida, en el momento requerido y con los artículos requeridos. El suministro de materiales para el proceso entrará directamente en la línea de producción sin almacenar. En japonés, la palabra justin-time significa en realidad "a tiempo", "bien sincronizado" o "justo a tiempo".

5S

Todo objeto debe tener su lugar y estar almacenado adecuadamente, en buen estado y accesible cuando se requiera.

- Seiri: Clasificar las herramientas, piezas e instrucciones esenciales, y desechar los materiales que no son necesarios.
- Seiton: Ordenar y reconocer las piezas y herramientas para facilitar su uso.
- Seiso: Desarrollar actividades de limpieza.
- Seiketsu: Desarrollar el seiri, seiton, seiso de manera óptima.
- Shitsuke: Concientizar la costumbre de implementar lo anteriormente visto.

Kaizen

Kaizen es una filosofía originaria de Japón que fomenta la mejora constante mediante el esfuerzo continuo y la participación activa de los empleados. Valorar las pequeñas mejoras y motivar a seguir avanzando en el futuro.

Kanban

Un método de tarjetas de señalización para suministrar las piezas sólo cuando se necesitan. El sistema Kanban se basa en que el cliente de una pieza la extrae del proveedor de dicha pieza. El cliente de la pieza puede ser un consumidor real de un producto acabado (externo) o el personal de producción de la estación siguiente en una instalación de fabricación (interno). Este concepto de tipo pull ayuda a reducir el inventario y los gastos generales.

Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Este proceso comienza con un mapeo del estado actual, que detalla el flujo de materiales, las actividades realizadas en la fabricación y, cuando es necesario, las interacciones entre fabricantes, proveedores y distribuidores para asegurar la entrega de los productos a los clientes.

Poka-Yoke

A prueba de errores, puede tratarse de comprobaciones sucesivas, dispositivos de tipo contacto/sin contacto para comprobar las piezas que faltan o un diseño inteligente que acepte la pieza de una sola manera. Las personas somos propensos a cometer fallas y, si éstos pasan no se detectan en el ciclo de fabricación, más tarde se manifiestan como defectos. Utilizando algunos dispositivos o mecanismos en las fases críticas, si pudiéramos detectar estos errores de antemano sería un paso hacia el producto de valor y cero defectos. Poka yoke se refiere a cualquier concepto, herramienta, mecanismo o solución diseñada para detectar errores antes de que ocurran.

Indicadores de Gestión (KPIs)

Los KPI son herramientas de medición utilizadas para analizar el progreso de la eficiencia productiva en la industria. La aplicación con éxito de las herramientas de fabricación ajustada y su trabajo se lleva a cabo con la ayuda de Indicadores Clave de Rendimiento o Prioridades de Mejora. El enfoque Objetivo vs Real o Plan vs Objetivo es la forma más sencilla de medir el rendimiento empresarial.

Reporte A3

El reporte A3 facilita la colaboración activa de grupos de personas en el propósito, las metas y la estrategia de un proyecto. Promueve la resolución detallada de problemas a lo largo del proceso y los ajustes necesarios para asegurar que el proyecto alcance el objetivo previsto con mayor exactitud.

SMED

(Single-Minute Exchange of Die, por sus siglas en inglés) es una técnica que busca reducir el tiempo necesario para realizar cambios o configuraciones en los equipos de producción o en los procesos, de tal forma que el cambio de un producto o proceso se realice en menos de 10 minutos (de ahí el término "Single-Minute"). SMED no solo se aplica a la manufactura o producción, sino también en procesos dentro del entorno sanitario donde se realizan cambios frecuentes, como en los quirófanos, las estaciones de trabajo, o incluso en la organización de equipos para procedimientos médicos.

Heijunka

Se refiere al nivelado de la producción. El objetivo de Heijunka es distribuir la producción de manera uniforme a lo largo del tiempo, eliminando fluctuaciones y mejorando el flujo continuo de trabajo. Esta herramienta se utiliza principalmente en entornos de manufactura, pero también tiene aplicaciones importantes en Lean Healthcare, donde se busca garantizar un flujo estable de trabajo sin congestiones o cuellos de botella, lo que se traduce en un mejor servicio y tiempos de respuesta.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

TPM busca maximizar la efectividad de los equipos, máquinas y recursos en cualquier proceso de producción o de prestación de servicios. Su objetivo es aumentar la disponibilidad y fiabilidad de los activos a través de la participación activa de todos los empleados, desde los operativos hasta los directivos, en el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. En el contexto de Lean, TPM no solo se enfoca en el mantenimiento en sí mismo, sino en maximizar la productividad global de las máquinas y equipos al reducir los tiempos de inactividad, mejorar la eficiencia y, en última instancia, contribuir a la eliminación de desperdicios y a la mejora continua.

2.2.2.5. Los beneficios del Lean Healthcare

Lean Healthcare, según Conexión Esan (2018) tiene como objetivo la mejora continua, gradual y ordenada para la mejor planificación y gestión de un hospital y todos los servicios que lo acompañan; el experto de ESAN destaca estas ventajas clave de su uso en centros de salud:

- Lean Healthcare tiene por objetivo la mejora continua, organizada y progresiva para planificar una gestión de un centro de salud y todos los servicios relacionados.
- Lean Healthcare se esfuerza por la mejora continua, ordenada y gradual para la mejor planificación y gestión de un centro de salud y todos los servicios relacionados.
- Lean Healthcare tiene como objetivo mejorar de forma progresiva y estructurada la gestión de las operaciones de un centro de salud ocupacional y todos los servicios asociados.
- Aprovechar el tiempo efectivo del médico evaluador para las consultas, al máximo de su potencial.
- Aligerar la carga de trabajo siendo consciente de las responsabilidades y expectativas de cada puesto.
- Acortar o eliminar los tiempos muertos donde el paciente espera para ser atendido.

- Acortar el tiempo promedio total que un paciente debe permanecer en el hospital o clínica para recibir tratamiento.
- Un aumento en la confiabilidad y calibre de los servicios ofrecidos.

2.2.3. Aprendizaje Automático

2.2.3.1. Definición

Con el pasar de los años, la humanidad ha estado en la búsqueda constante de diversas herramientas para la realización de tareas de formas más rápidas y sencillas. La creación de diferentes maquinas han facilitado la vida de los seres humano satisfaciendo diferentes necesidades, el aprendizaje automático es el gran protagonista de estos avances.

Álvarez et al. (2020) refiere que el aprendizaje automático o “Machine Learning” es un concepto que fue introducido por primera vez en el año 1959 por Arthur Samuel, el describe el aprendizaje automático como una metodología que hace uso de bases de datos, estadística y algoritmos por computadora con el fin de aprender, esto quiere decir, que se podrían mejorar los resultados obtenidos en una tarea en específico después de haber procesado datos en grandes cantidades. Una de las características del aprendizaje automático es que los algoritmos utilizados se optimizan automáticamente a medida que el sistema informático tenga más información, este seguirá aprendiendo sin intervención del hombre o con una intervención de un usuario.

El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial por lo que mediante el análisis y procesamiento de datos genera una respuesta a través de algoritmos, esto significa que involucra propiedades de la inteligencia humana como el razonamiento para la resolución de tareas. A través del aprendizaje automático los ordenadores pueden realizar el análisis de la información y la creación de algoritmos que van a poder permitir al ordenador poder aprender e identificar patrones de las tareas asignadas de forma autónoma.

El aprendizaje, en mención de Moreno et al. (1994) como ya se estableció, se refiere a una variedad de circunstancias en las que un aprendiz desarrolla nuevos conocimientos o habilidades para completar una tarea; para construir una representación precisa de un aspecto pertinente de la realidad o un proceso, el aprendizaje aplica inferencias a información específica.

La capacidad de reconocer situaciones problemáticas y responder utilizando la estrategia aprendida, explican Moreno et al., es lo que a menudo se denomina resolución de problemas, en el contexto del aprendizaje automático, que es un subcampo de la inteligencia artificial;

actualmente, la mayor distinción que se puede hacer entre un animal y un mecanismo de resolución de problemas es que algunos animales pueden mejorar su desempeño en una variedad de tareas como resultado de haber resuelto un problema en particular; este enfoque asume que un agente autónomo debe ser capaz de completar la misma tarea en una variedad de formas, si es posible y según sea necesario. Debe ser capaz de elegir el curso de acción de resultado más óptimo para la resolución de una problemática y cambiar de opinión cuando las circunstancias lo requieran.

El Machine Learning es importante ya que permite a las pequeñas empresas dirigir sus operaciones con eficacia y eficiencia. Michalski et al. (2013) refiere que estadísticas recientes han demostrado que varias empresas entre pequeñas y medianas establecidas que utilizan el aprendizaje automático han generado ideas a partir de los datos que poseen y que son fundamentales para su rendimiento.

Existen diferentes herramientas de aprendizaje automático que se utilizan para componer los algoritmos de aprendizaje, una gran cantidad se basan en modelos estadísticos. Estas herramientas extienden los modelos de regresión lineal con el objetivo de procesar millones de datos, así como utilizar modelos estadísticos para resumir el gran conjunto de datos para facilitar su visualización y posterior análisis.

El aprendizaje automático a lo largo de los años se ha implementado en diferentes áreas:

Pronósticos

Tiene el potencial que después de analizar su historial clínico la posibilidad de predecir posibles enfermedades y/o esperanzas de vida. Al tener un diagnóstico más certero la medicación brindada es más eficaz, Choy et Al. (2018) describe que en el campo de la oncología el uso de métodos de aprendizaje automático ha reportado un mejoramiento del 25%.

Screening y Diagnostico

Cloe y Chan (2017), concluyen que existe la probabilidad de que al menos en una ocasión un paciente haya sido diagnosticado erróneamente, es por eso que el aprendizaje automático ayuda a los médicos en la selección y procesamiento estadístico por riesgo para futuras decisiones y diagnósticos más certeros.

2.2.3.2. Modelos de aprendizaje automático

2.2.3.2.1. Aprendizaje Supervisado

El aprendizaje supervisado es un modelo de aprendizaje automático que se aplica cuando los datos se presentan en forma de variables de entrada y valores objetivo de salida, esto quiere decir que las respuestas están asociadas a un resultado ya predeterminado. El algoritmo asociado aprende funciones generales asignación de la entrada a la salida y aprende patrones para predecir (Mueller & Massaron, 2016).

Este modelo de muestras de datos etiquetados a gran escala lo convierte en un método enfocado para el análisis de tareas en las que se manejan gran volumen de datos. Este enfoque se divide en dos categorías:

Clasificación

El Output o variable de salida está dentro de un número conocido de categorías. Por ejemplo, verdadero o falso, positivo o negativo.

Regresión

El Output o variable de salida es un valor real o continuo. Por ejemplo, sueldo, clima.

2.2.3.2.2. Aprendizaje No Supervisado

Bishop (2006) refiere que el aprendizaje no supervisado se emplea cuando los datos que se van a utilizar y/o analizar sólo se encuentran en forma de inputs (entrada) y no existe una variable de salida. Esto quiere decir que no existe ninguna información previa, utiliza los patrones subyacentes de la información para aprender más sobre sus características, descubrir agrupaciones y patrones nuevos.

En esta técnica, se descubren los grupos inherentes a los datos (predicción) y se utiliza el resultado de entradas no vistas. Por ejemplo, un uso común de este modelo es predecir el comportamiento de compras de un cliente al hacer compras mensualmente.

2.2.3.2.3. Aprendizaje por refuerzo

Este método es aplicado cuando la actividad a realizar es tomar una secuencia de decisiones para luego procesarlas y tener una respuesta, esto quiere decir que el sistema aprende con datos que no tienen información de su posible output (salida). Por ejemplo, este modelo se utiliza para jugar juegos en el ordenador, la información se va cargando a como el usuario va progresando en el juego (Mueller & Massaron, 2016).

2.2.3.2.4. Aprendizaje Profundo

El aprendizaje profundo adapta un enfoque multicapa a las capas ocultas de la red neuronal. En los enfoques tradicionales de aprendizaje automático, las características se definen y extraen manualmente o haciendo uso de métodos de selección de características. Sin embargo, en los modelos de aprendizaje profundo, las características se aprenden y extraen automáticamente, logrando una mejor precisión y rendimiento. En general, los hiperparámetros de los modelos clasificadores también se miden automáticamente.

Redes Neuronales Profundas (DNN)

Una red neuronal profunda es una red neuronal con más de dos capas, algunas de las cuales son capas ocultas. Las redes neuronales profundas utilizan modelos matemáticos sofisticados para procesar datos de muchas maneras diferentes. Aggarwal (2018) menciona que una red neuronal es un modelo ajustable de salidas como funciones de entradas, que consta de varias capas: una capa de entrada, incluidos los datos de entrada; capas ocultas, incluidos los nodos de procesamiento llamados neuronas; y una capa de salida, incluidas una o varias neuronas, cuyas salidas son las salidas de red.

Redes Neuronales Convulocionales (CNN)

Zhang et al. (2018), refiere que una red neuronal convolucional es un tipo especial de red neuronal de alimentación directa originalmente empleada en áreas como la visión por computadora, los sistemas de recomendación y el procesamiento del lenguaje natural. Es una arquitectura de red neuronal profunda, típicamente compuesto de capas convolucionales y de agrupación o submuestreo para proporcionar entradas a una capa de clasificación completamente conectada. Las capas de convolución filtran sus entradas para extraer características; las salidas de múltiples filtros se pueden combinar. Las capas de agrupación o submuestreo reducen la resolución de las características, lo que puede aumentar la robustez de las CNN a ruido y distorsión. Las capas completamente conectadas realizan tareas de clasificación.

Redes Neuronales Recurrentes (RNN)

Hochreiter y Schmidhuber (1996) mencionan que son una clase de redes neuronales cuyas conexiones entre neuronas forman un ciclo dirigido, que crea bucles de retroalimentación dentro de la RNN. La función principal de RNN es el procesamiento de información secuencial sobre la base de la memoria interna capturada por los ciclos dirigidos. A diferencia de las redes neuronales tradicionales, RNN puede recordar el cálculo anterior de la información y puede reutilizarla aplicándola al siguiente elemento en la secuencia de entradas. Un tipo especial de

RNN es la memoria a largo plazo (LSTM), que es capaz de usar memoria larga como entrada de funciones de activación en la capa oculta.

Otras Redes Neuronales

Un tipo de red neuronal profunda se llama red de creencias profundas (DBN) Ruangkanokmas et al. (2016), comprende múltiples capas de un modelo gráfico, que tiene bordes dirigidos y no dirigidos. Cada red está compuesta por múltiples capas de unidades ocultas y cada capa está conectada a la siguiente, pero las unidades dentro de una capa no están conectadas. Un DBN se aprende usando un algoritmo de aprendizaje codicioso en capas.

Una red neuronal recursiva (RecNN) Socher et al. (2011) refiere que es un tipo de red neuronal que se puede ver como una generalización de RNN. Las redes neuronales recursivas generalmente se usan para aprender una estructura de gráfico acíclico dirigida a partir de datos. Los vectores de estado oculto de los nodos secundarios izquierdo y derecho en el gráfico se pueden usar para calcular el vector de estado oculto del nodo actual.

Otra categoría es el aprendizaje profundo híbrido, que combina dos o más técnicas de aprendizaje profundo juntas, como las redes neuronales convolucionales (CNN) y la memoria a largo plazo (LSTM), o redes neuronales probabilísticas (PNN) y una máquina Boltzmann restringida de dos capas (RBM).

2.2.3.3. *Análisis de Sentimientos*

Bhavitha et al. (2017) define el análisis de sentimientos como un proceso de extracción de información sobre una entidad e identificación automática de cualquiera de las subjetividades de esa entidad, donde el objetivo es determinar si el texto generado por los usuarios transmite sus opiniones positivas, negativas o neutrales. La clasificación de sentimientos se puede llevar a cabo en tres niveles de extracción: el nivel de aspecto o característica, el nivel de oración y el nivel de documento. Actualmente, existen dos enfoques para abordar el problema del análisis de sentimientos: Técnicas basadas en léxico y Técnicas basadas en aprendizaje automático.

Basado en léxico

Las técnicas basadas en léxico fue las primera en ser utilizadas para el análisis de sentimientos. Se dividen en dos enfoques: basados en diccionarios y basados en corpus.

Salas-Zarate et al. (2017) En el primer tipo, la clasificación de sentimientos se realiza mediante el uso de un diccionario de términos, como los que se encuentran en SentiWordNet y WordNet. Sin embargo, el análisis de sentimientos basado en corpus no se basa en un diccionario predefinido, sino en el análisis estadístico del contenido de una colección de documentos,

utilizando técnicas basadas en los vecinos más cercanos (k-NN) campo aleatorio condicional (CRF) y modelos ocultos de Markov (HMM) entre otros.

Basado en el aprendizaje automático técnicas

Zhang (2018) los problemas propuestos para el análisis de sentimientos se pueden dividir en dos grupos: (1) modelos tradicionales y (2) modelos de aprendizaje profundo. Los modelos tradicionales se refieren a técnicas clásicas de aprendizaje automático, como el clasificador naïve Bayes, clasificador de entropía máxima o máquinas vectoriales de soporte (SVM). La entrada a esos algoritmos incluye características léxicas, características basadas en léxico de sentimiento, partes del habla o adjetivos y adverbios. La precisión de estos sistemas depende de qué características se elijan. Los modelos de aprendizaje profundo pueden proporcionar mejores resultados que los modelos tradicionales. Se pueden usar diferentes tipos de modelos de aprendizaje profundo para el análisis de sentimientos, incluidos CNN, DNN y RNN. Dichos enfoques abordan problemas de clasificación a nivel de documento, nivel de oración o nivel de aspecto. Estos métodos de aprendizaje profundo se discutirán en la siguiente sección.

2.2.3.4. Transformer

Vaswani et al. (2017) refieren que es una arquitectura de redes neuronales que ha revolucionado el campo del procesamiento de lenguaje natural (NLP) debido a su capacidad para manejar secuencias de texto de manera más eficiente y efectiva que modelos previos, como las redes neuronales recurrentes (RNN) y las redes de convolución (CNN).

2.2.3.4.1. Características de los modelos transformer

Vaswani et al. (2017) indica que las características de los modelos transformer son:

Mecanismos de atención

A diferencia de las redes neuronales recurrentes (RNN), los modelos Transformer utilizan un mecanismo de atención que les permite analizar múltiples secciones del texto de entrada al mismo tiempo. Esto optimiza su capacidad para identificar conexiones de largo alcance entre palabras sin requerir un procesamiento secuencial de la información.

Atención multi-cabeza

El modelo transformer emplea varias cabezas de atención para identificar distintos aspectos de las relaciones entre palabras. Cada una de estas cabezas se especializa en detectar conexiones específicas, lo que enriquece la representación contextual de la secuencia de entrada.

2.2.3.4.2. Aplicación en la clasificación de texto

El modelo transformer utiliza múltiples mecanismos de atención para capturar diversos aspectos de las relaciones entre palabras. Cada uno de estos mecanismos se enfoca en diferentes conexiones dentro del texto, lo que mejora la comprensión del contexto en la secuencia de entrada (Vaswani et al. , 2017).

Transformers BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)

BERT es un modelo basado en la arquitectura Transformer que se entrena previamente con grandes cantidades de texto y luego se ajusta para distintas tareas de procesamiento del lenguaje natural, como la clasificación de texto. Su enfoque de preentrenamiento bidireccional le permite comprender el contexto de las palabras en relación con su entorno, lo que optimiza su desempeño en tareas como análisis de sentimientos, detección de emociones y categorización de temas.

Ajuste Fino (Fine-Tuning)

Los modelos Transformer, como BERT, pasan por un preentrenamiento con grandes volúmenes de texto antes de ser adaptados a tareas específicas, como la clasificación de texto. Este proceso les permite aprender a partir de datos no etiquetados a gran escala y posteriormente refinar su desempeño con un conjunto de datos más pequeño y etiquetado, lo que mejora su precisión y efectividad.

2.2.4. Algoritmos

Los algoritmos son la consecución limitada y claramente definida de instrucciones o pasos que se utilizan con el fin de resolver un problema o realizar una tarea específica que se había planteado previamente. Un algoritmo es un conjunto de instrucciones finitas y claras que, cuando se siguen, producen un resultado específico a partir de una entrada inicial.

2.2.4.1. Definición de algoritmo

Un algoritmo es un conjunto de pasos claramente establecidos que recibe uno o varios valores como entrada y genera uno o varios valores como salida. Un algoritmo debe ser:

- Debe poseer un numero finito de pasos
- Todos los pasos deben estar definidos claramente
- Tener una entrada y al menos una salida
- Debe resolver un problema definido anteriormente en el menor tiempo y utilizando la menor cantidad de recursos

2.2.4.2. Clasificación de algoritmos

Existen diversos tipos de algoritmos, cada uno está diseñado para resolver diferentes tipos de problemas. A continuación, una clasificación general de los tipos de algoritmos más comunes:

Algoritmos de Búsqueda

Se utilizan para encontrar un elemento específico dentro de una definida estructura de datos:

- Búsqueda lineal
- Búsqueda binaria

Algoritmos de Ordenamiento

Son utilizados para reorganizar los elementos de una estructura de datos definida en un orden definido por el usuario:

- Ordenamiento por burbuja
- Ordenamiento por Inserción
- Ordenamiento rápido
- Ordenamiento por mezcla

Algoritmos de Grafos

Estos algoritmos solucionan problemas relacionados con estructuras de grafos, como el camino más corto o el árbol de expansión mínima.

- Ordenamiento en Profundidad
- Búsqueda en Anchura
- Dijkstra

2.2.4.3. Algoritmos en el sector salud

A lo largo de la historia diferentes investigaciones han demostrado que la implementación de algoritmos es útil para centros de salud, y se han publicado algunas revisiones de este trabajo, como, por ejemplo:

McClain (1976), habla de modelos para evaluar el impacto de las políticas de asignación de camas en la utilización, el tiempo de espera y la probabilidad de rechazar pacientes.

Nosek y Wilson (2001), sobre el uso de la teoría de colas en aplicaciones farmacéuticas, prediciendo y reduciendo los tiempos de espera y ajustando la dotación de personal.

(Verde, 2006) presenta el algoritmo de asignación aplicada a la asistencia sanitaria, analizando la relación entre los retrasos, la utilización de los recursos y el número de servidores; el modelo básico M/M/s, sus suposiciones y extensiones.

La familia TDIDT9 presenta el algoritmo, que fue creado por primera vez por Quinlan [QUIN79]; cada componente o instancia de la secuencia de entrada dada al algoritmo toma la forma de una relación de pares de atributo-valor que juntos forman una especificación conjunta; adicionalmente se incluye la clase a la que pertenece cada instancia. Según lo expuesto en lo mencionado anteriormente, el fin es construir un árbol de decisión que explique todo lo mencionado de la manera más simple posible.

Como señalan Moreno et al. (1994), el algoritmo crea el árbol usando lo que se puede comparar con una búsqueda de escalada sin volver a través de todos los árboles posibles, eligiendo el mejor atributo en cada momento de acuerdo con una medida heurística específica; sea X el conjunto inicial de instancias, A el conjunto de atributos que las describen y C el conjunto de clases potenciales. La cardinalidad de un conjunto la indica el operador. Nos referimos a X a lo largo del texto como el conjunto de instancias (o subconjunto de instancias) de X que se encuentran en cualquier nodo y cuyos valores para los atributos relevantes coinciden con los de la ruta desde la carrera hasta ese nodo.

El algoritmo de asignación se utiliza ampliamente en ingeniería y la industria para el análisis y el modelamiento de los procesos. En los sistemas adecuados, permite calcular la oferta óptima de recursos fijos necesarios para satisfacer una demanda variable. El análisis depende de la medición precisa de tres variables: tasa de llegada, tiempo de servicio y número de procesos en el sistema.

Análisis de tiempo de espera y utilización

En un algoritmo de asignación se minimiza el tiempo de espera de los clientes y maximizar la utilización de los servidores o recursos, esperar y maximizar la utilización de los servidores o recursos son objetivos contrapuestos.

Tasa de llegada variable

Aunque la mayoría de los modelos analíticos suponen una tasa constante de llegada de clientes. En el caso de los sistemas de salud tienen una tasa de llegada variable. En algunos casos, la tasa de llegada puede depender del tiempo, pero ser independiente del estado del sistema. Un sistema con congestión desalienta las llegadas. Worthington (1991) sugiere que aumentar la capacidad de servicio (el método tradicional para intentar reducir largas colas) tiene poco efecto en la longitud de la cola porque tan pronto como los pacientes se dan cuenta de que los tiempos de espera se reducirían, la tasa de llegada aumenta, lo que aumenta la cola nuevamente.

Disciplina de colas prioritarias

En la mayoría de los entornos sanitarios, a menos que exista un sistema de citas, la disciplina es primero en entrar, primero en salir o un conjunto de clases de clientes que tienen diferentes prioridades (como en un departamento de urgencias, que trata a los pacientes con lesiones potencialmente mortales antes que los demás). McQuarrie (1983) muestra que es posible, cuando la utilización es alta, minimizar la espera tiempos dando prioridad a los clientes que requieren tiempos de atención más cortos. Esta regla es una forma de Regla de tiempo de procesamiento más corto que se sabe que minimiza los tiempos de espera.

2.2.5. Salud Ocupacional

2.2.5.1. Definición de Salud Ocupacional

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que la salud ocupacional es *“La promoción y conservación del máximo bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las actividades laborales, mediante la prevención de problemas de salud, el control de riesgos y la adaptación de las condiciones laborales a las personas, así como de las personas a sus puestos de trabajo.”* (Organización Panamericana de la Salud, 2009).

A través de la salud ocupacional, la medicina contribuye a una gestión eficiente de la salud de los trabajadores. Los objetivos principales de la salud ocupacional son los siguientes:

- Proteger a los trabajadores en sus centros laborales de los posibles riesgos de seguridad e higiene.
- Brindar a los trabajadores ambientes de trabajo seguros y saludables de acuerdo con su exposición.
- Fomentar la seguridad a través de prácticas de trabajo seguro según el puesto laboral.
- Realizar monitoreos de salud en el lugar de trabajo.

Gomero et al. (2006) El medico ocupacional es el principal actor que va a desempeñar la importante función de reducir la incidencia de alguna lesión, enfermedad ocupacional en las empresas; en los centros ocupacionales es el asesor experto en brindar aptitudes de los exámenes médicos y en caso de alguna enfermedad ocupacional asesoran a las empresas para tomar medidas con el trabajador.

2.2.5.2. Salud ocupacional en el Perú

Tal como refiere el Ministerio de Salud (MINSA, 2010) que una investigación del año 2002 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), 270 millones de trabajadores por todo el

globo adolecen algún tipo de accidente laboral cada año y 160 millones desarrollan algún padecimiento ocupacional; la difusión y el resguardo de la salud de los trabajadores, así como el apercibimiento de accidentes, son objetivos de la salud ocupacional, la cual es vista como un pilar fundamental en el desarrollo de las naciones a nivel mundial del trabajo y de las enfermedades profesionales derivadas de los puestos de trabajo y los riesgos a los que están expuestos.

La prevalencia de las enfermedades profesionales aún no se conoce bien en América Latina y Perú; según estimaciones de la OIT, los accidentes y las enfermedades profesionales cuestan a los países en desarrollo entre el 2 y el 11 por ciento de su PIB anual; en Perú, esto equivale a entre \$1,000 y \$5,500 millones de dólares anuales, o aproximadamente \$50,000 dólares (MINSa, 2010).

En el desempeño de su trabajo, los empleados están frecuentemente expuestos a factores de riesgo ergonómicos, psicosociales, químicos y físicos; accidentes, enfermedades profesionales y otras condiciones vinculadas al lugar de trabajo, estos son resultado de estos factores, que también pueden causar un deterioro en el estado de salud; aún es necesario generar conciencia e interés en las empresas (Empleadores - Estado - Trabajadores) y de la sociedad en las diversas organizacionales del estado, para desplegar mayores esfuerzos en esta dirección, a pesar de que ya se sabe la importancia del estudio de estos puntos. y que una vez bien establecidos, pueden ser eliminados o controlados (MINSa, 2010).

Se desconoce cuánto de la población activa en el Perú está expuesta a diversos riesgos laborales, y no existen datos estadísticos sobre enfermedades y accidentes de trabajo.

Dos entidades del estado tienen experiencia en el rubro de la salud ocupacional a partir del año 2002: la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), que funge como organismo técnico regulador de la salud ocupacional aspectos de salud a través de la Dirección Ejecutiva de Salud Ocupacional (DESO), y el Instituto Nacional de Salud (INS), que se encarga en la difusión de investigación y tecnología en el rubro de la salud ocupacional a través de R.M, de acuerdo la atención descentralizada en el sector salud. N° 573-2003-SA/DM (27/05/03) se asignan profesionales con experiencia en salud ocupacional a las Direcciones de Salud y a las Direcciones de Redes de Salud, como entidades independientes; tienen como función la vigilancia y control de los diferentes riesgos en los puestos de trabajo, en diversas actividades económicas, donde sea necesario. (MINSa, 2010).

Por ello, el Manual de Salud Ocupacional considera los sectores académico, técnico, administrativo, gubernamental, empresarial y de la opinión pública con el objetivo de verificar riesgos laborales en el marco de la descentralización y el desarrollo sostenible (MINSa, 2010).

2.2.5.3. Normativa Legal en el Perú

- Ley N° 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo. Regula la seguridad y salud en el trabajo en el Perú, estableciendo los derechos y responsabilidades de los empleadores y trabajadores. (Artículo 21, Artículo 60, Artículo 61).
- Ley N° 30222, Modificatoria de Ley N° 29783, Ley SST. Modifica y fortalece aspectos de la ley de seguridad y salud en el trabajo, ampliando las disposiciones para mejorar la protección de los trabajadores.
- Ley N° 26842, Ley General de Salud y sus modificaciones. Regula los servicios de salud en el país, estableciendo el marco legal para la prestación de servicios médicos y la gestión del sistema de salud pública.
- Ley N° 29344, Ley Marco de Aseguramiento Universal en Salud. Establece un sistema de aseguramiento universal en salud para los ciudadanos, promoviendo la cobertura de servicios de salud en el país.
- Decreto Supremo N° 013-2006-SA. Aprueban Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo.
- Decreto Supremo N° 016-2016-TR. Modificatoria de Reglamento de la Ley SST. Obligatoriedad de realizar exámenes médicos ocupacionales cada dos años para los trabajadores.
- Resolución Ministerial N° 312-2011-MINSA. Aprueban Documento Técnico “Protocolos de Exámenes Médico Ocupacionales y Guías de Diagnóstico de los Exámenes Médicos Obligatorios por Actividad”
- Resolución Ministerial N° 571-2014-MINSA. Modificatoria de RM 312-2011-MINSA, actualización de las directrices para la implementación de los exámenes médicos ocupacionales
- Resolución Ministerial N° 897-2005-MINSA. Aprobar la Norma Técnica de Salud N° 037-MINSA/OGDN-V.01, para Señalización de Seguridad de los Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo.
- Manual de Seguridad Ocupacional
- GEMO – 001 Guía de Evaluación Médico Ocupacional

2.2.5.4. Salud Ocupacional en Arequipa

En la ciudad de Arequipa, la Gerencia Regional de Salud de la Región Arequipa (GERESA) es la entidad encargada en controlar las normas que controlan los riesgos laborales en toda la región de Arequipa, en los sectores privados y gubernamentales: las actividades de la GERESA son las siguientes:

- Difusión de normas de salud ocupacional.
- Evaluación de empresas ocupacionales que quieran acreditarse para dar el servicio de salud ocupacional en la ciudad de Arequipa.
- Capacitación y concientización al personal de salud en temas de seguridad y salud en el trabajo y salud ocupacional.
- Inspecciones para asegurar el cumplimiento de la normativa de salud en centros ocupacionales.
- Identificación de posibles peligros y riesgos ocupacionales en empresas de la región de Arequipa.

En la ciudad de Arequipa, según la DIRESA, existen 18 empresas acreditadas en Salud Ocupacional y 6 en procesos de acreditación.

Tabla 1*Empresas acreditadas en Salud Ocupacional – Arequipa 2024*

NRO	RAZON SOCIAL	MEDICO RESPONSABLE	INICIO DE VIGENCIA	TERMINO DE VIGENCIA	DIRECCION	DISTRITO
1	SERVICIOS MEDICOS INTEGRADOS S.A.C (POLOCLINICO INTERNACIONAL SOS)	FERNANDO MAURICIO CARRERA PINTO	13. JUL.2023	12 JUL.2024	AV. Parra N° 324-326	Arequipa
2	OXFORD MEDICAL GROUP S.A.C	SHAROM DAYANA LLERENA PAREDES	17. JUL.2023	16 JUL.2024	Calle Miguel de Cervantes N°302	Arequipa
3	SALUD OCUPACIONAL TU SALUD S.A.C	GUIULIANA MERCEDES GALLEGOS FLORES	18. JUL.2023	17 JUL.2024	Urb. Valencia H-6	Yanahuara
4	POLICLINICO ALFA MEDICA SM S.A.C	MARIA ALEJANDRA PARADA GONZALES	21. JUL.2023	17 JUL.2024	Av. Cayma N° 501	Cayma
5	SG NATCLAR S.A.C	JUAN JOSÉ RETAMOZO PADILLA	08. AGO.2023	07 AGO.2024	AV. Cusco S/N	Orcopampa
6	POLICLINICO DIVINO NIÑO E.I.R. L	JUAN RICARDO MANUEL PARRA FERIA	05. SET.2023	04. SET.2024	Urb. Primavera B-6	J.L.B y Rivero
7	AB&SI S.A.C	NEYSME MAYSHIYE SALAS	05. OCT.2023	04. SET.2024	AV. Ejercito N°101 Local 103 y 104	Yanahuara
8	SERVICIOS MÉDICOS GLOBALES S.A.C.	AGRAMONTE LIMACHE MARCIA EMPERATRIZ	05. DIC.2024	04. DIC.2024	Urbanización Pedro Diez Canseco G-15	J.L.B y Rivero
9	POLICLINICO MEDISUR S.R.L.	ALVARO WILFREDO VELETO BARRA	12. ENE.2024	11. ENE.2025	Av. Mariscal Castilla Mz. B Lt.33 Urb. Centenario	Mollendo

10	SERVICIOS GENERALES GUTIERREZ Y ASOCIADOS S.A.C (SANTA CATALINA)	JESSICA MARUSKA MEDINA SOTOMAYOR	18 ENERO 2024	17 ENERO 2025	Calle Los Pinos N° 103-B	Paucarpata
11	PULSO CORPORACION MEDICA S.R.L.	M.C SHIRLEY FIORELLA GUERRA PEREZ	18 ENERO 2024	17 ENERO 2025	Calle Hipólito Unanue Urb. La Victoria	Arequipa
12	POLICLINICO NEXUS SALUD OCUPACIONAL S.A.C	JHONNY ENRIQUE VARGAS SIHUAY	16 ENE.2023	15 ENE. 2024	Calle Loreto N° 201 Urb. Misericordia Señor	Arequipa
13	SIGSO CONSULTORES LABORALES S.A.C.	JORGE LUIS CHAVEZ REVILLA	20 DIC. 2022	19 DIC. 2023	Urb. Juan el Bueno D-1	Arequipa
14	POLICLINICO MEDICAL AREQUIPA S.A.C	MARCO ANTONIO BAUTISTA MACEDO	27 DIC. 2022	26 DIC. 2023	Calle Alfonso Ugarte N°206	Yanahuara
15	SEI Y SALUD E.I.R.L.	MICHAEL JOHN JAIME ZAVALA	09 FEB. 2023	08 FEB. 2024	Coop. Clisa C9-A	Paucarpata
16	CLINICA PARA EL TRABAJADOR DANIEL ALCIDES CARRION	JOSÉ MANUEL NUÑEZ MIRANDA	01 ABRIL 2024	30 MARZO 2025	Calle José Gómez N°67 Urb. Pablo VI	Arequipa
17	POLICLINICO SOMA SALUD S.A.C	LUIS ARENAS PORTILLA	02 MAYO 2024	01 MAYO 2025	Av. Ejercito N°101 oficina 206	Yanahuara
18	POLICLINICO DE LA SALUD Y MEDICINA LABORAL S.A.C	NELLY ROCIO PILA ATAMARI	02 MAYO 2024	01 MAYO 2025	Calle Juana Espinoza N°317 Urb. Magisterial	Arequipa

Nota. Cuadro de las 18 empresas acreditadas en salud ocupacional hasta junio 2024. Extraído de Gerencia Regional de Arequipa (GERESA)

Tabla 2*Empresas en proceso de acreditación en Salud Ocupacional – Arequipa 2024*

NRO	RAZON SOCIAL	MEDICO RESPONSABLE	DIRECCION	DISTRITO
1	SALUD OCUPACIONAL INTEGRAL SAN GABRIEL S.A.C	GERMAN PAVEL CASTRO YAGUA	Av. Emmel N°105	Yanahuara
2	CENTRO MEDICO DIVINO NIÑO MOLLENDO S.A.C	KATY ESTRADA OVIEDO	Prolongación Mariscal C Mz. D Lt.1, Urb. Alto San Martin	Mollendo
3	POLICLINICO DIVINO NIÑO E.I.R. L	LUIS ALBERTO PORTILLA CANQUI	Jr. Progreso N° 790 Mz M Lt 10	Cayma
4	ESPECIALIDADES MEDICAS DEL NORTE DEL PERU E.I.R.L.	VÍCTOR RAÚL CASTRO ÁVILA	Av. Juan de Dios Salazar N°210 Mz A Lt.210, Urb. La Perla,	Arequipa
5	CENTRO MEDICO MONTE CARMELO S.C.R. L	EVELIN MARIANA CONCHA BERNAL	Calle Francisco Gómez de la Torre N°119	Arequipa

Nota. Cuadro de las 05 empresas en proceso de acreditación en salud ocupacional hasta junio 2024. Extraído de Gerencia Regional de Arequipa (GERESA)

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. Diseño de Investigación

La investigación propuesta tiene un diseño no experimental de naturaleza transversal, por lo que se hará la recolección de datos en un momento preestablecido y no habrá manipulación directa de las variables.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación será descriptiva ya que se va a describir y evaluar la situación actual de los diferentes problemas en las operaciones de las clínicas ocupacionales. Además, será de carácter aplicada porque a través de la metodología Lean Healthcare se va a desarrollar una propuesta de optimización de las operaciones, adicionalmente el uso del software Arena para simular los algoritmos de asignación propuestos y por último la aplicación de aprendizaje automático para el análisis de encuestas de satisfacción con análisis de sentimientos.

3.3. Métodos de Investigación

El método será mixto, ya que será la combinación del enfoque cuantitativo y cualitativo. Este es cuantitativo porque se realizará una recopilación de información estadística que posteriormente se analizará. También será cualitativo porque se recabará información mediante la observación, entrevistas y un análisis documental con el fin de descubrir deficiencias para una optimización de las operaciones.

3.4. Técnicas de investigación

3.4.1. Entrevistas

Se realizará entrevistas al personal operativo (directora médica, médicos evaluadores, enfermera ocupacional) y administrativo (administradora, ingeniero de calidad) con el fin de obtener información del día a día de las operaciones de la clínica.

3.4.2. Observación

La observación es la técnica mediante la cual se va a obtener información de la situación actual de las operaciones y la forma de trabajo de los involucrados en sus respectivas áreas (personal operativo) (Tejedor et al., 2014). La investigación aplicará la técnica ya que se tiene acceso directo al sector, a través del autor quien ha venido trabajando en empresas pertenecientes al mismo. Se recogerá información de toda el área operativa (procedimientos, formatos,

encuestas) siendo las mencionadas una fuente que va a complementar los datos y convertirla en información valiosa.

3.5. Instrumentos de investigación

3.5.1. Guía de observación

El siguiente instrumento contiene las directrices que permiten al observador procesar y analizar informaciones importantes de las operaciones (Pestana et al., 2016).

3.5.2. Guía de entrevista semiestructurada

Este instrumento permitirá tener preguntas semiestructuradas que se utilizaran en las entrevistas para recolectar los testimonios necesarios de la situación actual de las operaciones en la clínica ocupacional. Las guías empleadas pueden visualizarse en el Anexo 01 y Anexo 02.

3.5.3. Guía de análisis documental

Se elaborará un registro estructurado (checklist) de toda la información documental que se va a analizar.

3.6. Población en estudio

La población en estudio de la investigación serán las 18 clínicas ocupacionales acreditadas y 05 que están en proceso de acreditación por GERESA (Gerencia Regional de Salud de Arequipa), hasta el 25 de junio del 2024.

Tabla 3

Listado de población estudio de Clínicas Ocupacionales

NRO	RAZON SOCIAL	ESTADO
1	SERVICIOS MEDICOS INTEGRADOS S.A.C (POLOCLINICO INTERNACIONAL SOS)	Acreditada
2	OXFORD MEDICAL GROUP S.A.C	Acreditada
3	SALUD OCUPACIONAL TU SALUD S.A.C	Acreditada
4	POLICLINICO ALFA MEDICA SM S.A.C	Acreditada
5	SG NATCLAR S.A.C	Acreditada

6	POLICLINICO DIVINO NIÑO E.I.R.L	Acreditada
7	AB&SI S.A.C	Acreditada
8	SERVICIOS MÉDICOS GLOBALES S.A.C.	Acreditada
9	POLICLINICO MEDISUR S.R.L.	Acreditada
10	SERVICIOS GENERALES GUTIERREZ Y ASOCIADOS S.A.C (SANTA CATALINA)	Acreditada
11	PULSO CORPORACION MEDICA S.R.L.	Acreditada
12	POLICLINICO NEXUS SALUD OCUPACIONAL S.A.C	Acreditada
13	SIGSO CONSULTORES LABORALES S.A.C.	Acreditada
14	POLICLINICO MEDICAL AREQUIPA S.A.C	Acreditada
15	SEI Y SALUD E.I.R.L.	Acreditada
16	CLINICA PARA EL TRABAJADOR DANIEL ALCIDES CARRION	Acreditada
17	POLICLINICO SOMA SALUD S.A.C	Acreditada
18	POLICLINICO DE LA SALUD Y MEDICINA LABORAL S.A.C	Acreditada
19	SALUD OCUPACIONAL INTEGRAL SAN GABRIEL S.A.C	En proceso
20	CENTRO MEDICO DIVINO NIÑO MOLLENDO S.A.C	En proceso
21	POLICLINICO DIVINO NIÑO E.I.R.L	En proceso
22	ESPECIALIDADES MEDICAS DEL NORTE DEL PERU E.I.R.L.	En proceso
23	CENTRO MEDICO MONTE CARMELO S.C.R. L	En proceso

Nota. Listado de las 23 empresas acreditadas y en proceso de acreditación en salud ocupacional. Extraído de Gerencia Regional de Arequipa (GERESA)

Hernandez et al. (2014), refiere que la muestra no probabilística es un subgrupo de la población en la que elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de la toma de decisiones del investigador. Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, la investigación tendrá un muestreo no probabilístico por conveniencia ya que el investigador ha considerado como

muestra tres de estas instituciones que están en el listado de las 23 empresas que se encuentran acreditadas y en proceso de acreditación.

Tabla 4

Empresas consideradas para el muestreo

NRO	RAZON SOCIAL	ESTADO
1	SERVICIOS MEDICOS INTEGRADOS S.A.C (POLOCLINICO INTERNACIONAL SOS)	Acreditada
2	OXFORD MEDICAL GROUP S.A.C	Acreditada
3	SALUD OCUPACIONAL INTEGRAL SAN GABRIEL S.A.C	En proceso

Nota. Listado de empresas seleccionadas para el muestreo. Elaboración propia

Se selecciono estas tres clínicas ocupacionales por conveniencia teniendo en cuenta que se tenía acceso a la información ya que actualmente el investigador tiene relación directa por temas laborales.

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Clínicas Ocupacionales

Las clínicas ocupacionales, también conocidas como centros de salud ocupacional, son instalaciones médicas especializadas en salvaguardar la salud de los trabajadores, y contribuir al bienestar general en el ámbito laboral, lo que a su vez puede tener un impacto positivo en la productividad y la eficiencia de las empresas.

Estas clínicas surgen como respuesta a la necesidad de realizar los exámenes médicos ocupacionales dispuestos por la legislación laboral del país. Existen tres tipos de exámenes médicos ocupacionales: preingreso, periódicos (cada año o dos años según corresponda), y de retiro.

4.1.1. Servicios Ofrecidos

Para la realización de exámenes médicos ocupacionales, se realiza una previa evaluación de las actividades y el riesgo asociado al puesto de trabajo del trabajador, seguidamente el medico ocupacional determina un perfil que contiene diferentes evaluaciones, entre las evaluaciones ocupacionales están:

Exámenes de laboratorio

Los exámenes de laboratorio tienen como finalidad realizar pruebas y análisis de muestras biológicas para evaluar la exposición a sustancias químicas, metales tóxicos u otros agentes ocupacionales que podrían afectar la salud de los trabajadores.

Evaluación clínica ocupacional

La evaluación clínica ocupacional tiene como objetivo principal definir la salud actual del colaborador relacionada de manera directa al trabajo que realiza o va a realizar, mediante preguntas relacionadas a sus antecedentes familiares, enfermedades que ha padecido y evaluar aspectos generales de su situación de salud.

Evaluación oftalmológica

La evaluación oftalmológica se encarga de evaluar y gestionar la salud visual de los trabajadores en relación con su entorno laboral y las tareas que realizan.

El objetivo principal de la evaluación oftalmológica es diagnosticar condiciones oculares como enfermedades infecciosas, degenerativas y neoplásicas que puedan afectar la capacidad de un individuo para realizar su trabajo de manera segura y eficiente.

El examen consiste en la realización de diferentes exámenes como agudeza visual, test de colores, test de la mosca, test de Ishihara, test de profundidad, entre otros que ayuden a diagnosticar alguna condición.

Toma y lectura de placas radiográficas

La evaluación de rayos x tiene como fin ofrecer una visión interna del cuerpo humano, permitiendo identificar posibles lesiones, enfermedad que pueden estar relacionadas al entorno de trabajo

Evaluación audiométrica según metodología CAOHC

La evaluación de audiometría es una prueba utilizada para evaluar la capacidad auditiva de una persona, esta prueba se evalúa en vía aérea, en las frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz. Esta prueba es particularmente importante para trabajadores que están expuestos a niveles de ruido elevados (Mayor a 85 decibeles) u otros factores que podrían afectar la audición.

El objetivo principal de la audiometría es detectar posibles problemas auditivos relacionados con el entorno laboral y tomar medidas preventivas para proteger la salud auditiva de los trabajadores.

La evaluación de audiometría generalmente se realiza en un entorno controlado (cabina audiométrica), y es llevada a cabo por un profesional con certificación CAOHC. Durante la prueba, el trabajador ingresa a la cabina audiométrica y utiliza auriculares, se le presentan una serie de tonos puros de diferentes frecuencias y niveles de volumen (De 250 Hz a 8000 Hz). El trabajador responde indicando cuando escucha cada frecuencia, presionando un botón.

Evaluación electrocardiográfica (EKG)

La evaluación de electrocardiograma es una prueba utilizada para evaluar la aptitud cardiovascular de los empleados, especialmente en labores que pueden involucrar un esfuerzo físico significativo o que tienen requisitos específicos en términos de salud cardiovascular.

El objetivo de esta prueba es buscar enfermedades cardíacas, trastornos del ritmo cardíaco u otras anomalías que puedan afectar al trabajador realizar su trabajo de manera segura.

Durante la realización del electrocardiograma, se colocan electrodos en el pecho del paciente. Estos electrodos registran la actividad eléctrica del corazón y generan un gráfico (electrocardiograma) que muestra las ondas eléctricas que acompañan a cada latido cardíaco.

Evaluación psicológica ocupacional

La evaluación psicológica es un proceso que implica un análisis sistemático y la medición de aspectos psicológicos y emocionales en relación a su desempeño laboral y adaptación al entorno de trabajo.

Primero se realiza mediante una entrevista personal con los empleados que sirve para obtener información sobre sus antecedentes laborales, habilidades, experiencias, metas y expectativas actuales. Seguidamente se aplica una serie de evaluaciones psicométricas estandarizadas para evaluar personalidad, liderazgo, inteligencia, etc.

Evaluación espirométrica

La evaluación de espirometría es un tipo de prueba respiratoria que mide la cantidad y la velocidad del aire que una persona puede exhalar después de tomar una inhalación profunda. Estas pruebas son especialmente importantes en entornos laborales donde los trabajadores están expuestos a sustancias o condiciones que podrían afectar la salud pulmonar.

El objetivo principal de la espirometría es identificar posibles problemas respiratorios relacionados con las condiciones laborales y proporcionar información sobre la salud pulmonar de los empleados.

La evaluación de espirometría consiste en que el trabajador inhala profundamente y luego exhala con fuerza y rapidez a través de un instrumento llamado espirómetro, este mide la cantidad de aire exhalado y la velocidad del flujo de aire.

4.1.2. Clientes del servicio médico ocupacional

Los exámenes médicos ocupacionales se aplican al trabajador, quien resulta ser el cliente final por ser el que se beneficia de los resultados de los exámenes, en las clínicas se les llama pacientes (porque esperan pacientemente ser atendidos). Pero el trabajador no puede acudir a la clínica de su preferencia, si no a la clínica que contrata el empleador, tampoco el trabajador paga por los exámenes. En consecuencia, los grandes clientes son las empresas empleadoras que tienen la obligación de cumplir los exámenes dispuestos por la legislación peruana, quienes también asumen el costo total de los exámenes. Para ello, tienen contratos con las clínicas de exámenes médicos ocupacionales de su preferencia.

Las clínicas de exámenes médicos ocupacionales compiten entre ellas, como se mostró en las tablas 1 y 2 existen en Arequipa 18 clínicas aprobadas y otras cinco clínicas en proceso de aprobación, por lo que la competencia es muy fuerte.

Para competir en el mercado cada clínica debe tener su mejor plan de marketing para captar contratos con las empresas más grandes e importantes de la región. Deben procurar la mejor atención al paciente, porque entre ellos hay jefes, ejecutivos, dirigentes sindicales de la empresa contratista, y los pacientes o trabajadores insatisfechos puede reportar a su empleadora y a su organización sindical, hasta cuestionar el contrato con la clínica.

Pero también deben cumplir la calidad y los plazos establecidos para no afectar las funciones de la empresa cliente, evitando motivos para la conclusión anticipada de su contrato.

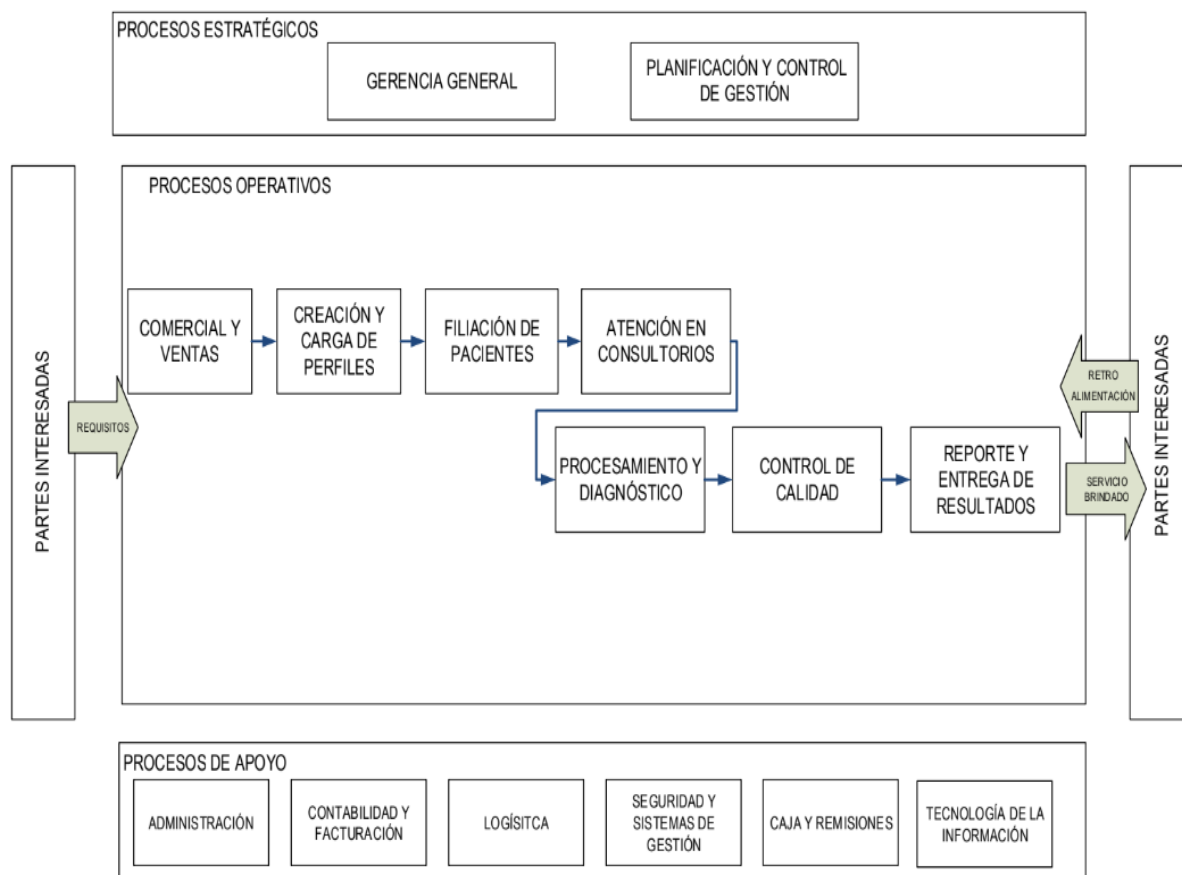
Para la gestión del servicio resulta más conveniente mantener el supuesto que cada clínica conservará sus contratos suscritos con sus empresas clientes, y que las variaciones de demanda serán consecuencia del crecimiento o decrecimiento vegetativo de la empleadora, salvo que puedan conseguir nuevos contratos de empresas también nuevas o que logren contratos que antes tenían otras clínicas.

4.1.3. Mapa de procesos

El presente mapa de procesos muestra cuales son los procesos básicos para la atención en un centro de salud ocupacional en los tres niveles: estratégicos, operativos y de apoyo.

Figura 2

Mapa de procesos genérico de salud ocupacional



Nota. Modelo de procesos básico de atenciones en centro de salud ocupacional. Elaboración propia, 2023.

4.1.4. Proceso general de atención

El proceso empieza con la recepción de la programación del área comercial y ventas por parte del cliente (empresa) indicando el día y datos personales de los colaboradores que pasaran su examen médico, indicando el tipo (pre ocupacional, periódico o retiro) y perfil que es previamente cotizado y aprobada; el perfil son los exámenes que contiene el examen médico ocupacional. Esta información es enviada al área encargada para la creación y carga del perfil en el sistema utilizado en la empresa.

El día programado, el colaborador se aproxima al centro ocupacional donde es atendido y empieza el proceso de filiación de acuerdo con su orden de llegada en el área de admisión, se identifica presentando su DNI y respondiendo algunas preguntas necesarias. Una vez culminada la filiación se le entrega una hoja de ruta que indica los consultorios que va a pasar en su evaluación medico ocupacional.

El colaborador empieza a recorrer las diferentes áreas, haciendo cola en los diferentes consultorios indicados en su hoja de ruta (Triaje, Laboratorio, Medicina, Oftalmología, Rayos X, Audiometría, Espirometría, Electrocardiograma, Psicología, Psicosenométrico)

Una vez culminado su examen médico ocupacional, el colaborador entrega su hoja de ruta al área de admisión; se verifica que haya completado todos sus exámenes y se le da la autorización de retirarse del centro ocupacional.

Una vez finalizada las atenciones, se empieza con el procesamiento de las historias clínicas, se revisan todos los resultados de los exámenes para dar una aptitud medica por parte del médico ocupacional del centro médico.

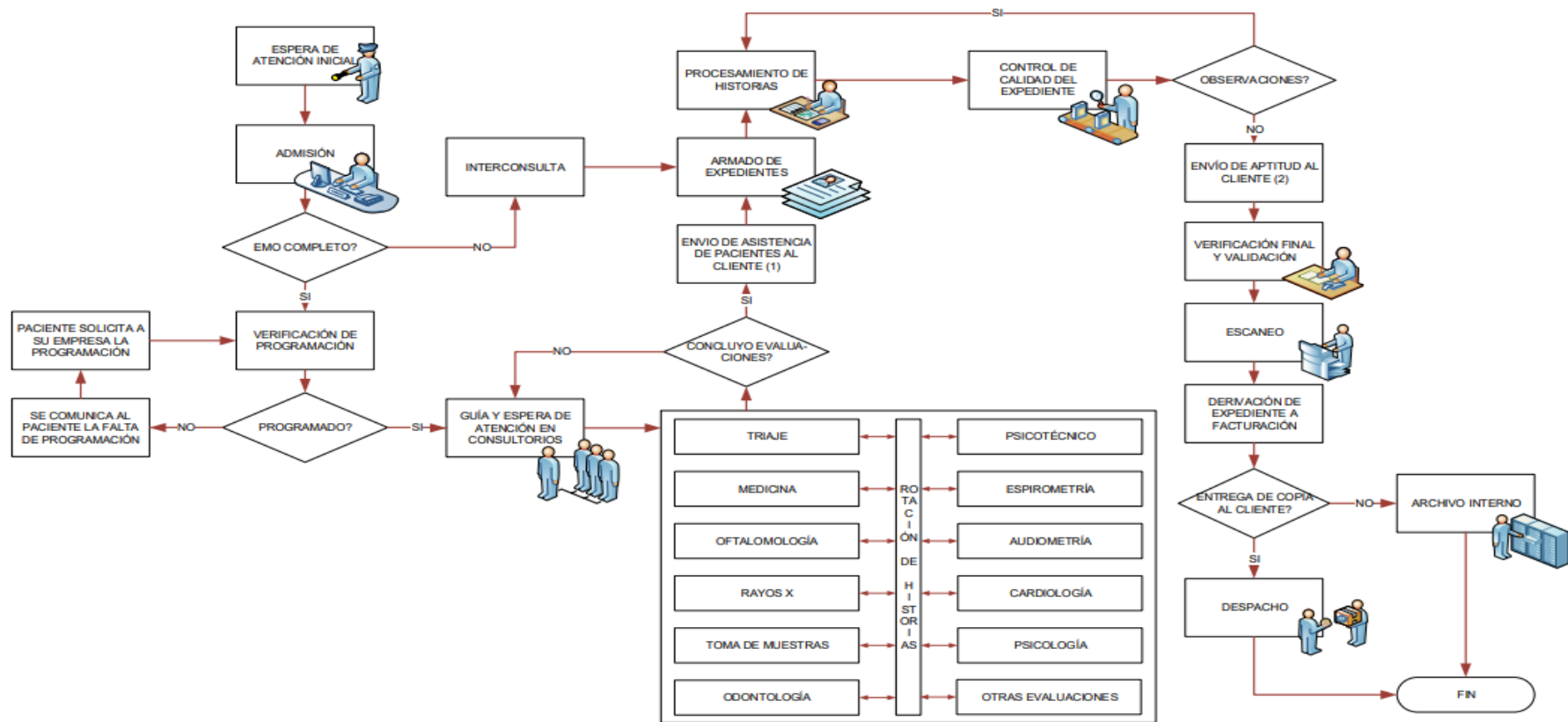
Las aptitudes pueden ser: Aptos, No aptos, Aptos con restricciones, Observados.

Se le brinda un acceso a la empresa (cliente) para que pueda visualizar los resultados de manera virtual de todos sus colaboradores; en el caso de que haya algún observado, el área de admisión se comunica con el paciente y le indica que ha sido observado y el procedimiento que tiene que realizar para levantar la observación.

Al finalizar el servicio, la empresa (cliente) debe brindar la conformidad del servicio para proceder con la facturación.

Figura 3

Diagrama de flujo – Operación servicio



NOTAS

(1) EL ENVÍO DE LA ASISTENCIA Y TÉRMINO DE EVALUACIONES DEL PACIENTE SE ENVÍA AL CLIENTE DURANTE EL DÍA DE ATENCIÓN.
 (2) LA APTITUD DEL PACIENTE SE ENVÍA AL CUENTE CUANDO LAS EVALUACIONES HAN SIDO COMPLETADAS:

Nota. Diagrama de flujo de las operaciones de servicio básicas. Elaboración propia, 2023.

4.1.5. Principales clientes

Los centros que brindan el servicio de salud ocupacional, pueden tener clientes en diferentes rubros, por ejemplo:

- Empresas mineras
- Empresas de producción
- Empresas de construcción
- Empresas de servicios
- Empresas textiles
- Restaurantes y hoteles
- Empresas de educación
- Empresas públicas y privadas

4.1.6. Afluencia de pacientes

La afluencia de los pacientes es un factor clave que afecta significativamente la operación de servicios, entre ellos el aforo y la capacidad máxima son determinantes.

El aforo en un establecimiento se comprueba a través del certificado ITSE (Certificado de Inspección Técnica de Seguridad) que determina el área, el nivel de riesgo y el aforo total del establecimiento.

La capacidad máxima no debe exceder del aforo que por norma es exhibido al público en lugar visible, con lo que se ha elaborado la tabla número 5 con información de las tres clínicas en estudio.

Tabla 5

Factores de la operación de servicios

Centro Médico Ocupacional	Aforo	Capacidad Máxima de atención
Policlínico San Gabriel	111 pacientes (piso 3)	100 pacientes
Internacional SOS	376 pacientes (pisos 1 y 2)	180 pacientes
Oxford Medical	100 pacientes (pisos 1 y 2)	80 pacientes

Nota. Cantidades del aforo y capacidad máxima de atención de empresas de muestreo.
Elaboración Propia

Un factor clave de la afluencia de pacientes también es la demanda, en el caso de centros ocupacionales, no es posible determinar la demanda. Por el motivo que las empresas envían a sus trabajadores a pasar su examen médico de acuerdo a la necesidad que presentan; exámenes

pre-ocupacionales solicitan cuando ingresa personal nuevo, exámenes periódicos cuando los trabajadores cumplen un año en el puesto laboral y exámenes de retiro cuando los trabajadores se van a desvincular de la organización. Es por eso que no se puede determinar días de alta o baja demanda.

4.2. Análisis de los principales problemas

Es muy importante la identificación de problemas existentes con el fin de tomar decisiones para mejorar la calidad de las operaciones del servicio de exámenes médicos ocupacionales en Arequipa, se presentan varias deficiencias en la gestión de estos centros de salud ocupacional, entre ellos se pueden identificar:

4.2.1. Tiempo de exámenes medico ocupacionales extensos

El especialista de la calidad asistencial Donavedian (1986) refiere la importancia de esta variable para analizar la calidad de un centro de salud, un menor tiempo aumentara la percepción de satisfacción por parte del paciente. También menciona que la duración del examen médico va a depender directamente con la organización interna de la empresa.

La percepción del largo tiempo de espera en los centros asistenciales en el Perú; lo afirma el INEI (2014) mediante una encuesta, donde se obtuvo que la demora en la atención es el problema más crítico que presentan los establecimientos de salud. El 49.3% de los encuestados señalaron que el principal problema es la demora en la atención de salud.

Para analizar la situación actual de los tiempos de espera y tiempo efectivo del proceso de Exámenes Médicos Ocupacionales, se realizó un muestreo por conveniencia a 05 pacientes de 03 diferentes clínicas ocupacionales junto a un Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) que se muestra a continuación

Figura 4

Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)												
PROCESO: Atencion examen medico ocupacional.						Resumen	Símbolo	Cantidad				
						Operación	○	11				
EL DIAGRAMA INICIA: Afiliación del paciente en el área de admisión cuando ingresa a centro de salud.						Opera./Insp.	◉	1				
						Inspección	□					
EL DIAGRAMA FINALIZA: El paciente finaliza todos los exámenes de su EMO, se verifica en admisión.						Transporte	➡					
						Espera	D	11				
ELABORADO POR: Bruno Emmanuel Galdos Pare						Almacenamiento	▽					
						Total			23			
Nº	Descripción de actividades	Símbolo						Cantidad				
		○	□	◉	➡	D	▽	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5
1	Afiliación de paciente	X						00:06:00	00:07:00	00:08:00	00:09:00	00:06:00
2	Espera					X		00:09:00	00:06:00	00:08:00	00:09:00	00:07:00
3	Laboratorio			X				00:10:00	00:08:00	00:09:00	00:07:00	00:09:00
4	Espera					X		00:11:00	00:07:00	00:09:00	00:07:00	00:10:00
5	Triaje	X						00:07:00	00:08:00	00:09:00	00:08:00	00:10:00
6	Espera					X		00:14:00	00:10:00	00:12:00	00:13:00	00:11:00
7	Medicina	X						00:20:00	00:18:00	00:19:00	00:17:00	00:18:00
8	Espera					X		00:15:00	00:12:00	00:11:00	00:08:00	00:11:00
9	Espirometría	X						00:14:00	00:12:00	00:12:00	00:14:00	00:15:00
10	Espera					X		00:13:00	00:09:00	00:12:00	00:11:00	00:10:00
11	Audiometría	X						00:16:00	00:13:00	00:15:00	00:15:00	00:16:00
12	Espera					X		00:06:00	00:07:00	00:08:00	00:10:00	00:12:00
13	Electrocardiograma	X						00:15:00	00:15:00	00:12:00	00:11:00	00:13:00
14	Espera					X		00:07:00	00:08:00	00:05:00	00:07:00	00:08:00
15	Oftalmología	X						00:12:00	00:13:00	00:12:00	00:11:00	00:12:00
16	Espera					X		00:10:00	00:06:00	00:08:00	00:07:00	00:11:00
17	Ratos X	X						00:11:00	00:10:00	00:13:00	00:10:00	00:11:00
18	Espera					X		00:10:00	00:10:00	00:12:00	00:12:00	00:13:00
19	Psicología	X						00:16:00	00:13:00	00:16:00	00:14:00	00:15:00
20	Espera					X		00:11:00	00:10:00	00:11:00	00:12:00	00:11:00
21	Psicosensométrico	X						00:12:00	00:13:00	00:11:00	00:14:00	00:10:00
22	Espera					X		00:05:00	00:04:00	00:06:00	00:04:00	00:08:00
23	Verificación de examen	X						00:07:00	00:06:00	00:05:00	00:08:00	00:06:00
Total												
Tiempo Total								04:17:00	03:45:00	04:03:00	03:58:00	04:13:00
Tiempo de espera								01:51:00	01:29:00	01:42:00	01:40:00	01:52:00
Tiempo efectivo de examen								02:26:00	02:16:00	02:21:00	02:18:00	02:21:00

Nota. Control de tiempos a conveniencia. Elaboración propia, 2023.

De acuerdo con el estudio de tiempos realizado en promedio se observa lo siguiente:

- Tiempo total de atención 04:03:12 (cuatro horas, tres minutos, cero segundos), equivalente a 4.005 horas.
- Tiempo de espera 1:42:48 (una hora con 42 minutos, equivalentes a 1.7 horas) para ser atendidos en las respectivas especialidades.
- Tiempo efectivo es de 2:20:24 (dos horas con 21 minutos, equivalentes a 2.333 horas). Esta es la duración ideal promedio del servicio seleccionado.

Quiere decir que del tiempo total del examen médico ocupacional (equivalente a 4.005 horas), el 42.15% del tiempo los pacientes están esperando para ser atendidos.

Este tiempo en la atención de pacientes resulta excesivo, pero los pacientes lo asumen por estar obligados a cumplir con sus exámenes. Pero, afecta el rendimiento operativo de la clínica porque si se reduce el tiempo de espera, es posible ampliar la atención en el mismo porcentaje. Aunque la filosofía de satisfacción del cliente obliga a reducir al máximo el tiempo de espera, su eliminación completa no es posible en este tipo de procesos de servicios.

4.2.2. Reprocesos en exámenes médicos

De acuerdo con la información disponible de tres centros que realizan exámenes médicos ocupacionales, los reprocesos en los exámenes médicos ocupacionales se dan por dos factores importantes:

4.2.2.1. Personal no capacitado

El reproceso por personal no capacitado quiere decir que alguna evaluación dentro de su examen médico ocupacional del paciente, no se ejecutaron de la manera correcta obteniendo resultados fuera de los parámetros comunes. Los motivos suelen ser por la mala manipulación de algún equipo o por la inexperiencia al realizar una prueba funcional. La capacitación constante al personal operativo es fundamental para mantener altos estándares de atención médica. La inversión en el desarrollo continuo del personal es crucial para la mejora continua en la prestación de servicios de salud. Las clínicas en estudio no llevan estadísticas de esta información o no la dan a conocer por ser información altamente sensible.

4.2.2.2. Equipos sin mantenimiento preventivo y/o calibración

La Organización Mundial de la Salud (OMS), expone dos categorías de mantenimiento de los equipos médicos:

El primero es el mantenimiento preventivo, que es esencial para garantizar su funcionamiento óptimo, prolongar su vida útil y, lo más importante garantizar la seguridad del paciente.

La otra categoría es el mantenimiento correctivo que refiere a las acciones tomadas para corregir problemas o fallas que han surgido en un equipo médico. Aunque el objetivo principal es siempre prevenir problemas mediante el mantenimiento preventivo, es inevitable que, en ocasiones, surjan situaciones inesperadas que requieran intervenciones correctivas.

Por lo general en la actualidad, los centros de salud ocupacional establecen un programa de mantenimiento y/o calibración, pero no se cumple de acuerdo con las fechas programadas o recomendaciones del fabricante, ya que se generan costos muy elevados y existen pocos

proveedores acreditados en la ciudad de Arequipa; es por eso que estos se aplazan hasta que el equipo presente una falla.

4.2.3. Desorientación de los pacientes

La desorientación de los pacientes en clínicas ocupacionales es un problema frecuente que puede afectar la seguridad, bienestar y eficacia en la atención médica. Este problema se presenta cuando los pacientes tienen dificultades para ubicarse en el entorno de la clínica, reconocer su propósito dentro de la consulta o la comprensión de las indicaciones médicas y administrativas. Las causas de la desorientación de los pacientes son:

- Procesos burocráticos complejos o poco explicados.
- Falta de personal de orientación o asistencia al paciente.

4.2.4. Falta de enfoque en la gestión de la experiencia del paciente

Febres y Mercado (2020) refieren que la satisfacción de los pacientes es un indicador importante, ya que conocer el nivel de satisfacción permite mejorar las falencias y fortalecer los atributos a fin de brindar un servicio de calidad.

En la actualidad, en algunas de las clínicas que brindan el servicio de salud ocupacional en la ciudad de Arequipa, no realizan encuestas de satisfacción de calidad, por diferentes motivos:

- No tienen personal específico para realizar el procesamiento de la información.
- No realizan procesos de auditoría para mejorar sus procedimientos.

4.3. Resultados de entrevistas

Para determinar la situación actual de las operaciones en los servicios de las clínicas ocupacionales se realizó cuatro entrevistas tanto a personal operativo (médico ocupacional, gerente de operaciones, administradora y encargada de admisión) como a cuatro pacientes recurrentes que realizaban su examen ocupacional.

Las entrevistas se respondieron de manera física y de manera virtual; en el anexo 01 y anexo 02 se muestran las guías de entrevista realizadas. Se obtuvieron los siguientes resultados:

4.3.1. Personal Operativo

- **¿Actualmente los procesos están definidos para la ejecución de los servicios que se brindan en la clínica ocupacional?**

La primera pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “No, actualmente están en análisis de procesos”.

- “Actualmente no están establecidos ya que se está realizando reestructuración para la mejora del servicio”.
- “Actualmente en la clínica donde laboro no, generalmente los procesos están definidos en empresas con un buen sistema de gestión implementado”.
- “No, existe un desorden en los procesos de atención”.

Se concluye que actualmente, los procesos en los centros ocupacionales no se encuentran debidamente definidos para realizar un óptimo servicio, el mismo personal operativo identifica que existe un desorden en la atención

• **Según usted, ¿Cuáles son los problemas del servicio brindado que actualmente percibe en la clínica ocupacional?**

La segunda pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “Recepción de los clientes, falta de comunicación entre la atención al cliente y recepción, entrega de resultados en el día”.
- “Tiempos largos del EMO, falta de digitalización de procesos, personal no capacitado”.
- “Calidad de atención, Tiempo de respuesta, Conocimiento por parte del personal que atiende directamente al personal”.
- “Tiempo de espera de los pacientes, Tiempo de atención en consultorios, Desorden en proceso de atención”

Se concluye que el personal operativo identificó problemas en la recepción de los clientes, falta de comunicación entre áreas, el tiempo de espera de los pacientes, personal que no está totalmente capacitado, calidad de atención y el desorden en el proceso de atención.

• **¿Cree que se debería mejorar la experiencia y la satisfacción del cliente? ¿Por qué?**

La tercera pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “Sí, porque se tiene un alto porcentaje de insatisfacción por parte de los pacientes”.
- “El servicio que se brinda al cliente es lo más importante, la experiencia correspondiente a la atención recibida si es favorable ayuda a la recepción de futuros clientes y brindar un buen servicio”.
- “Sí, porque existe el paradigma que cuando uno pasa examen ocupacional es una pérdida de tiempo y debería ser una oportunidad para el conocer como el trabajo impacta en su salud”.

- “Si. Al mejorar la experiencia los exámenes se vuelven más confiables y útiles en la prevención de enfermedades ocupacionales, además que se vuelven rentables para el centro de salud, lo que a su vez permite mejorar y actualizar sus procedimientos”

Se concluye que el personal operativo está consciente de la necesidad de mejorar la experiencia del paciente para así, mejorar la satisfacción de los pacientes.

- **¿Se cuentan con los recursos necesarios para brindar el servicio (Infraestructura-Equipo médico-Personal)**

La cuarta pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “Usualmente se cuenta con infraestructura, pero no con el personal necesario, generando doble presencia en varios servicios”.
- “La disposición de consultorios no es la ideal para un flujo correcto, no se tienen todos los equipos necesarios y con respecto al personal, no se cuenta con todo el personal necesario o capacitado para las atenciones”.
- “Si se cuenta con los recursos para brindar las atenciones”.
- “No, actualmente tenemos falencias en infraestructura, equipo y personal”.

Se concluye que no todas las clínicas ocupacionales en Arequipa cuentan con la infraestructura y personal capacitado para realizar una atención de manera eficiente.

- **Qué área/servicio de la clínica ocupacional presenta mayores problemas según su perspectiva? ¿Por qué?**

La quinta pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “Admisión: porque es el área que debe saber guiar y dar respuesta a cualquier inquietud por parte del cliente y generalmente no tienen la información suficiente para ello. Cardiología: al ser un examen especializado y carece de especialistas disponibles, es realizado por personal que generalmente no está capacitado o autorizado para realizar las pruebas específicas”.
- “Todas las áreas”
- “Todos los consultorios tienen demoras exageradas”
- “Admisión, solo una persona no puede atender a todos los pacientes que ingresan en horas de alto flujo”.

Se concluye que diversas áreas cuentan con dificultades según la perspectiva de los pacientes.

4.3.2. Clientes

- **¿Cuáles son los problemas del servicio brindado que actualmente percibe en la clínica ocupacional?**

La primera pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “No atienden según orden de llegada, espere mucho en la sala de espera”
- “El examen médico duro mucho, aproximadamente 4 horas”
- “El personal no tiene trato con las personas”
- “No hay un orden para el llamado de los pacientes”

Se concluye que debido a una falta de organización en los procesos se generan problemas en la atención.

- **¿Considera usted que la infraestructura y la disposición de consultorios facilita el recorrido de su examen médico?**

La segunda pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “La sala de espera es muy pequeña, tuve que esperar parado”.
- “No hay una persona que guie en donde están los consultorios, por momentos estaba perdido”.
- “No hay sillas suficientes para esperar en los consultorios”.

Se concluye que no todas las clínicas cumplen con una infraestructura y organización adecuada

- **¿Cree usted que el tiempo total de duración de su Examen médico ocupacional fue adecuado? ¿Por qué?**

La tercera pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “No, duro aproximadamente 4 horas, en otras clínicas el tiempo es menor”.
- “Si, fue el tiempo correcto”.
- “No, la atención fue muy lenta y tuve que esperar mucho tiempo para ser atendido”.
- “Considero que la atención fue demasiado lenta en los consultorios de electrocardiograma y audiometría”.

Se concluye que el tiempo de espera y tiempo de atención es un problema existente en la atención de los exámenes medico ocupacionales.

- **¿El personal que lo evaluó durante su examen médico ocupacional cumplió con sus expectativas de atención? Si la respuesta es no, indicar ¿Por qué?**

La cuarta pregunta tuvo las siguientes respuestas:

- “Si, el personal fue muy amable”.
- “El personal no está capacitado y no tiene paciencia para explicar la metodología del examen”
- “Personal muy joven y con poca experiencia”

Se concluye que los pacientes no tienen una adecuada atención profesional por parte del personal operativo.

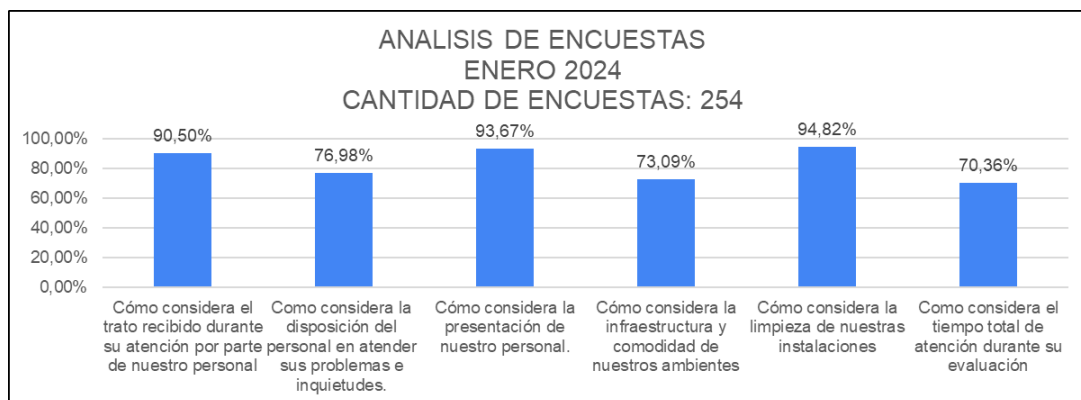
Las encuestas están orientada a evaluar distintos puntos de interés del servicio de realización de exámenes médicos de una manera general, para ello solicitaba la apreciación del cliente en ocho preguntas dirigidas cuya calificación comprendía cinco valores de acuerdo con su nivel de satisfacción en cada interrogante. Se presentan ejemplos de encuestas de satisfacción en el Anexo 03.

A continuación, se presentarán los resultados de las encuestas de satisfacción realizadas el mes de Enero del 2024 de Salud Integral San Gabriel. Donde se tienen los diferentes parámetros:

- El promedio consolidado de la pregunta de la calificación hacia el servicio brindado debe ser mayor a 16.
- El promedio de la evaluación de cada dimensión debe ser mayor al 80%.
- La cantidad de encuestas a realizarse corresponde al 15% de pacientes atendido en él mes.

Figura 5

Análisis de satisfacción general



Nota: Diagrama de la satisfacción general de Salud Integral San Gabriel. Extraído de Informe de Satisfacción de Encuestas mes de Enero 2024. San Gabriel

Figura 6

Análisis de satisfacción por consultorios



Nota: Diagrama de satisfacción por consultorios de Salud Integral San Gabriel. Extraído de Informe de Satisfacción de Encuestas mes de Enero 2024. San Gabriel

La apreciación global del servicio de realización de exámenes médicos ocupacionales en el mes de enero del 2024 es baja para los pacientes de Salud Integral San Gabriel lo cual se evidencia en el promedio consolidado de la pregunta abierta “De manera general, con que nota nos calificaría (Escala de 0 a 20)” es igual a 15.0 puntos. El límite de aceptabilidad establecido es de 16 puntos. La apreciación del cliente respecto de la dimensión de “Cómo considera el tiempo de tiempo total de atención durante su evaluación” tienen el nivel de satisfacción más bajo, con 70.36%. Adicionalmente, el mayor reporte de demoras corresponde a las áreas de admisión, medicina, psicología, audiometría.

Asimismo, el encargado de el procesamiento de las encuestas de satisfacción es un proceso tedioso y repetitivo, ya que al mes tienen un gran volumen de encuestas y este trabajo es manual.

4.4. Identificación de principales puntos de mejora

De acuerdo con el diagnóstico realizado, se han detectado los siguientes problemas a abordar:

- Tiempos de espera de los exámenes medico ocupacionales extensos, por lo que la duración total del examen médico esta fuera de lo estipulado.
- Desorientación de los pacientes, debido a falta de personal guía y software que oriente a los pacientes en el recorrido de su examen médico ocupacional.

- Reprocesos en las operaciones de los exámenes médicos, por los motivos de repetición de exámenes médicos por errores operativos de procedimiento y problemas en los equipos.
- Falta de enfoque en la gestión de la experiencia del paciente que realiza el examen medico ocupacional.

4.4.1. Determinar causa – raíz

Según los puntos de mejora identificados se utilizará la herramienta de 5 por que para determinar su causa raíz.

Tabla 6

Herramienta de 5 por qué

Planteamiento del Problema	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Solución
Tiempo de exámenes medico ocupacionales muy extensos.	Existen demoras en la realización de cada evaluación	Ineficiencias en el flujo de trabajo y en la coordinación entre las diferentes áreas médicas.	No existen protocolos y procedimientos estandarizados que agilicen el proceso y optimice los tiempos entre exámenes.	No se ha identificado la necesidad de optimización o no se han destinado recursos para mejorar el proceso.		* Establecer procedimientos de áreas y protocolos para la atención.
Reproceso en Operaciones	Se identifican errores e irregularidades en los resultados de los exámenes médicos	Problemas en la ejecución de los exámenes médicos	Personal no conoce los procedimientos y tiene problemas con los equipos médicos.	Falta de capacitación adecuada al personal en procedimientos específicos y/o uso de equipos o materiales	Falta de inversión en formación de personal operativo	* Programa de capacitaciones de personal * Programa de mantenimiento de equipos
					Falta de inversión en la adquisición de equipos y/o mantenimiento	
Desorientación de los pacientes	Pacientes no comprenden el proceso para del examen médico ocupacional	Pacientes no reciben suficiente información sobre la ubicación de las áreas y el procedimiento del examen medico	No hay responsable guía que apoye a los pacientes, ni área de TI que desarrolle un sistema de gestión de pacientes	Presupuesto no permite contratación de personal	No hay una planificación dentro de las operaciones de clínica.	* Establecer un flujo adecuado de acuerdo a los recursos y examnes para una atención eficiente.
Falta de enfoque en la gestión de la experiencia del paciente	No se ha establecido un procedimiento para la evaluación de atención de pacientes.	No hay responsables específicos para realizar la gestión de evaluación de la atención,	No se ha determinado una forma practica y facil para la evaluación y tratamiento de la experiencia del paciente.	No se ha reconocido la importancia de la evaluación de la atención		* Procesar encuestas de satisfacción de los pacientes

Nota. Uso de herramienta de 5 por qué para los problemas identificados. Elaboración Propia,2024

4.4.2. Principales puntos de mejora

Se identificaron diferentes puntos de mejora de acuerdo con la información que se recolectó según las entrevistas dirigidas al personal operativo de las clínicas, las entrevistas de los pacientes, el estudio de tiempos y el informe de las encuestas de satisfacción. Los principales puntos fueron:

Tabla 7

Soluciones y herramientas a desarrollar en el modelo.

Puntos de mejora	Solución	Herramienta
Tiempo de atención de exámenes médico ocupacionales extensos	Análisis de situación actual de las operaciones en clínica y planteamiento de acciones de mejora.	Reporte A3 , Herramienta de filosofía Lean Healthcare.
Reprocesos en Operaciones	Programa de capacitaciones de personal Programa de mantenimiento de equipos	Reporte A3, Herramienta de filosofía Lean Healthcare.
Desorientación del paciente	Utilización de algoritmos	Uso de software Arena y algoritmos
Falta de enfoque en la gestión de la experiencia del paciente	Utilizar el análisis profundo para analizar las encuestas de satisfacción	Aprendizaje Automático

Nota. Soluciones y herramientas para los puntos de mejora que se identificaron. Elaboración propia, 2024.

CAPÍTULO V: DISEÑO DE INGENIERIA

5.1. Consideraciones Iniciales

En la ciudad de Arequipa, las clínicas ocupacionales enfrentan desafíos significativos en la prestación de servicios debido a ineficiencias operativas. Estas incluyen tiempos excesivos para la realización de exámenes médicos ocupacionales, desorientación de pacientes dentro de las instalaciones, reprocesos de exámenes médicos y la falta de tratamiento de encuestas de satisfacción. Estas condiciones afectan la experiencia del usuario, generan costos adicionales y disminuyen la eficiencia general del servicio.

La propuesta busca abordar estas deficiencias implementando un modelo basado en Lean Healthcare, algoritmos y aprendizaje automático; optimizando los procesos, reduciendo el tiempo de los exámenes médicos y maximizando la utilización de recursos.

5.1.1. Limitaciones

- Resistencia al cambio por parte del personal médico y administrativo de las clínicas.
- Dependencia de datos históricos para entrenar modelos de aprendizaje automático
- Ley N° 29733, Ley de protección de datos para la utilización de herramientas del machine learning.

5.1.2. Supuestos

- Las clínicas tienen acceso a datos operativos para el análisis y simulaciones de la información.
- No existe un orden para la atención en los consultorios.

5.2. Planteamiento de la propuesta

5.2.1. Características de la Propuesta (Modelamiento)

El planteamiento del modelo de optimización de la operación de servicios para clínicas ocupacionales basado en el Lean Healthcare, algoritmos y modelos de aprendizaje automático va a estar estructurado por 3 ejes:

- Pre Operativo (Compromiso de alta dirección, Planificación)
- Operativo (Lean Healthcare, Algoritmos)
- Post Operativo (Aprendiza Automático)

Tabla 8

Modelamiento de la propuesta de investigación

Compromiso de alta dirección	Eje Pre Operativo
Planificación	
Lean Healthcare	Eje Operativo
Algoritmos	
Satisfacción del cliente – Aprendizaje Automático	Eje Post Operativo

Nota. Demostración de los 3 ejes de la propuesta de investigación. Elaboración propia, 2024.

5.2.2. Procedimiento

5.2.2.1. Eje Pre Operativo

El eje pre operativo constituye una base fundamental en la planificación y ejecución del modelo que se va a proponer. Este eje consiste en abarcar una serie de actividades y evaluaciones previas de las operaciones y la situación actual dentro de la clínica ocupacional.

Compromiso de la alta dirección

El compromiso de la alta dirección es un factor clave para el éxito en su implementación por los siguientes motivos:

- La alta dirección es quien tiene control sobre la aprobación de los recursos financieros que van a ser necesarios para la implementación de mejoras dentro de la organización. Sin el compromiso de la alta dirección no se van a poder realizar mejoras en la infraestructura, capacitación de personal, adquisición de equipos.
- El cambio de una cultura organizacional tiene que ser impulsada por la alta dirección, para que sea efectiva tiene que establecer a todos los niveles de la organización las expectativas del cambio y los beneficios que va tener su implementación.
- La implementación del modelo que se propone va a requerir la superación de obstáculos burocráticos y culturales que se practicaban en la organización, la alta dirección tiene el poder de eliminar las barreras burocráticas, promoviendo la comunicación entre áreas para una implementación efectiva.

La alta dirección será la encargada de supervisar el progreso de la implementación mediante indicadores de seguimiento, con el fin de controlar todo el proceso y si es el caso de que se presente alguna desviación, reajustar las estrategias para alinearse al objetivo deseado.

En base a los puntos mencionados anteriormente se va a desarrollar una carta modelo del compromiso de la alta dirección que será difundido a toda la empresa.

Planificación

La metodología propuesta va a requerir una planificación estructurada y estratégica, a continuación, se presentará los pasos a seguir en la planificación del modelo propuesto para la optimización de la operación de servicios.

Paso 1: Inducción General e Introducción

- Es necesario realizar una inducción general previa a todos los niveles de la organización en Lean Manufacturing, Lean Healthcare, algoritmos, aprendizaje automático, etc.; esto junto a una creación de conciencia, comunicando los objetivos y beneficios de llevar a cabo la implementación.

Paso 2: Procedimiento

- Se propone implementar un procedimiento organizando de los procesos y actividades del modelo, donde se indicarán indicando las etapas y los resultados esperados por cada actividad.

5.2.2.2. Eje Operativo

El eje operativo será el eje más importante de la implementación del modelo propuesto, se llevarán a cabo las herramientas propuestas para optimizar las operaciones de servicios en clínicas ocupacionales. Estará conformado por tres partes, Lean Healthcare, Algoritmos y Aprendizaje Automático.

5.2.2.2.1. Lean Healthcare

Las herramientas de Lean Healthcare se utilizarán para mejorar la eficiencia y la calidad en el servicio de salud ocupacional de clínicas acreditadas, enfocándose en la eliminación de desperdicios y la mejora continua. A continuación, se realizará la comparación de herramientas de la filosofía Lean Healthcare para determinar su aplicación en el modelo propuesto.

Tabla 9*Comparación herramientas Lean*

Características de las herramientas	JIT	POKA-YOKE	SMED	KANBAN	5S	HEIJUNKA	TPM	REPORTE A3
Filosofía de Mejora Continua		1		1	1	1	1	1
Compromiso con la Clínica			1	1	1	1		1
Ámbito de aplicación: Consulta	1	1	1	1	1	1		1
Estandarización de actividades	1	1		1	1	1		1
Trabajo en Equipo			1	1	1			1
Visión a Corto Plazo		1		1	1			1
Poca Inversión		1	1	1	1	1		1
Utilización de Herramientas Estadísticas			1				1	1
Mejora la Eficiencia				1	1		1	1
Fomenta las Capacitaciones				1	1		1	1
Mejora el Clima Organizacional				1	1			1
Minimización de tiempos	1		1	1	1			1
Utilización de Controles Visuales					1			1
Incentiva la Disciplina		1		1	1	1		1
Gestión de flujo de pacientes					1			1
TOTAL	3	6	6	12	14	6	4	15

Nota. Comparación de herramientas Lean Propuestas. Elaboración propia, 2024.

De acuerdo a los resultados de la Tabla N°09, se utilizará el reporte A3, que es una herramienta basada en ciclo PDCA o ciclo de Deming (Planificar, Hacer, Verificar y actuar) para su implementación se va a desarrollar en 6 pasos:

Paso 1: Definición del problema

Identificar un problema que se requiera abordar dentro del centro ocupacional de manera concisa y se quiera resolver.

Paso 2: Situación actual

Se define la situación actual que está generando el problema identificado, representarlo en preferencia con esquemas, diagramas y datos cuantitativos relevantes para su mayor comprensión.

Paso 3: Análisis de la causa raíz

Identificar las causas del problema para identificar las posibles causas raíz mediante herramientas Lean.

Paso 4: Definición de los objetivos

Establecer las metas, objetivos a los que se quiere llegar. Estos objetivos pueden estar relacionados a la calidad de servicio, tiempo, costos, etc.

Paso 5: Propuesta de mejora

En base a las causas raíz identificadas, proponer propuestas de mejora para alcanzar los objetivos que se plantearon anteriormente.

Paso 6: Definir el plan de acción

Definir el plan de acción, indicando las actividades a realizar, responsables, plazos y los recursos necesarios.

5.2.2.2.2. Algoritmos

Implementar un algoritmo en centros de salud ocupacional puede mejorar la eficiencia del examen médico ocupacional disminuyendo tiempos de atención y la desorientación de los pacientes. El procedimiento de la implementación de algoritmo de asignación se realizará de la siguiente manera:

Paso 1: Definir recursos

Establecer todos los recursos que van a intervenir dentro del proceso para alimentar el algoritmo. Identificar todas las especialidades que conforman el examen médico ocupacional, el recurso humano, infraestructura y equipos médicos de acuerdo con la especialidad.

Paso 2: Identificar las procedencias

El siguiente paso es identificar la procedencia de los datos de las operaciones de clínica desarrollando el origen, transformación y flujo de datos.

Con el fin de entender cómo se manejan y transforman los datos dentro de la operación de servicios, en la realización de los exámenes médicos ocupacionales

Paso 3: Criterios de asignación

Los criterios de asignación van a consistir en definir las reglas o condiciones que se van a utilizar para determinar cómo se van a distribuir los recursos y procedencias anteriormente mencionadas.

Paso 4: Modelado y simulación

La simulación de todo el proceso se realizará con el Software Arena, que puede simular el flujo de pacientes a través de varias etapas de servicio en la clínica ocupacional.

5.2.2.3. Eje Post Operativo

Una vez se haya ejecutado el eje operativo; el seguimiento a las acciones tomadas es crítico; por eso la importancia de la realización de encuestas de satisfacción, que van a medir en que grado se cumplió la percepción de los pacientes con respecto a la evaluación.

En los años recientes, ha crecido el interés por analizar y obtener información a partir de textos escritos por usuarios, principalmente por el gran volumen de estos. No obstante, los investigadores se enfrentan desafíos al intentar implementar herramientas avanzadas para estas tareas, ya que, no están disponibles en otros idiomas aparte del inglés o son muy complejas de unas para personas que no son expertos del tema

Con el propósito de solucionar estos problemas, se realizará el análisis de sentimiento con PySentimiento, un conjunto integral de herramientas en Python, compatible con múltiples idiomas, creado para el análisis de opiniones y otras aplicaciones en el procesamiento de lenguaje natural.

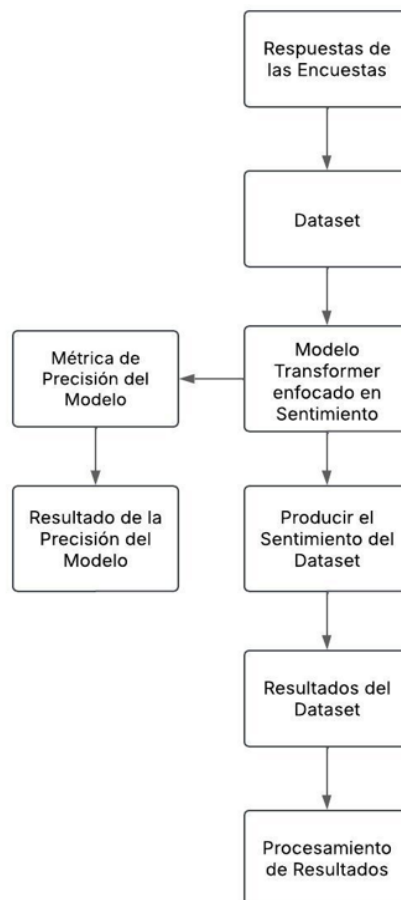
Explicación del modelo a utilizar

El modelo que se va a utilizar es PySentimiento, este es una biblioteca de Python enfocada en el procesamiento de lenguaje natural (NLP) para el análisis de opiniones y estudios sociales. La propuesta presenta una solución intuitiva para tareas como la clasificación de opiniones, el análisis de sentimientos y otras aplicaciones relacionadas con el procesamiento de texto.

Esta biblioteca está optimizada para analizar textos, facilitando la identificación y categorización de emociones y opiniones expresadas en los comentarios. Su diseño accesible permite que investigadores, desarrolladores y entusiastas del análisis de texto trabajen de manera eficiente con grandes volúmenes de datos.

Figura 7

Flujo del modelo propuesto



Nota. Flujo del modelo Pysentimiento para la propuesta. Elaboración propia, 2025.

Paso 1: Respuestas de las encuestas y datasets

El objetivo principal es la recopilación de respuestas de las encuestas de satisfacción de los pacientes que han realizado su examen médico ocupacional. Para la investigación se utilizará respuestas artificiales generadas por la tecnología GPT para simular de la mejor manera las posibles respuestas que se pueden obtener de las encuestas para demostrar la propuesta del uso del aprendizaje automático y el impacto que tendrá en la investigación.

Con referencia a los datasets, serán las respuestas obtenidas, agrupadas en un arreglo de texto.

Paso 2: Modelo Transformer enfocado en sentimientos y Paso 3: Producir el Sentimiento Dataset

Se utiliza la biblioteca “pysentimiento” para que se pueda analizar cada respuesta de las encuestas de satisfacción, con el fin de seleccionar los modelos con mejor rendimiento para “pysentimiento”, se realizara una evaluación exhaustiva, centrándonos tanto en modelos de dominio general como en modelos especializados para el ámbito de las redes sociales.

Para el idioma español existen BETO, BERTin, RoBERTaES, ELECTRICIDAD y RoBERTuito. En la tabla a continuación se muestran los modelos pre-entrenados utilizados para realizar el análisis de sentimiento y los idiomas en los que está disponible:

Tabla 10
Modelos pre-entrenados según idioma

Idioma	Modelo preentrenado	Familia modelo
Inglés	BERT	—
	Roberta	—
	ELECTRA	—
	BERTweet	Modelo de redes sociales
	Roberto Tuito	Modelo de redes sociales
Español	BETO	BERT
	BERTin	Roberta
	Roberta _{es}	Roberta
	ELECTRA _{ES}	ELECTRA
	Roberto Tuito	Modelo de redes sociales
Italiano	BERT _{ÉL}	Basado en BERT
	UmBERTo	ELECTRA
	ELECTRA _{ÉL}	Roberta
	Alberto	Modelo de redes sociales
	Roberto Tuito	Modelo de redes sociales
Portugues	BERTimbau	BERT
	BERTweet _{BR}	Modelo de redes sociales
	BERTabaporu	Modelo de redes sociales
	Roberto Tuito	Modelo de redes sociales

Nota. Modelos pre-entrenados del Pysentimiento para la propuesta. Elaboracion propia, 2025.

Paso 4: Métrica de precisión del modelo

Las métricas en el análisis de sentimientos son herramientas empleadas para medir la eficacia de un modelo o algoritmo en la clasificación de opiniones, emociones o percepciones dentro de un texto. Su propósito es evaluar qué tan preciso es el modelo al reconocer y diferenciar sentimientos positivos, negativos o neutros en la información procesada.

La métrica a utilizar será la exactitud o “accuracy” que mide el porcentaje de clasificaciones correctas en relación con el total de predicciones, es una métrica ampliamente utilizada para medir el rendimiento del modelo BETO.

Paso 5: Resultados y procesamiento de resultados

El paquete devuelve datos de manera de texto los cuales se reflejan el sentimiento en cada respuesta procesada. Para la visualización de la información y un mejor manejo de esta, se tiene que adaptar la información que nos devolvió el paquete “pysentimiento”.

5.2.3. Desarrollo

5.2.3.1. Desarrollo del Eje Pre Operativo

Compromiso de la alta dirección

A continuación, se presentará un modelo de carta de compromiso para ser publicada y difundida por la alta dirección con el fin de que el personal este consciente de la implementación.

Figura 8

Carta compromiso de la alta dirección

COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCIÓN

Asunto: Compromiso de alta dirección para la implementación de un modelo de optimización en las operaciones de servicios.

La alta dirección de (NOMBRE DE EMPRESA) en busca de la implementación de un modelo de optimización en las operaciones de servicios se compromete a lo siguiente:

- La alta dirección se compromete a asignar los recursos financieros, humanos y tecnológicos necesarios para lograr los resultados previstos.
- La alta dirección está comprometida en invertir en la formación y capacitación de sus trabajadores para asegurar que cuenten con los conocimientos y competencias necesarias para realizar eficientemente su trabajo.
- La alta dirección se compromete a evaluar e implementar las tecnologías correspondientes (equipos, sistemas de información, etc.) que optimicen los procesos dentro de la empresa.
- La alta dirección está comprometida a promover una cultura organizacional orientada a la mejora continua.
- La alta dirección se compromete a apoyar constantemente la gestión del cambio cuando se implementen mejoras en los procesos, reuniendo a las áreas involucradas para su difusión y los beneficios de este.

Arequipa, __ de _____ del _____

Firma

Nota. Propuesta de compromiso de la alta dirección para implementar modelo. Elaboración propia, 2024.

Planificación

Paso 1: Inducción General e Introducción

La inducción general e introducción se llevará a cabo en la fase pre operativa con todos los niveles de la organización (alta gerencia, jefes de áreas, personal operativo y administrativo) de la clínica ocupacional, donde se contextualizarán los temas del modelo que se va a implementar. Los temas por tratar serán los siguientes: Introducción al Lean Healthcare, Identificación de desperdicios y oportunidades de mejora, Mejora continua en el sector salud, Gestión por procesos, Algoritmos, Aprendizaje automático

Se propone a continuación un modelo de registro de inducción del modelo que ser firmado por todo el personal actual y personal nuevo que ingrese a la clínica ocupacional de manera obligatoria.

Figura 9

Registro de inducción de personal – modelo de optimización

(Logo de Empresa)	Formato		Código
	INDUCCION DE PERSONAL - MODELO DE OPTIMIZACION DE SERVICIOS		Revisión
			Fecha
			Página
IDENTIFICACION DE TRABAJADOR			
APELLIDOS Y NOMBRES			
PUESTO A CUBRIR			

	REQUERIMIENTO	TEMA A TRATAR	EJECUTADO	FIRMA DEL CAPACITADOR	FIRMA DEL TRABAJADOR
Introducción al Lean Healthcare	Obligatorio	Definición de Lean y sus orígenes.			
		Principios de Lean aplicados a la salud.			
		Beneficios de su aplicación en la prestación y gestión de servicios de salud.			
Identificación de desperdicios y oportunidades de mejora	Obligatorio	Tipos comunes de desperdicios en el sector de la salud.			
		Herramientas para identificar y eliminar desperdicios			
Mejora Continua en el Sector Salud	Obligatorio	La importancia de la mejora continua en el sector de la salud.			
		Metodología A3 para la solución de problemas.			
Gestion por procesos	Obligatorio	Análisis de los procesos clave.			
		Revisión de los procesos.			
Algoritmos	Obligatorio	Introduccion de Algoritmos			
Aprendizaje Automático	Obligatorio	Introducción del Machine Learning			

RESPONSABLE DEL REGISTRO			
Nombre:		Cargo:	
Fecha:		Firma:	

Nota. Propuesta de registro de inducción de personal para el modelo de implementación.
Elaboración Propia.

Paso 2: Procedimiento

A continuación, se propone el procedimiento para implementar el modelo propuesto de optimización de servicios.

Tabla 11

Procedimiento del modelo propuesto

Etapa	Actividades Clave	Resultados Esperados
Etapa 1: Diagnóstico Inicial		
Recolección de Datos	- Análisis de datos históricos: tiempos de atención, uso de recursos. - Encuestas y entrevistas: identificar puntos críticos en experiencia y operación.	- Identificación de problemas operativos y de experiencia. - Datos clave para la propuesta del modelo de optimización
Identificación de Problemas	- Mapeo de procesos actuales para detectar desperdicios y cuellos de botella - Análisis de causa-raíz	- Identificación de áreas críticas para optimizar. - Listado de problemas y sus causas principales.
Etapa 2: Diseño de la propuesta		
Desarrollo de Algoritmos	- Implementación de algoritmos matemáticos para optimizar flujo de pacientes y recursos	- Algoritmos para optimizar el flujo de pacientes
Procesamiento de encuestas	- Elección del modelo adecuado para el procesamiento de análisis de sentimientos	- Modelo de análisis de sentimiento establecido
Planificación de Mantenimiento	- Elaboración de cronogramas de mantenimiento preventivo y calibración de equipos.	- Planes de mantenimiento documentados y listos para ejecución.
Etapa 3: Implementación Piloto		
Pruebas en Clínica	- Selección de una clínica para el piloto.	- Implementación inicial del modelo en un entorno controlado.
Capacitación	- Entrenamiento del personal en la aplicación del modelo	- Personal capacitado y listo para operar el modelo en el entorno piloto.
Monitoreo	- Seguimiento continuo para evaluar desempeño en tiempos de espera, satisfacción del paciente, y costos.	- Indicadores clave de desempeño registrados y evaluados.
Etapa 4: Validación y Ajustes		
Evaluación de Resultados	- Procesamiento de encuestas de satisfacción	- Data cuantitativa de la apreciación de la operación de servicios en clínicas ocupacionales
Ajustes y Mejoras	- Identificación y resolución de problemas en el modelo para maximizar su efectividad.	- Modelo ajustado y mejorado basado en resultados del piloto.

Nota. Procedimiento propuesto para implementar el modelo. Elaboración Propia

5.2.3.2. Desarrollo Eje Operativo

5.2.3.2.1. Lean Healthcare

TITULO: A3 PROPUESTA DE MODELO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS EXTENSOS EN LA OPERACIONES DE LOS EXAMENES MEDICO OCUPACIONALES

Paso 1: Definición del problema

Se identificó que los tiempos de los exámenes médicos ocupacionales son muy extensos y de acuerdo con lo investigado, el 57.73% es el efectivo durante toda la evaluación ocupacional.

Paso 2: Situación actual del problema

En relación con el Capítulo IV. Diagnóstico de la Situación Actual, se observa que las clínicas ocupacionales realizan el examen médico de acuerdo con el perfil del trabajador, este consta de las siguientes especialidades (Laboratorio, Medicina, Audiometría, Espirometría, Psicología, Triage, Psicosenométrico, Electrocardiograma, Oftalmología, Rayos X.). Según la información recolectada del personal se identificó el personal necesario y los equipos que son requeridos para realizar la evaluación medico ocupacional.

Tabla 12*Análisis de los Recursos de la Situación Actual*

Área	Personal	Equipos
Laboratorio	Tecnólogo Médico Técnico de Laboratorio	Microscopio Binocular
		Baño María
		Analizador Bioquímico
		Analizador Hematológico
		Centrifuga
		Esterilizador Refrigeradora
Medicina	Medico Ocupacional	Balanza con Tallímetro
Audiometría	Enfermera con certificación CAOCH	Audiómetro
		Cabina Audiometría Otoscopio
Espirometría	Enfermera con certificación NIOSH	Espirómetro
		Jeringa de Calibración
Psicología	Licenciada/o en psicología	-
Psicosensométrico	Personal capacitado en uso del psicosensométrico	Psicosensométrico
Electrocardiograma	Técnica y/o licenciada con capacitación en BLS	Electrocardiograma
Oftalmología	Oftalmólogo o Optómetro	Lámpara de hendidura
		Tonómetro
		Pantalla de Optotipos
		Unidad refractiva
Triaje	Técnico/a y/o licenciada en enfermería	Tensiómetro
		Balanza con Tallímetro
		Pulso Oxímetro
		Termómetro Digital
Rayos X	Técnico Radiólogo	Equipo fijo de Rayos X

Nota. Identificación de los equipos, personal operativo y consultorios dentro de un examen médico ocupacional. Elaboración propia, 2024.

Para elevar la calidad de la atención en los exámenes ocupacionales de los trabajadores, uno de los principios fundamentales de Lean es la eliminación de desperdicios. En el cuadro siguiente se describen las maneras de minimizar estos desperdicios:

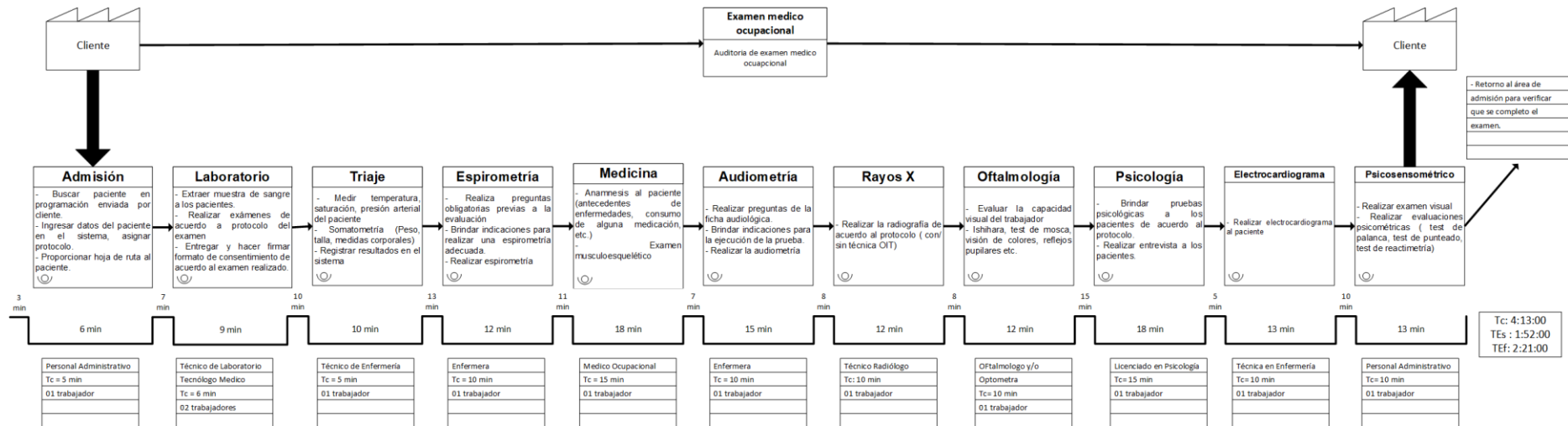
Tabla 13*Identificación de desperdicios*

Tipo de Desperdicio	Descripción del desperdicio	Propuesta de solución	Responsable
Espera	Mayor duración en los diferentes procesos de atención del EMO	Elaboración y estandarización de procesos	SIG/ Responsables de área
Movimiento	Procesos administrativos con movimientos repetitivos	Uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.	Operaciones
Reprocesos	Errores en la manipulación de equipos al realizar exámenes médicos / Equipos descalibrados al realizar exámenes	Capacitación en el uso de equipos / Mantenimiento de equipos	Operaciones / Gerencia

Nota. Identificación de los desperdicios asociados en las clínicas ocupacionales .Elaboración propia, 2024.

Para obtener una visión general del flujo de atención en los distintos consultorios que recorren los pacientes desde el ingreso hasta la finalización del examen médico ocupacional, se estableció realizar el mapa de valor (VSM) en las condiciones actuales que va a facilitar la comprensión, el análisis y las propuestas de mejora; lo que va a permitir eliminar los desperdicios identificados de acuerdo con el problema que se quiere abordar.

Figura 10
Value Stream Map situación actual



Nota. Elaboración de Value Stream Map (VSM) del proceso de examen médico ocupacional. Elaboración Propia, 2024.

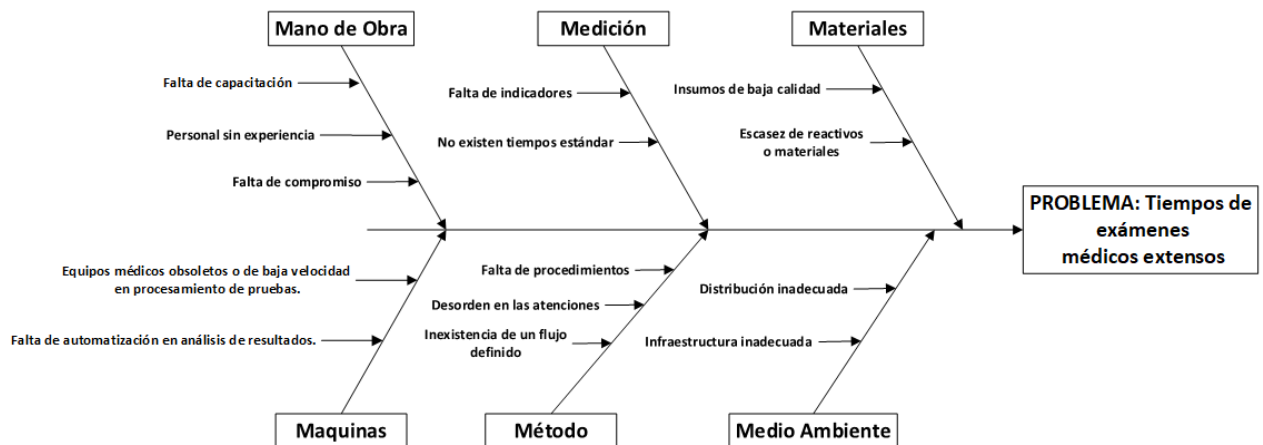
Se muestra todo el proceso para la ejecución del examen médico ocupacional en relación a los tiempos determinados en el estudio de tiempos realizados en el Capítulo IV; este es de 4 horas con 03 minutos aproximadamente con un flujo de atención continuo, tiempo de espera de 1 hora con 42 minutos, tiempos efectivos del examen 2 horas con 20 minutos.

Paso 3: Análisis de la causa raíz

Para determinar la causa raíz del problema identificado, se propone desarrollar el Método 6M del diagrama de Ishikawa que evalúa factores que causan los largos tiempos de espera en los exámenes médicos ocupacionales, la información fue obtenida de acuerdo al Capítulo IV. Diagnóstico de la situación actual.

Figura 11

Método 6M



Nota. Metodología de las 6M de acuerdo al problema de largos tiempo de espera en EMO. Elaboración Propia, 2024.

En el presente diagrama de 6M se pueden ver los distintos factores causales que contribuyen al largo tiempo de los exámenes médicos ocupacional, en relación a la mano de obra, está vinculada a la falta de capacitación y la poca experiencia con la que cuenta el personal; en relación a la medición, las operaciones de clínica no cuenta con tiempos estándar definidos por consecuencia no se puede establecer indicadores; con respecto las maquinas, se evidencia que los equipos médicos se encuentran obsoletos o de baja velocidad para el procesamiento. Con respecto al método, la inexistencia de un procedimiento evidencia un flujo discontinuo en las operaciones, por lo tanto, la falta de orden en las atenciones. Y por último en el medio ambiente se evidencia la infraestructura inadecuada y la distribución de los consultorios no es eficaz.

Paso 4: Definición de objetivos

De acuerdo al problema que se quiere abordar se van a definir los siguientes objetivos:

- Alcanzar un indicador de satisfacción de pacientes en las encuestas mayor al 75%. De acuerdo al diagnóstico inicial, se identificó que, en el mes de enero del 2024, de 254 encuestas recibidas por los pacientes, la dimensión de “Como considera el tiempo total de atención durante su evaluación” tuvo un promedio de respuestas de 70.36% esto quiere decir que tuvo un criterio promedio de Regular; bajo este punto de partida se considera plantear un indicador mayor al 75% una vez implementado el modelo e incrementar este porcentaje gradualmente.
- Reducir el tiempo del examen médico ocupacional en un 20%. De acuerdo al estudio de tiempos realizado y el VSM, se observó que el tiempo promedio de un examen médico ocupacional es de 4 horas con 03 minutos y un tiempo de espera de 1 hora con 42 minutos; se va a pretender reducir estos tiempos mediante un flujo correcto.

Paso 5: Propuesta de mejora

Para definir la propuesta de mejora se utilizará La matriz de priorización de Holmes, esta herramienta asegurar que los esfuerzos y recursos se dirijan a los aspectos más críticos para el éxito y la eficiencia del modelo de optimización operacional.

Figura 12*Matriz de Priorización de Holmes*

Problema: Tiempos extensos de los exámenes médicos ocupacionales					
Matriz de Priorización de Holmes	Elaboración y estandarización de procesos	Usar tecnología y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.	Capacitación en uso de equipos / Mantenimiento de equipos	Total	Orden
Elaboración y estandarización de procesos		1	1	2	1
Uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.	0		0	0	3
Capacitación al personal / Mantenimiento de equipos	0	1		1	2

Nota. Uso de Matriz de Holmes para abordar el problema de largo espera en los EMOS. Elaboración propia, 2024.

En base a la Matriz de priorización de Holmes, se identificó que la primera propuesta a implementar es la capacitación a los trabajadores para estandarizar los procesos dentro de la organización, esto va a permitir una mayor eficiencia en la atención de los pacientes; en segundo lugar se identificó la necesidad de capacitar al personal en el uso de equipos médicos para maximizar su tiempo de vida y evitar reprocesos por la mala práctica de los exámenes, junto a la implementación de un programa de mantenimiento de equipos. En tercer lugar, se propone el uso de tecnología y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.

Paso 6: Definir plan de acción

De acuerdo a la Matriz de Priorización de Holmes, el plan de acción y las responsabilidades serán las siguientes:

Tabla 14

Plan de acción

Solución	Contramedida	Responsable	Orden
Elaboración y estandarización de procesos	Implementación de procedimientos con difusión a los responsables.	Todas las áreas, Gerencia	1
Capacitación al personal y Mantenimiento de equipos	Propuesta de capacitaciones y programa de mantenimiento	Operaciones	2
Uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso	Contratación de sistemas informáticos.	Gerencia	3

Nota. Plan de acción de acuerdo a los resultados de la Matriz de Holmes. Elaboración Propia, 2024.

Primera prioridad

La elaboración y estandarización de sus procesos, va a consistir en presentar procedimientos por cada área operativa, estos procedimientos deben ser realizado por el encargado de área, revisados por el director médico del centro ocupacional y aprobado por la alta gerencia. Asimismo, tienen que cumplir con los GEMO (Guías de exámenes de médicos ocupacionales) establecidos por el Ministerio de Salud, recomendaciones de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), etc. Estos procedimientos deben ser realizados acorde a la realidad del centro ocupacional y deberán ser difundidos a los involucrados. Entre ellos son:

- Procedimiento de toma de espirometrías
- Procedimiento de toma de audiometrías
- Procedimiento de electrocardiograma
- Procedimiento de triaje
- Procedimiento de psicología
- Procedimiento de examen psicosenométrico

- Procedimiento de laboratorio
- Procedimiento de oftalmología
- Procedimiento de medicina ocupacional
- Procedimiento de admisión
- Procedimiento de examen médico ocupacional

Segunda Prioridad: Capacitación al personal

Para la capacitación al personal se realizará un barrido de las necesidades de capacitación en general de cada uno de los trabajadores es por eso que a través de la Matriz de Competencias propuesta de la Figura N°13 se va a evaluar a todo el personal para identificar las necesidades de capacitación que existen dentro de la clínica ocupacional. Las habilidades blandas que se van a evaluar serán las siguientes:

- Comunicación asertiva
- Inteligencia emocional
- Trabajo en equipo
- Resolución de problemas

Las habilidades técnicas que se van a evaluar serán las siguientes:

- Evaluación médica ocupacional
- Uso de equipos médicos
- Normas de Seguridad y Salud en el trabajo
- Disposición de residuos

Las habilidades operativas que se van a evaluar serán las siguientes

- Gestión de expedientes médicos
- Manejo de Software clínico
- Cumplimiento a la normativa RM 312-2011 MINSA

Las competencias duras condicionales se darán para personal de espirometría, audiometría y EKG:

- Curso NIOSH/ALAT (Espirografía)
- Curso CAOCH (Audiometría)
- Toma de electrocardiogramas (Electrocardiograma)

Esta matriz de habilidades y competencias será diferente en cada centro de salud ocupacional dependiendo de las necesidades que alta gerencia quiera reforzar en su personal administrativo y operativo.

Figura 13*Matriz de Habilidades / Competencias*

Habilidades / Competencias	Responsable de Medicina	Responsable Audiometria	Responsable Espirometria	Responsable Triage	Responsable Admisión	Responsable Laboratorio	Responsable Psicosenso metrico	Resposanble Psicologia	Responsable Oftalmologia	Responsable EKG
Habilidades blandas										
Comunicación asertiva										
Inteligencia Emocional										
Trabajo en equipo										
Resolución de problemas										
Habilidades tecnicas										
Evaluación medica ocupacional										
Uso de equipos medicos										
Normas de Seguridad y Salud										
Disposición de residuos										
Habilidades Operativas										
Gestion de expedientes medicos										
Manejo de Software clinico										
Cumplimiento a la normativa RM 312-2011 MINSA										
Condicionales										
Curso NIOSH/ALAT (Espirometria)										
Curso CAOCH (Audiometria)										

Nota. Propuesta de Matriz de competencias con habilidades recomendadas en el ámbito ocupacional. Elaboración Propia, 2024.

Los niveles de competencias se evaluarán de la siguiente forma

- Básico: Conocimiento inicial de la competencia; capaz de realizar tareas simples con supervisión.
- Intermedio: Conocimiento funcional de la competencia; capaz de realizar tareas sin supervisión y resolver problemas comunes.
- Avanzado: Experto en la competencia; capaz de liderar, asesorar a otros, y resolver problemas complejos.

Segunda Prioridad: Mantenimiento de equipos

Con respecto al programa de mantenimiento de equipos, de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 045-2015/MINSA, que aprueba la NTS N° 113-MINSA/DGIEM-V.01 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención”, modificada por R.M. N° 999-2016/MINSA y R.M. N° 094-2017/MINSA. Se propone el siguiente Checklist de Verificación de equipos que va a evaluar si la clínica ocupacional tiene los equipos mínimos necesarios para el servicio ocupacional.

Figura 14

Checklist de verificación de equipos.

(Logo de Empresa)	FORMATO		Código	
	CHECKLIST DE VERIFICACION DE EQUIPOS		Revisión	
			Fecha	
			Página	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:		
FECHA:				
INSPECTOR:				
No	EQUIPOS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Espirometro			
2	Jeringa de calibración			
3	Audiometro			
4	Cabina Audiometrica			
5	Electrocardiografo			
6	Test de agudeza visual			
7	Test de colores			
8	Test de visión Estereoscopica			
9	Centrifuga de tubos			
10	Centrifuga de hematocrito			
11	Microscopio binocular / trinocular			
12	Analizador Hematologico			
13	Analizador Bioquimico			
14	Refrigeradora			
15	Baño Maria			
16	Equipo de Rayos X para Radiografía de Tórax fijo con generador aproximado no menor de 300 mA a 125 KV			
17	Tensiómetro			
18	Pulsioxímetro			
19	Balanza con Tallímetro			

Nota. Checklist propuesto para verificar los equipos obligatorios por ley. Elaboración Propia, 2024.

Si la clínica ocupacional no cuenta con algún equipo, se solicitará a la alta gerencia, para la compra de los mismos.

Después de realizar la comparación de los equipos, se incluirán en el siguiente formato propuesto, la siguiente información técnica de los equipos:

- Marca
- Modelo
- Serie
- Ubicación del equipo
- Ultimo mantenimiento registrado
- Observaciones

Figura 15
Listado de equipos validados

(Logo de empresa)		Formato				Código	
		LISTA DE EQUIPOS VALIDADOS				Revisión	
						Fecha	
						Página	
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:		
ITEM	NOMBRE DE EQUIPO	MARCA	MODELO	Nº DE SERIE	UBICACIÓN	ULTIMA CALIBRACION	OBSERVACIONES

FECHA DE REVISIÓN	
RESPONSABLE DE ÁREA	

Nota. Propuesta de listado de equipos validados para registrar información técnica. Elaboración Propia, 2024.

Una vez realizado el formato, es importante el seguimiento y cumplimiento de los mantenimientos correspondientes, la alta gerencia debe contemplar un presupuesto anual para el mantenimiento de los equipos médicos.

Tercera Propuesta: Uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.

El uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso, será un recurso tecnológico importante que dará soporte al personal administrativo y operativo de la clínica en las siguientes actividades:

- Automatización de la asignación de turnos evita cuellos de botella y distribuye mejor la carga de trabajo
- Los exámenes se pueden programar de manera inteligente según la disponibilidad del personal y los equipos.

- Reducción de errores en la transcripción de datos mediante formularios digitales y registros electrónicos.
- Registro automatizado de cada fase del proceso para auditorías y cumplimiento normativo.

Se considero esta propuesta como la última, ya que la implementación de recursos tecnológicos que automaticen la operación de servicios contempla un presupuesto significativo, lo contrario a las dos anteriores propuestas.

Paso 7: Seguimiento de los resultados

Para abordar el problema del largo tiempo de espera durante los exámenes médicos ocupacionales, se proponen los siguientes indicadores:

Tabla 15

Indicadores para seguimiento

Indicador	Valor esperado	Periodicidad
Porcentaje de encuestas de satisfacción	Mayor al 75%	Mensual
Tiempo promedio de EMO	Menor a 3:30 horas	Semanal

Nota. Propuesta de indicadores para el seguimiento de los resultados. Elaboracion propia, 2024. El seguimiento se realizará a través de reuniones periódicas, presentando estos resultados con la alta dirección y jefes de área. En el anexo 04, se presenta el consolidado completo de la herramienta A3.

5.2.3.2.2. Algoritmos

Consideraciones

- Es importante indicar que, en la actualidad, el personal operativo cumple la doble funcionalidad en los exámenes médicos, esto retrasa aún más el examen médico.
- No existe una ruta única de exámenes médicos, los pacientes buscan consultorios que tengan menos cola de espera.

Paso 1: Definir los recursos

Se identificaron los recursos necesarios para realizar el examen médico ocupacional, los pacientes van a recorrer 11 procesos dentro del examen médico ocupacional, y serán atendidos por 12 especialistas; cada consultorio requiere un equipo especializado para realizar la evaluación correspondiente.

Tabla 16*Recursos identificados EMO*

Actividad	Proceso	Recurso	Equipo(s)
A	Admisión	01 persona	01 computadora
B	Toma de Muestras	02 personas	-
C	Triaje	01 persona	Balanza Tensiómetro Pulsioxímetro
D	Espirometría	01 persona	Espirómetro
E	Rayos X	01 persona	Rayos X fijo
F	Audiometría	01 persona	Cabina audiometría Audiómetro
G	Medicina	01 persona	01 computadora
H	Electrocardiograma	01 persona	Electrocardiógrafo
I	Oftalmología	01 persona	Caja de Prueba, Tonómetro, Optotipo
J	Psicología	01 persona	01 computadora
K	Psicosensometrico	01 persona	Equipo psicosensometrico

Nota. Recursos que intervienen dentro del EMO(examen, cantidad de personal, equipos).
Elaboracion propia, 2024.

Paso 2: Identificar las procedencias

Para desarrollar el algoritmo, se identificaron las procedencias en todas las operaciones dentro del examen médico ocupacional, como se presenta a continuación:

- El proceso inicia en admisión donde se le indicara todas las especialidades que van de acuerdo al perfil de su examen médico ocupacional.
- A partir de admisión, el paciente decide a que consultorio ir, la elección es de acuerdo a la cola de cada consultorio, no existe un flujo único.
- El proceso de toma de muestras debe ser al inicio.
- Para realizar la prueba de espirometría, es necesario realizar el proceso de triaje.
- Para realizar la prueba de psicosensometrico, es necesario tener puesto de conductor.
- Al finalizar todas las pruebas regresan al área de admisión para verificar todo el proceso.

Tabla 17

Precedencias de exámenes del médico ocupacional

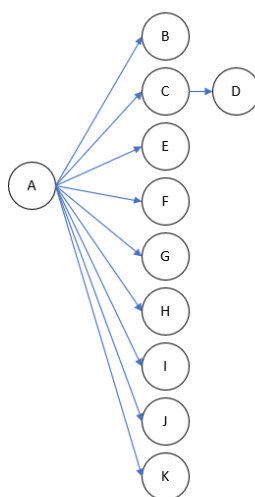
Proceso	Predecesor(es)
Admisión (A)	-
Toma de muestras (B)	Admisión (A)
Triaje (C)	Admisión (A)
Espirometría (D)	Triaje (C)
Rayos X (E)	Admisión (A)
Audiometría (F)	Admisión (A)
Medicina (G)	Admisión (A)
Electrocardiograma (H)	Admisión (A)
Oftalmología (I)	Admisión (A)
Psicología (J)	Admisión (A)
Psicosensometrico (K)	Admisión (A)

Nota. Precedencias dentro del examen médico ocupacional. Elaboracion Propia, 2024.

A continuación, se presenta la propuesta del diagrama de asignaciones, del proceso del examen médico ocupacional.

Figura 16

Diagrama de asignaciones



Nota. Diagrama de asignaciones de acuerdo a la metodología de precedencias. Elaboración propia, 2024.

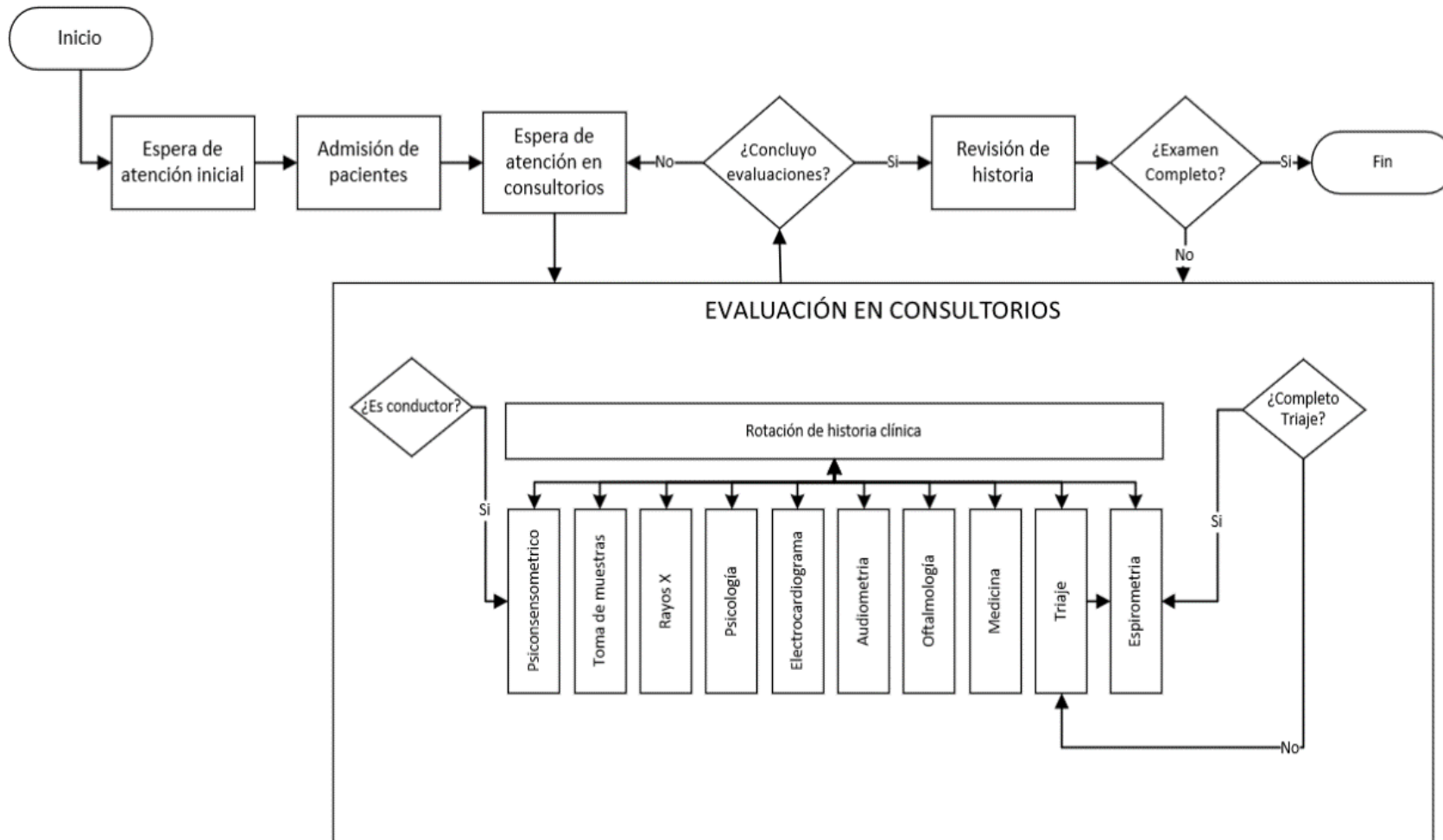
Paso 3: Criterios de asignación

El flujo da inicio cuando el paciente ingresa a la clínica ocupacional, espera a ser atendido por el área de admisión, de acuerdo al orden de llegada es llamado para comprobar sus datos y validar su identidad. El personal de admisión le indicara las evaluaciones que tiene que pasar para finalizar sus exámenes médicos; el paciente va a esperar para ingresar a los diferentes consultorios (toma de muestras, rayos x, medicina, oftalmología, electrocardiograma, triaje, audiometría, psicología, espirometría, psicosenométrico).

Es importante considerar dentro del examen médico ocupacional que, para ingresar al consultorio de espirometría, debe haber recibido la atención previa en el consultorio de triaje y del mismo modo, es recomendable que la primera evaluación que deben de pasar sea la Toma de Muestra.

Una vez finalizadas todas las evaluaciones, el personal de admisión revisara si se completó todo el examen médico, si faltase alguna prueba se le indicara al paciente, caso contrario se le informara al paciente que su examen médico ocupacional finalizo.

Figura 17
Diagrama de flujo de atención



Nota. Diagrama de flujo para determinar criterios de asignación. Elaboración Propia, 2024.

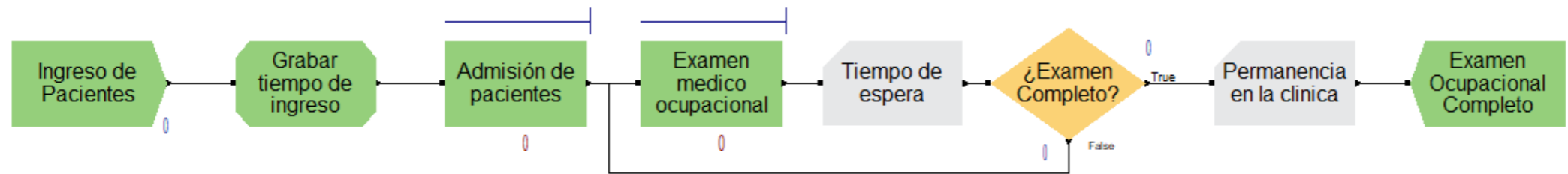
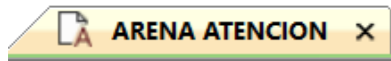
Paso 4: Modelo y Simulación

El Software Arena simulara el flujo de pacientes a través de varias etapas de servicio en la clínica ocupacional. Aquí algunos componentes básicos del modelo:

- Entidades: Pacientes (representan los trabajadores que realizan su examen medico ocupacional).
- Recursos: Especialistas de cada área, equipos.
- Procesos: Exámenes de salud ocupacional.
- Rutas: El recorrido que sigue un paciente a través de las distintas estaciones, desde el registro hasta la salida.

A continuación, la simulación en el software arena:

Figura 18
Simulación en Software arena



Nota. Simulación de EMO en clínica ocupacional. Elaboración Propia, 2024.

Al estandarizar los procesos, se establecerán los tiempos promedio junto al personal operativo y administrativo de atención en cada consultorio de la siguiente manera:

Tabla 18
Tiempos promedio efectivos

	Descripción de actividades	Promedio antes	Promedio después	Mejora
1	Afiliación de paciente	00:07:12	00:05:00	-00:02:12
2	Laboratorio	00:08:36	00:08:00	-00:00:36
3	Triaje	00:08:24	00:08:00	-00:00:24
4	Medicina	00:18:24	00:15:00	-00:03:24
5	Espirometría	00:13:24	00:12:00	-00:01:24
6	Audiometría	00:15:00	00:12:00	-00:03:00
7	Electrocardiograma	00:13:12	00:10:00	-00:03:12
8	Oftalmología	00:12:00	00:10:00	-00:02:00
9	Ratos X	00:11:00	00:10:00	-00:01:00
10	Psicología	00:14:48	00:15:00	+00:00:12
11	Psicosensometrico	00:12:00	00:10:00	-00:02:00
12	Verificación de examen	00:06:24	00:05:00	-00:01:24
	Tiempo efectivo total	2:20:24	1:51:00	-00:20:48

Nota. Simulación de tiempos efectivos. Elaboración Propia, 2025.

En la tabla anterior, se muestra que al estandarizar los procesos se tiene una disminución del tiempo efectivo del examen de 00:20:48 minutos a la situación actual.

Seguidamente, se implementaron las restricciones definidas anteriormente en la simulación realizada en el software arena, obteniendo los siguientes promedios de resultados en los tiempos de espera.

Tabla 19
Promedio de simulaciones mejoradas

Nº	Descripción de Actividades	Tiempo Promedio Actual (min)	Tiempo Promedio Mejorado (min)
1	Afiliación del paciente	00:07:12	00:05:00
2	Espera (tras afiliación)	00:07:48	00:06:14
3	Laboratorio	00:08:36	00:08:00
4	Espera (tras laboratorio)	00:08:39	00:07:02
5	Triaje	00:08:25	00:08:00

6	Espera (tras triaje)	00:12:00	00:09:36
7	Medicina (evaluación médica)	00:18:10	00:15:00
8	Espera (tras medicina)	00:11:24	00:09:07
9	Espirometría	00:13:24	00:12:00
10	Espera (tras espirómetro)	00:11:00	00:08:48
11	Audiometría	00:15:00	00:12:00
12	Espera (tras audiometría)	00:08:36	00:06:53
13	Electrocardiograma	00:13:12	00:10:00
14	Espera (tras electrocardiograma)	00:07:00	00:05:36
15	Oftalmología	00:12:00	00:10:00
16	Espera (tras oftalmología)	00:08:24	00:06:43
17	Radiografía (Rayos X)	00:11:00	00:10:00
18	Espera (tras radiografía)	00:11:24	00:09:07
19	Psicología	00:14:48	00:15:00
20	Espera (tras psicología)	00:11:00	00:08:48
21	Psicosensométrico	00:12:00	00:10:00
22	Espera (tras psicosensométrico)	00:05:24	00:04:19
23	Verificación de examen	00:06:24	00:05:00
Total		4:03:00	3:13:00

Nota. Comparación de tiempos actuales vs mejorados. Elaboración Propia, 2025

Se identificó que implementando las restricciones y un flujo correcto en las correctas hubo una disminución de 50 minutos en el tiempo efectivo del examen a comparación de la situación actual.

Asimismo, se establecieron las siguientes métricas de desempeño:

Tabla 20
Métricas de desempeño

Métrica	Datos Reales (Promedio/Valor)	Simulación Arena (Promedio/Valor)	Diferencia (%)
Tiempo de Espera Promedio (horas)	01:42 horas	01:22 horas	-19.61%
Tiempo de Servicio Promedio (horas)	02:20 horas	01:51 horas	-20.71%
Número de Pacientes Atendidos (día)	50 pacientes	61 pacientes	+18.03%
Utilización de recursos	100%	100%	0%
Tiempo Total de Proceso (horas)	04:17 horas	03:13 horas	-24.90%

Nota. Métricas obtenidas Datos reales vs Simulación en Arena. Elaboración Propia, 2025.

Se obtuvieron los resultados de la Tabla N°20 en la implementación de algoritmos, demostrando su efectividad en las simulaciones realizadas en el Software Arena.

5.2.3.3. Desarrollo del Eje Post Operativo

Paso 1: Respuestas de las encuestas y Datasets

Con fines demostrativos para la propuesta se utilizó tecnología GPT (tipo de aprendizaje automático), esto quiere decir que para la generación de data artificial se utilizara la herramienta GPT 3.5 el cual es una versión actualizada y mejorada de GPT 3, diseñada para comprender y generar texto de manera más precisa y coherente.

Las preguntas que el modelo va a procesar deben ser preguntas abiertas en las que el paciente pueda describir su perspectiva de la evaluación medico ocupacional recibida. Las preguntas con las que se va a trabajar son las siguientes:

- **¿Cómo calificarías tu experiencia general en nuestra clínica ocupacional y por qué?**
- **¿Cómo te pareció la operación de servicios, procedimiento del examen médico ocupacional?**
- **¿Crees que los profesionales que te atendieron te explicaron de manera clara el procedimiento de los exámenes?**

Adicionalmente se le solicitó a GPT que genere aproximadamente 100 respuestas por cada pregunta realizada, junto a ello se solicitó que estas respuestas contengan diferentes contextos, esto quiere decir que tenga el conjunto de datos de las respuestas sean positivas y negativas. GPT generó las respuestas de la siguiente manera:

Figura 19
Generación de respuestas por GPT



```
"Me atendieron rápidamente y explicaron todo con mucha claridad. La clínica es limpia y el ambiente muy profesional."  
"La experiencia fue excelente, los médicos son muy atentos y la atención personalizada hace la diferencia."  
"La clínica tiene un ambiente tranquilo y acogedor, me sentí en buenas manos todo el tiempo."  
"Los servicios fueron muy buenos, el trato fue excelente y los tiempos de espera fueron muy cortos."  
"Muy buen servicio, el equipo es profesional y la clínica está bien equipada. Me resolvieron mis dudas rápidamente."  
"Me sentí muy cuidado y el personal fue muy atento. Todo el proceso fue rápido y eficiente."  
"La atención es de primera, me explicaron todos los procedimientos con detalle y me sentí tranquilo."  
"Un excelente servicio, personal muy capacitado y la clínica es moderna y muy bien equipada."  
"Me atendieron a tiempo y con mucha amabilidad, me explicaron todos los pasos claramente."  
"Todo fue muy profesional y la atención fue excelente, muy satisfecho con la consulta recibida."  
"La clínica tiene una infraestructura excelente y el trato de los empleados fue impecable. Muy recomendado."  
"Me ayudaron a resolver todos mis problemas rápidamente. Muy buenos profesionales y excelente servicio."  
"Muy satisfecho con la atención que recibí, el personal muy cordial y el lugar muy limpio y moderno."  
"La experiencia fue muy positiva, los tiempos de espera fueron cortos y el trato fue muy amable."  
"Me explicaron todo claramente y me sentí seguro durante todo el procedimiento. Muy recomendable."  
"Un servicio excelente, los doctores son muy amables y resuelven todas tus dudas de manera profesional."  
"La clínica tiene una excelente atención y siempre me siento cómodo al ir. Muy buen lugar."  
"Todo el equipo fue muy atento, me sentí en buenas manos. La experiencia fue excelente."  
"La consulta fue rápida y eficiente. El personal es amable y el lugar es muy agradable."  
"La atención al cliente fue inmejorable, me explicaron todos los procesos y me sentí tranquilo."  
"La experiencia fue excelente, tanto el personal como las instalaciones de la clínica están a la altura."  
"El trato fue excelente, el médico fue muy profesional y me sentí cómodo en todo momento."  
"Muy buena atención, el personal fue muy amable y me explicaron todo de forma detallada."  
"La experiencia fue positiva, el trato fue excelente y la clínica está muy bien equipada."  
"Excelente servicio, el personal es muy atento y me explicaron todo el proceso con claridad."  
"El trato fue excelente, me sentí muy bien atendido y con confianza durante todo el proceso."  
"Un excelente servicio, desde que llegué hasta que me fui todo fue rápido y eficiente."  
"Muy buena experiencia, el personal muy amable y el ambiente cómodo y agradable."  
"Gran atención, la clínica tiene instalaciones modernas y el trato fue excepcional."  
"Muy buenos médicos y la atención fue excepcional. Volveré sin duda alguna."  
"La consulta fue excelente, el personal es muy profesional y las instalaciones son de calidad."  
"Muy buena experiencia, el trato fue cordial y me explicaron cada detalle del procedimiento."  
"La experiencia fue muy positiva, el personal fue amable y el tiempo de espera fue muy corto."  
"La atención fue excelente, la clínica tiene un ambiente muy profesional y acogedor."
```

Nota. Ejemplo de respuestas generadas por GPT. Elaboración propia 2025.

Una vez teniendo todas las respuestas, se agrupan en un arreglo de texto para que la biblioteca “pysentimiento” las procese y nos devuelva reseña por reseña el sentimiento de cada una.

Estas respuestas deben convertirse en un archivo CSV(Comma-Separated Values), un formato de archivo que almacena datos en forma de tabla utilizando valores separados por comas u otros delimitadores, como punto y coma o tabulaciones. Estos archivos CSV son DATASETS (conjunto de datos).

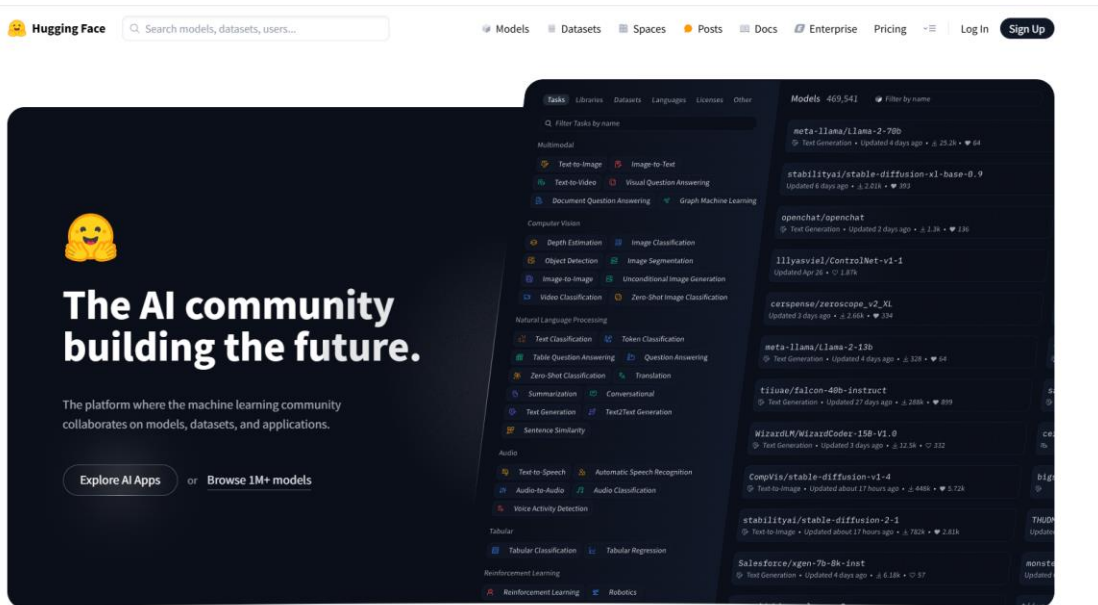
Paso 2: Modelo Transformer enfocado en sentimientos y Paso 3: Producir el Sentimiento

Se utiliza la biblioteca “pysentimiento” para que se pueda analizar cada reseña correspondiente. Esta biblioteca de código abierto incorpora modelos de vanguardia para español, inglés, italiano y portugués en una biblioteca de Python fácil de usar, lo que permite a los investigadores aprovechar estas técnicas.

Para entrar a la biblioteca “pysentimiento”, se requiere ingresar a la página de acceso libre Hugging Face.

La página de Hugging Face es una herramienta de código abierto utilizada para tareas de procesamiento del lenguaje natural (PLN), proporcionando modelos y herramientas de vanguardia basados en transformadores, lo que facilita la implementación y la experimentación con modelos de PLN.

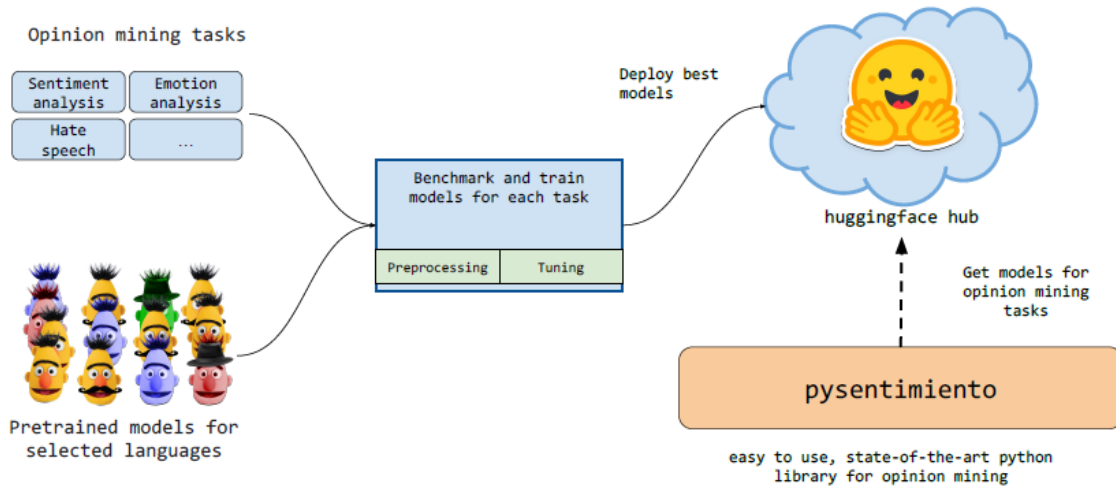
Figura 20
Interfaz Hugging Face



Nota. Plataforma de acceso libre Hugging Face. Elaboracion propia 2025

El procesamiento las respuestas se realiza gráficamente de la siguiente forma:

Figura 21
Descripción del proceso Transformer



Nota. Manuel Perez et al. (2024). Pysentimiento: A Python Toolkit for Sentiment Analysis and SocialNLP tasks

El proceso Transformer de pysentimiento trabajo de la siguiente manera en el modelo propuesto:

Al ingresar las respuestas generadas al modelo, el texto se “tokenizo” esto significa que los textos ingresados se dividen en “tokens” y las convierte en valores numéricos. Seguidamente los tokens son procesados por el modelo BERT, que generan representaciones numéricas del significado de las respuestas ingresadas calculando la probabilidad del texto, este puede ser positivo, negativo o neutro.

En código la representación es la siguiente:

- from pysentimiento import create_analyzer
- # Crear el analizador de sentimientos en español
- analyzer = create_analyzer(task="sentiment", lang="es")
- # Analizar un texto
- resultado = analyzer.predict("Este producto es increíble, me encanta")
- # Mostrar resultados
- print(resultado.output) # "POS"
- print(resultado.probas) # {'NEG': 0.01, 'NEU': 0.05, 'POS': 0.94}

Para la propuesta de la investigación, el modelo transformer proceso las respuestas de la siguiente manera:

Figura 22

Respuesta del análisis del texto

```
Reseña: Sí, los profesionales explicaron todo de manera clara y detallada.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=POS, probas={POS: 0.625, NEU: 0.359, NEG: 0.016})
-----
Reseña: La explicación fue buena, aunque me hubiera gustado más detalle.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=POS, probas={POS: 0.900, NEU: 0.094, NEG: 0.006})
-----
Reseña: Fueron bastante claros, pero faltaron algunos detalles importantes.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=POS, probas={POS: 0.652, NEU: 0.317, NEG: 0.031})
-----
Reseña: La explicación fue clara, pero el ritmo fue algo rápido.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=NEU, probas={NEU: 0.698, POS: 0.253, NEG: 0.049})
-----
Reseña: Sí, todo estuvo bien explicado y entendí cada paso.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=POS, probas={POS: 0.902, NEU: 0.093, NEG: 0.006})
-----
Reseña: Me explicaron lo esencial, aunque algunos detalles quedaron poco claros.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=NEU, probas={NEU: 0.767, POS: 0.146, NEG: 0.088})
-----
Reseña: Fue claro, pero algunas partes fueron demasiado técnicas.
Resultado de la predicción: AnalyzerOutput(output=NEG, probas={NEG: 0.547, NEU: 0.418, POS: 0.035})
-----
```

Nota. Respuestas del modelo BETO. Elaboración propia 2025.

Paso 4: Métrica de precisión del modelo

Para determinar la precisión del modelo se utilizara Internet Movie Database (IMDB) , esta es una base de datos en línea que recopila información sobre películas y series. Este conjunto de datos incluye 50.000 reseñas cinematográficas, utilizadas para el análisis de texto y el procesamiento del lenguaje natural. Diseñado para la clasificación binaria de sentimientos, ofrece una cantidad significativamente mayor de datos en comparación con otros conjuntos similares.

En total, dispone de 25.000 reseñas altamente polarizadas para entrenamiento y otras 25.000 para pruebas. Su objetivo principal es predecir la cantidad de críticas positivas y negativas mediante algoritmos de clasificación o técnicas de aprendizaje profundo.

Se llevó a cabo un proceso de entrenamiento con ajuste fino para evaluar y mejorar la métrica del modelo de análisis de sentimientos en español. Para ello, se utilizó el conjunto de datos de IMDB, permitiendo validar la precisión del modelo Transformer antes de proceder con el desarrollo del experimento.

Figura 23

Detalles del entramiento

```
Epochs 0/5. Running Loss: 0.9198: 100% | 102/102 [00:14<00:00, 7.09it/s]
Epochs 1/5. Running Loss: 0.0098: 100% | 102/102 [00:10<00:00, 9.53it/s]
Epochs 2/5. Running Loss: 0.0004: 100% | 102/102 [00:10<00:00, 9.68it/s]
Epochs 3/5. Running Loss: 0.0003: 100% | 102/102 [00:10<00:00, 9.52it/s]
Epochs 4/5. Running Loss: 0.0003: 100% | 102/102 [00:10<00:00, 9.28it/s]
Epoch 5 of 5: 100% | 5/5 [00:57<00:00, 11.47s/it]
100% | 44/44 [00:00<00:00, 62.17it/s]
```

Nota. Entrenamiento realizado con conjunto de datos IMBD. Elaboración propia

Tal como se mencionó anteriormente, el entrenamiento arrojó ciertos resultados que permiten realizar observaciones preliminares. En la figura se muestran los detalles del entrenamiento efectuado con el conjunto de datos de IMDB, compuesto por alrededor de 50,000 oraciones acompañadas de sus respectivas etiquetas.

Tabla 21

Precisión del modelo

Modelo	Precisión
BETO	0.7816091954022989

Nota. Porcentaje de precisión del modelo

Paso 4: Resultados y procesamiento de resultados

El paquete identificara cada reseña y lo va a catalogar según su porcentaje que interprete entre positivo POS, neutral NEU y negativo NEG, y de tal manera ayudara a interpretar mejor las opiniones de los pacientes y en qué medida su opinión es bastante positiva o si existe un contexto más neutral.

Para la visualización de la información y un mejor manejo de esta, se tiene que adaptar la información que nos devolvió el paquete “pysentimiento”, utilizando los paquetes de matplotlib y seaborn que son bibliotecas para crear graficas interactivas de Python.

Para finalizar la propuesta, es importante difundir y compartir la información procesada de todos los datos obtenidos para sacar las conclusiones en cuestión y tomar acciones correctivas.

Se optó por usar un diagrama de barras para mostrar los sentimientos por la cantidad de reseñas.

A continuación, se presentará los resultados del análisis de sentimientos realizada por cada pregunta planteada al inicio de la propuesta:

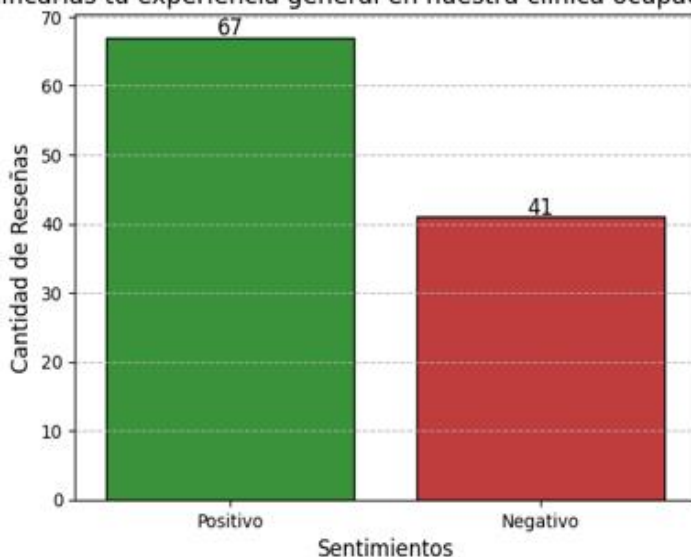
Pregunta N°01

¿Cómo calificarías tu experiencia general en nuestra clínica ocupacional y por qué?

Figura 24

Análisis de sentimientos de pregunta N°01

¿Cómo calificarías tu experiencia general en nuestra clínica ocupacional y por qué?



	Reseña	Predicción	POS	NEU	NEG
0	Excelente atención y el personal muy profesio...	POS	0.979	0.018	0.003
1	Mi experiencia fue muy positiva, la clínica es...	POS	0.973	0.024	0.003
2	Me atendieron rápidamente y explicaron todo co...	POS	0.944	0.051	0.004
3	La experiencia fue excelente, los médicos son ...	POS	0.977	0.020	0.003
4	La clínica tiene un ambiente tranquilo y acoge...	POS	0.977	0.021	0.003
...
103	La calidad del servicio dejó mucho que desear,...	NEG	0.938	0.054	0.008
104	El proceso fue lento, no recibí la atención ad...	NEG	0.973	0.024	0.003
105	Me dejaron esperando mucho tiempo sin explicac...	NEG	0.942	0.055	0.004
106	El personal no fue profesional ni amable, la c...	NEG	0.974	0.023	0.003
107	El lugar estaba sucio, me hicieron esperar dem...	NEG	0.974	0.022	0.004

108 rows x 5 columns

Nota. Análisis de sentimientos pregunta N°01.Elaboración propia 2025.

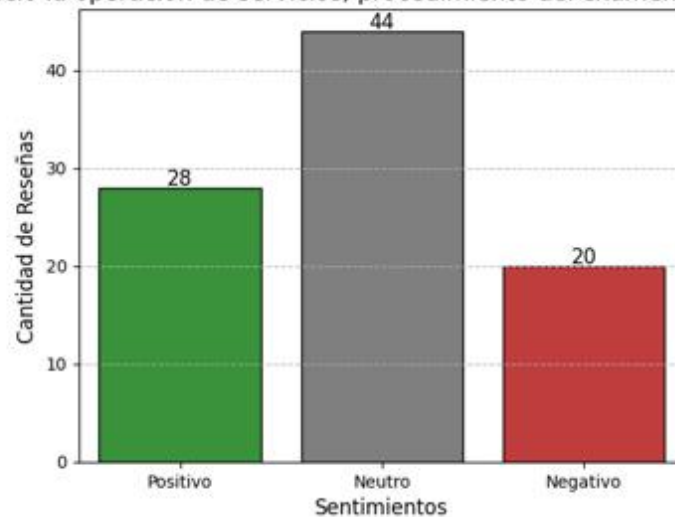
Pregunta N°02

¿Cómo te pareció la operación de servicios, procedimiento del examen médico ocupacional?

Figura 25

Análisis de sentimientos de pregunta N°02

¿Cómo te pareció la operación de servicios, procedimiento del examen medico ocupacional?



	Reseña	Predicción	POS	NEU	NEG
0	El procedimiento fue rápido y profesional.	POS	0.684	0.298	0.018
1	Fue un proceso eficiente, sin complicaciones.	POS	0.915	0.080	0.005
2	La atención fue buena, pero el proceso muy largo.	NEU	0.097	0.653	0.249
3	El examen fue claro, pero me sentí algo incómodo.	NEG	0.018	0.244	0.738
4	Todo estuvo bien organizado, aunque un poco le...	POS	0.805	0.180	0.014
...
87	El servicio fue bueno, pero no estuvo muy orga...	NEU	0.168	0.568	0.264
88	La operación fue eficiente, pero algo desorden...	NEU	0.062	0.766	0.172
89	El procedimiento fue bueno, pero el ambiente n...	NEU	0.100	0.589	0.311
90	Me sentí cómodo, pero el proceso fue largo.	NEU	0.385	0.496	0.118
91	Todo salió bien, pero el servicio fue lento.	NEG	0.048	0.393	0.559

92 rows x 5 columns

Nota. Análisis de sentimientos pregunta N°02. Elaboración propia 2025.

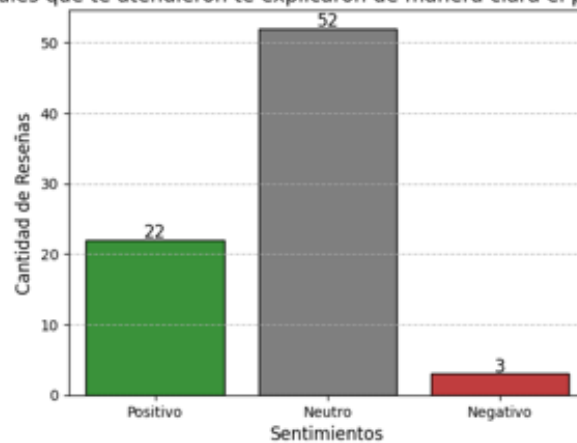
Pregunta N°03

¿Crees que los profesionales que te atendieron te explicaron de manera clara el procedimiento de los exámenes

Figura 26

Análisis de sentimientos de pregunta N°03

¿Crees que los profesionales que te atendieron te explicaron de manera clara el procedimiento de los exámenes?



	Reseña	Predicción	POS	NEU	NEG
0	Sí, los profesionales explicaron todo de maner...	POS	0.625	0.359	0.016
1	La explicación fue buena, aunque me hubiera gu...	POS	0.900	0.094	0.006
2	Fueron bastante claros, pero faltaron algunos ...	POS	0.652	0.317	0.031
3	La explicación fue clara, pero el ritmo fue al...	NEU	0.253	0.698	0.049
4	Sí, todo estuvo bien explicado y entendí cada ...	POS	0.902	0.093	0.006
...
72	Sí, los profesionales fueron muy claros, pero ...	NEU	0.070	0.616	0.314
73	La explicación fue clara, pero no pude hacer m...	NEU	0.032	0.787	0.182
74	Sí, la explicación fue clara, pero los término...	NEU	0.051	0.663	0.285
75	Me explicaron todo de manera clara, pero algun...	NEU	0.027	0.621	0.353
76	Sí, los profesionales fueron claros, aunque al...	NEU	0.070	0.620	0.310

77 rows x 5 columns

Nota. Análisis de sentimientos pregunta N°03. Elaboración propia 2025.

Se concluye que el análisis de sentimientos en una propuesta eficiente para el procesamiento de las respuestas de las encuestas de satisfacción.

5.3. Evaluación de la propuesta

La evaluación de la propuesta será a través de una medición semicuantitativa (combinación de elementos cuantitativos y cualitativos). Esta evaluación se va a utilizar para obtener una comprensión más completa de los problemas desarrollados en el capítulo “4.4. Identificación de principales puntos de mejora”, de acuerdo con el capítulo en mención se han identificado los siguientes 04 problemas significativos dentro de las operaciones del examen médico ocupacional:

- Tiempo de exámenes medico ocupacionales extensos.
- Reprocesos en exámenes médicos
- Desorientación de los pacientes
- Falta de enfoque en la gestión de experiencia al cliente

Asimismo, cada problema posee dimensiones identificadas de acuerdo a la herramienta de los 5 porque, estas son:

Tabla 22

Dimensiones de problemas

Problema	Dimensiones
Tiempo de espera de exámenes medico ocupacionales extensos	¿El proceso de registro y ejecución de los exámenes médicos es fluido?
	¿Capacidad de atención de la clínica ocupacional es la adecuada?
	¿Las operaciones del servicio de exámenes medico ocupacionales son eficientes?
	¿Existen procedimientos y protocolos de atención?
	¿La cantidad de consultorios y especialistas es lo suficiente?
Reprocesos en operaciones	¿El personal conoce las normas, leyes y disposiciones de los entes fiscalizadores en sector salud?
	¿Los resultados de los exámenes médicos ocupacionales son los correctos?
	¿Existen problemas en la ejecución de los exámenes médicos ocupacionales?
	¿El Personal conoce sus procedimientos o tiene problemas con los equipos?

	¿El personal recibe la capacitación en procedimientos específicos y/o uso de equipos o materiales?
	¿Se invierte en capacitación al personal por terceros?
	¿Se invierte en adquisición de equipos y/o mantenimiento?
	¿Los pacientes comprenden el proceso para realizar su examen médico ocupacional?
Desorientación de los pacientes	¿Los pacientes reciben suficiente información sobre la ubicación de las áreas y el procedimiento del examen médico que van a pasar?
	¿Existe personal guía y/o software de gestión de pacientes?
	¿Se plantea la contratación de personal de apoyo?
Falta de enfoque en la gestión de experiencia del paciente	¿Se realizan encuestas de satisfacción a los pacientes?
	¿Se realiza el procesamiento de las encuestas de satisfacción?
	¿Se realizan reuniones con los trabajadores y alta gerencia para plantear oportunidades de mejora de los resultados de las encuestas?
	¿Se usa una metodología práctica para el procesamiento de las encuestas?

Nota. Dimensiones de las 04 grandes problemáticas identificadas. Elaboración Propia, 2024.

Para el modelo de optimización de operaciones propuesto se va a desarrollar una matriz de priorización que será evaluada con una escala de Likert que tienen el siguiente significado:

- Totalmente en desacuerdo: Incumplimiento total, es muy bajo o inexistente,
- En desacuerdo: El cumplimiento es bajo y se observan numerosas deficiencias.
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo: El cumplimiento es parcial, con tanto aspectos positivos como negativos.
- De acuerdo: El cumplimiento es alto, aunque podría mejorarse en algunos aspectos.
- Totalmente de acuerdo: El cumplimiento es completo y satisfactorio en todos los aspectos.

En primer lugar, se realizará el análisis actual de las 03 clínicas referidas anteriormente, las cuales se entrevistó a personal de operaciones y jefes de área para evidenciar la situación actual de las clínicas ocupacionales que están acreditadas y que en proceso de acreditación.

Figura 27

Evaluación de propuesta – situación actual

EVALUACION DE SITUACION ACTUAL									
Empresa									
Fecha									
Evaluador									
Problema	Dimensiones	Escala de evaluación					Puntaje Obtenido	Total	% Cumplimiento
		1	2	3	4	5			
Tiempo de exámenes medico ocupacionales son extensos	¿El proceso de registro y ejecución de los exámenes medicos es fluido?		x				11	25	44.00%
	¿Capacidad de atención de la clínica ocupacional es la adecuada?		x						
	¿Las operaciones del servicio de exámenes medico ocupacionales son eficientes?			x					
	¿Existen procedimientos y protocolos de atención?	x							
	¿La cantidad de consultorios y especialistas es lo suficiente?			x					
Reprocesos en operaciones	¿Los resultados de los exámenes medicos ocupacionales son coherentes?			x			10	30	33.33%
	¿Existen problemas en la ejecución de los exámenes medicos ocupacionales?		x						
	¿El Personal conoce sus procedimientos o tiene problemas con los equipos?	x							
	¿El personal recibe la capacitación en procedimientos específicos y/o uso de equipos o materiales?	x							
	¿Se invierte en capacitación al personal por terceros?	x							
	¿Se invierte en adquisición de equipos y/o mantenimiento?		x						
Desorientacion de los pacientes	¿Los pacientes comprenden el proceso para realizar su examen medico ocupacional?		x				7	20	35.00%
	¿Los pacientes reciben suficiente información sobre la ubicación de las áreas y el procedimiento del examen medico que van a pasar?		x						
	¿Existe personal guía, software de gestión de pacientes? Si no se plantea la contratación de personal de apoyo?	x							
	¿Los pacientes se orientan dentro de la clínica ocupacional?		x						
Falta de enfoque en la gestión de experiencia del paciente	¿Se realizan encuestas de satisfacción a los pacientes?		x				6	20	30.00%
	¿Se realiza el procesamiento de las encuestas de satisfacción?	x							
	¿Se realizan reuniones con los trabajadores y alta gerencia para plantear oportunidades de mejora de los resultados de las encuestas?		x						
	¿Se usa una metodología practica para el procesamiento de las encuestas?	x							
						34	95	35.58%	

Nota. Evaluación de propuesta de la situación actual . Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de la situación actual realizada, se concluyó junto al personal entrevistado de las tres diferentes clínicas, lo siguiente:

- De acuerdo a los tiempos extensos de los exámenes médicos, los entrevistados coincidieron que se dan por la falta de procedimientos y su estandarización y la ineficiencia de las operaciones.
- Respecto a la desorientación de pacientes, alta gerencia, no plantea la contratación de personal que solo sea guía en los exámenes medico ni el desarrollo de un software para la gestión de pacientes; asimismo, los entrevistados aseveran que los pacientes no comprenden el flujo proceso de su examen médico ocupacional.
- Del mismo modo, los reprocesos en las operaciones se dan porque alta gerencia, no asigna un presupuesto real a la capacitación de los trabajadores y para el mantenimiento de equipos, no se selecciona a proveedores adecuados. También no se estandariza el proceso de exámenes médicos, se quiere llegar a los objetivos o requerimientos del cliente sin importar la forma.
- El problema de la falta de enfoque en la gestión de experiencia del paciente, coinciden los entrevistados que no existe una cultura de mejora con respecto a la satisfacción de los pacientes al realizar los exámenes médicos ocupacionales.
- Actualmente las clínicas ocupacionales cumplen en un 35.58% de la problemática en estudio.

Seguidamente se evaluará la implementación del modelo propuesto, una vez ejecutado, teniendo los siguientes resultados:

Figura 28

Evaluación de implementación del modelo propuesto

EVALUACION DE IMPLEMENTACION DEL MODELO PROPUESTO									
Empresa									
Fecha									
Evaluador									
Problema	Dimensiones	Escala de evaluación					Puntaje Obtenido	Total	% Cumplimiento
		1	2	3	4	5			
Tiempo de exámenes medico ocupacionales son extensos	¿El proceso de registro y ejecución de los exámenes medicos es fluido?					x	22	25	88.00%
	¿Capacidad de atención de la clinica ocupacional es la adecuada?				x				
	¿Las operaciones del servicio de exámenes medico ocupacionales son eficientes?				x				
	¿Existen procedimientos y protocolos de atención?					x			
	¿La cantidad de consultorios y especialistas es lo suficiente?				x				
Reprocesos en operaciones	¿Los resultados de los exámenes medicos ocupacionales son coherentes?				x		26	30	86.67%
	¿Existen problemas en la ejecución de los exámenes medicos ocupacionales?				x				
	¿El Personal conoce sus procedimientos o tiene problemas con los equipos?					x			
	¿El personal recibe la capacitación en procedimientos específicos y/o uso de equipos o materiales?					x			
	¿Se invierte en capacitación al personal por terceros?				x				
	¿Se invierte en adquisición de equipos y/o mantenimiento?				x				
Desorientacion de los pacientes	¿Los pacientes comprenden el proceso para realizar su examen medico ocupacional?					x	18	20	90.00%
	¿Los pacientes reciben suficiente información sobre la ubicación de las áreas y el procedimiento del examen medico que van a pasar?					x			
	¿Existe personal guia, software de gestión de pacientes? Si no, se plantea la contratación de personal de apoyo?				x				
	¿Los pacientes se orientan dentro de la clinica ocupacional?				x				
Falta de enfoque en la gestión de experiencia del paciente	¿Se realizan encuestas de satisfacción a los pacientes?					x	20	20	100.00%
	¿Se realiza el procesamiento de las encuestas de satisfacción?					x			
	¿Se realizan reuniones con los trabajadores y alta gerencia para plantear oportunidades de mejora de los resultados de las					x			
	¿Se usa una metodología practica para el procesamiento de las encuestas?					x			
						66	80	91.17%	

Nota. Evaluación de la implementación de la propuesta del modelo de optimización. Elaboración propia

De acuerdo al modelo de optimización propuesto, se concluyó que aplicando el cuestionario, la implementación del modelo tendrá un nivel de cumplimiento del 91.17% de la problemática identificada, las mejoras identificadas son:

- Con respecto a los tiempos de espera extensos de los exámenes médicos ocupacionales, se propuso el uso de la herramienta A3 de la filosofía Lean Healthcare que pretende identificar los desperdicios y atacar directamente las dimensiones del problema en mención.
- A través del análisis de sentimientos de las encuestas de satisfacción, el análisis de sentimientos procesara las encuestas de una manera eficiente e innovadora.
- En el problema de la desorientación de los pacientes, la propuesta de la utilización de algoritmos de asignación optimizase el flujo de los pacientes.

5.3.1. Validez por expertos

Según Escobar y Cuervo (2008), el juicio de expertos es una técnica de validación útil para comprobar la confiabilidad de una investigación, y se entiende como "la opinión fundamentada de individuos con experiencia en el área, reconocidos por otros como expertos cualificados, quienes pueden proporcionar información, pruebas, juicios y evaluaciones".

En la presente investigación se recurrió a la técnica de validación de expertos ya que es un proceso clave que contribuye significativamente a la calidad, credibilidad y rigor del trabajo del modelo de optimización propuesto. A continuación, se presentan las razones principales para utilizar esta técnica:

Aseguramiento de la validez y la precisión

Los expertos pueden proporcionar retroalimentación valiosa para confirmar que los enfoques metodológicos, los marcos teóricos y los resultados obtenidos son correctos y coherentes con el estado actual del conocimiento en la disciplina. Esto ayuda a evitar errores y a mejorar la precisión de la investigación.

Mejora de la calidad y profundidad del análisis

Al contar con la opinión de expertos en el campo, el investigador puede identificar aspectos que podrían haber sido pasados por alto o que requieren mayor desarrollo. Esto puede resultar en un análisis más profundo y completo del tema de investigación.

Aumento de la credibilidad

La validación por expertos, especialmente aquellos con reputación y experiencia en el tema de estudio, aumenta la credibilidad de la tesis. El trabajo pasa a ser visto como respaldado por profesionales reconocidos, lo que fortalece su aceptación dentro de la comunidad académica.

Para la validación del modelo de optimización propuesto, se tuvo la apreciación de los siguientes expertos:

- En el anexo 06, se muestra la validación del Ing. Michael Mike López Fernández, coordinador SIG del Policlínico San Gabriel. De acuerdo a la constancia de validación realizada la calificación de todos los criterios fue 19, refiriendo según la encuesta que es válido el modelo y se puede aplicar. Sugiriendo que el modelo propuesto podría aplicarse en sistemas con categoría I3.
- En el anexo 07, se muestra la validación de la Srta. Brenda Zíngara Pacheco, administradora del Centro Médico Monte Carmelo. De acuerdo a la constancia de validación realizada la calificación de todos los criterios fue 20, refiriendo según la encuesta que es válido el modelo y se puede aplicar. Sugiriendo que se aplique el modelo en el Centro Médico.

5.4. Análisis Técnico – Económico de la propuesta

Por lo general las clínicas ocupacionales cuentan con la infraestructura, equipamiento y personal necesario. Sin embargo, es necesaria una reorganización para mejorar algunos aspectos en las operaciones de las clínicas, la presente propuesta de modelo de optimización de las operaciones de servicio en clínicas ocupacionales a través del Lean Healthcare, algoritmos y aprendizaje automático, pretende que los problemas que se identificaron a lo largo de la investigación, sean resueltos de manera eficiente desarrollando 3 ejes, eje pre operativo, eje operativo, eje post operativo.

Para su implementación se propone el desarrollo de herramientas como el formato A3, herramienta de gestión de la filosofía Lean Manufacturing. El aprendizaje automático, que es un subconjunto de la IA (Inteligencia Artificial) se propone que se implemente en el procesamiento de las encuestas de satisfacción. Del mismo modo se propone el uso de algoritmos, para una gestión eficiente de los pacientes en su recorrido para un flujo constante sin largas esperas. Según el procedimiento propuesto, la implementación constara de diferentes etapas con sus respectivos objetivos.

Para analizar a mayor profundidad se realizó una recopilación de datos cuantitativos para poder establecer o estimar un beneficio costo de lo que vendría a ser la ejecución o una posible implementación de este modelo de optimización de las operaciones de servicio en clínicas ocupacionales.

En la tabla a continuación se muestra los distintos costos que son correspondientes a la propuesta del modelo de optimización para cada clínica.

Tabla 23*Costos de implementación del modelo*

Concepto – Actividad	Costo	Implementación	Monto
Capacitación e Implementación Lean Healthcare Objetivo: Brindar capacitación a los trabajadores de la clínica ocupacional. (4 horas x S/ 175/hora)	S/700.00	S/.2000.00	S/. 700.00
Capacitación e Implementación Algoritmos Aprendizaje Automático Objetivo: Brindar capacitación a los trabajadores de la clínica ocupacional. (4 horas x S/ 200/hora)	S/800.00	S/. 2000.00	S/. 2,800.00
<u>PROPUESTA ADICIONAL</u> Software de gestión de pacientes: Objetivo: Optimizar flujo de distribución de pacientes en el recorrido de exámenes médicos.	S/8000.00	S/. 2,500.00	S/10,500.00
TOTAL			S/16,000.00

Nota. Costos propuestos de implementación. Elaboración Propia.

La columna de implementación incluye las tres fases (Preoperativa, Operativa y Postoperativa) Los costos de capacitación son referenciados de empresas como Pro Avance SAC, Kaizen Consultores; empresas que brindan el servicio de capacitación en los temas de capacitación propuestos. Del mismo modo la propuesta del Software son costos aproximados del proveedor “Mediweb”.

Para la evaluación económica de la propuesta, en primer lugar, se tiene que identificar el total de pacientes atendidos en las tres diferentes clínicas ocupacionales de las que se tiene información, se consultó a las clínicas en mención y nos dieron la siguiente información:

Tabla 24*Promedio de pacientes atendidos en el año 2023*

Mes	Clínica Ocupacional 01	Clínica Ocupacional 02	Clínica Ocupacional 03	Promedio anual 2023
Enero	974	912	1401	1096
Febrero	993	1053	1132	1059
Marzo	1074	1036	1275	1128

Abril	902	804	1284	997
Mayo	1035	977	903	972
Junio	987	950	1482	1140
Julio	947	1006	1396	1116
Agosto	765	994	1353	1037
Septiembre	977	857	1002	945
Octubre	968	1035	1265	1089
Noviembre	1095	1098	1427	1207
Diciembre	1047	830	1410	1096
TOTAL DE PACIENTES				12882

Nota. Promedio de pacientes en el año 2023 en tres clínicas. Elaboración propia.

Según datos obtenidos, en promedio de las tres clínicas en estudio se tiene que en el año 2023 una clínica promedio atendió 12,882 pacientes, equivalentes a 1074 pacientes por mes y 45 pacientes por día, cantidad de pacientes que llegan a diferentes horas dentro del horario de atención, pero bajo el supuesto que si en algún momento se encuentren todos dentro de la clínica, junto al personal de trabajadores, no llegan a cubrir el aforo asignado en la Inspección Técnica de Defensa Civil de la clínica que para el caso de las tres clínicas en estudio va de 80 a 180 personas.

Como se mencionó en el Capítulo IV- Diagnostico de la Situación Actual, se determinó en un estudio de tiempos que, del tiempo total del examen médico ocupacional, el 42.15% corresponde a tiempos de espera de los pacientes para ser atendidos.

En primer lugar, de acuerdo con los datos expuestos, de los 12,882 pacientes que fueron atendidos en el año 2023, se asume que es posible disminuir el tiempo del examen medico ocupacional en base a lo propuesto:

- Implementación de algoritmos de asignación y filosofía Lean Healthcare, en base a la simulación realizada se espera un ordenamiento en el flujo del proceso, optimización de proceso. Cuantitativamente se evidencio una disminución del 24.90 % del tiempo total de la evaluación medico ocupacional, y aumento de 18.03% pacientes por día. Se considera la reducción del 24.90% del porcentaje correspondiente al tiempo del examen y al aumento de 18.03% de pacientes con lo que es posible ampliar la atención en 15,207 pacientes por año, equivalentes a 1267 por mes y al rededor 53 pacientes por día; con los mismos recursos de instalaciones, personal y equipos. Dependerá de las áreas de marketing y administración conseguir ese número adicional de 2326 pacientes.

Tabla 25*Cálculo de pacientes posibles de atender con reducción de tiempo de examen*

	2023	Propuesta de implementación (+18.03% pacientes)
Promedio de atención al año	12,882 pacientes	15,208 pacientes
Promedio de atención al mes (12 meses)	1,074 pacientes	1,268 pacientes
Promedio de atención al día (24 días laborables)	45 pacientes	53 pacientes

Nota. Cálculo de pacientes equivalentes de acuerdo a propuesta. Elaboración propia 2025.

- En segundo lugar, se determina el costo promedio de los exámenes médicos de las clínicas Oxford Medical y San Gabriel, los costos de estos van desde los S/120.00 soles, hasta los S/180.00; los costos de los exámenes médicos se determinan de acuerdo a su puesto de trabajo y se genera un perfil del trabajador, con estos datos en promedio los exámenes médicos son de S/150.00 soles.

Tabla 26*Precio de los exámenes de acuerdo con el perfil*

Perfil Administrativo	S/.120.00
Perfil Operativo	S/.150.00
Perfil Mina	S/.180.00
Promedio de exámenes	S/.150.00

Nota. Precio promedio de exámenes médicos. Elaboración Propia

- En tercer lugar, de acuerdo con la propuesta los costos de implementación del modelo entre costos de capacitación, costos de software, costos de asesoría, costos de administración, corresponde el total es de S/16,000.00 soles, para cada clínica que quiera aprovechar del presente estudio.

Con el supuesto de reducir el tiempo total del examen médico ocupacional considerando la ampliación de 2326 pacientes por año, multiplicado por el costo promedio de los exámenes (S/ 150.00), se obtiene un ingreso adicional de S/ 348,900 cantidad que ampliamente supera el costo total de la propuesta equivalente a S/ 16,000. El beneficio anual y otras variables crecerán en la misma proporción. Con estos supuestos se ha construido la tabla 27, en la que se estima la utilidad anual incremental, debido a que se desconoce la utilidad real por ser información muy reservada.

Tabla 27

Estimación del beneficio total

Pacientes que se atendieron 2023	12,882	100% Beneficio
Pacientes que se dejaron de atender	15,208	115.29% Beneficio

Nota. Estimación del Beneficio Anual de una clínica promedio obtenido con la disminución porcentual de tiempos de atención. Elaboración Propia 2025.

En consecuencia, la implementación conjunta a una clínica modelo (que resulta del promedio de las tres clínicas que se analizan), la utilidad puede crecer mínimamente en la en el 15%, dependiendo lógicamente de la proporción de gastos fijos y variables, y de conseguir un mayor número de clientes.

Cabe resaltar que la propuesta adicional de Software de gestión de pacientes, no necesariamente se tendría que implementar, ya que el modelo propuesto ataca la optimización del flujo de pacientes. Siendo el caso, el beneficio aumentaría considerablemente.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.Resultados

- Los principales puntos de mejora que se identificaron de acuerdo con el diagnóstico de situación y las entrevistas realizadas fueron los extensos tiempos de duración de los exámenes médicos ocupacionales, el reproceso de las operaciones, la desorientación de los pacientes y la falta de procesamiento de encuestas de satisfacción.
- La implementación del Lean Healthcare y algoritmos, tuvieron resultados significativos en la estandarización de proceso y la desorientación de los pacientes, ya que se establecieron procedimientos y tiempos de atención que eran problemas que se identificaron en la situación actual del sector.
- Al implementar los algoritmos junto a la estandarización de procesos en la simulación del software arena, se disminuyó el tiempo total de atención de 04:17 horas a 03:13 horas. Esto equivale a la reducción de un 24.90% del tiempo total del proceso de atención de exámenes médicos ocupacionales.
- La propuesta de optimización permite la ampliación de la capacidad operativa en un 18.03% reduciendo el tiempo de demora, cantidad que mínimamente permitirá incrementar los beneficios en el mismo porcentaje.
- El procesamiento de encuestas de satisfacción con el análisis de sentimientos (aprendizaje automático) proceso más de 300 respuestas que se generaron con GPT, demostrando su eficiencia con volúmenes grandes de datos-
- El análisis técnico – económico de la propuesta demostró que, al implementar la propuesta del modelo de optimización de operaciones del servicio, se obtendrá un beneficio total de alrededor del 15%.
- Dos expertos en los temas de salud ocupacional (01 ingeniero SIG y 01 administradora) validan la propuesta de implementación.

6.2. Conclusiones

- Se elaboró un modelo de optimización de las operaciones de servicio para clínicas ocupacionales que se encuentran acreditadas y en proceso de acreditación por la GERESA (Gerencia de Salud de Arequipa) basándose en el Lean Healthcare (Reportes A3), algoritmos (Algoritmos de asignación) y modelos de aprendizaje automático (Dirigidos en la capacitación del personal y el mantenimiento de equipos).
- De acuerdo con la investigación realizada sobre la metodología Lean Healthcare, se investigó que se centra en la eficiencia, calidad y satisfacción del paciente en el sector de la salud; utilizando herramientas de la filosofía Lean, para identificar y eliminar desperdicios con el fin de optimizar sus procesos. Del mismo modo, se investigó la metodología de implementación de algoritmos, relacionados a los problemas que se puedan identificar en el sector salud. También, se indago sobre el aprendizaje automático, tipos de aprendizaje automático, y como es su metodología de implementación.
- En relación a la situación actual de las operaciones de servicio en las clínicas ocupacionales se determinó que en Arequipa, hasta junio del 2024 según la Gerencia Regional de Salud (GERESA) existen 18 clínicas acreditadas y 05 en proceso de acreditación; la evaluación del examen médico ocupacional es de acuerdo al perfil laboral (puesto de trabajo) y tiene que pasar por diferentes consultorios: Triage, Espirometría, Audiometría, Medicina, Oftalmología, Toma de muestras, Psicosenométrico, Rayos X y Psicología. Una vez completado el examen médico ocupacional el trabajador obtiene una aptitud laboral (apto, no apto, apto con restricciones, y observado). Así mismo se logró definir tres problemas importantes gracias a los datos cuantitativos y al desarrollo de entrevistas semiestructuradas, los problemas en mención son: Gestión de los procesos, tiempos de espera y reprocesos de exámenes médicos.
- Se identificaron los desperdicios por medio de guías de observación y entrevistas dirigidas al personal operativo, se identificó que existían tiempos de largos extensos de EMO, estos representaban el 42,27% del tiempo total del examen ocupacional; se identificaron también dentro de las operaciones del servicio desperdicios como: movimientos innecesarios de los pacientes por la desorientación al pasar su examen médico, reprocesos de algunas actividades por la falla de equipos, inexperiencia de trabajadores para ejecutar pruebas y errores administrativos.

- Para desarrollar la metodología del modelo de optimización en clínicas que se encuentren acreditadas por la Gerencia Regional de Salud (GERESA) se propone la ejecución de 3 ejes:
 - Pre Operativo: Consiste en el compromiso de la alta dirección y la propuesta de un cronograma de implementación junto a una inducción e introducción del Lean Healthcare, algoritmos y aprendizaje automático que será dirigido a todos los trabajadores de la empresa.
 - Operativo: Se propone el paso a paso de las herramientas de optimización; Lean Healthcare, la metodología del Reporte A-3, Algoritmos, la propuesta de implementación de algoritmos de asignación y una simulación en el software Arena.
 - Post Operativo: A través del procesamiento de las encuestas de satisfacción con aprendizaje automático.

El modelo de optimización propuesto tuvo incidencia en factores como la calidad de las operaciones del servicio, procesamiento de encuestas de satisfacción de los pacientes, tiempo de examen del examen médico ocupacional, disminución de los desperdicios y un flujo continuo de todas las operaciones. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se realizó un análisis técnico – económico de la propuesta del modelo, donde aplicando el modelo propuesto se tendrá un cumplimiento del 91.13% de los problemas que se identificaron en diferentes clínicas ocupacionales.

- Se llevó a cabo una propuesta de inversión económica enfocada en la capacitación del personal en (Metodología Lean, algoritmos y aprendiza automático), Software y asesoría externa; en la búsqueda de mejorar la operación de servicios y la satisfacción de los pacientes. La inversión total fue de S/. 16,000.00.
- La simulación en el software arena demostró cuantitativamente la eficiencia del modelo propuesto optimizando tiempos de espera (disminuye en 19.71%), tiempos efectivos del servicio (disminuye en 20.71%) y tiempo total del EMO (disminuye en 24.90%).
- La utilización del aprendizaje automático (análisis de sentimientos) para el procesamiento de encuestas de satisfacción es viable para procesar la satisfacción de los pacientes

6.3. Recomendaciones

- Para implementar el modelo de optimización de operación de servicios es crucial contar con el interés y compromiso de las jefaturas y/o altas gerencia; ya que son quienes aprueban el presupuesto necesario para ejecutar las propuestas del modelo, del mismo modo son los encargados de incentivar y motivar al personal a participar en la implementación de las mejoras.
- Implementar las herramientas de la metodología Lean Healthcare para la gestión de calidad en todos los establecimientos de salud (Hospitales, Clínicas ocupacionales, Puestos de salud, Postas, etc.) con el objetivo de mejorar los procesos, reducir las mudas y aumentar la satisfacción de los pacientes. Asimismo, promover el liderazgo y responsabilidad en todos los niveles de la organización.
- La adopción del aprendizaje automático en clínicas ocupacionales es importante para la optimización de la calidad y eficiencia de los servicios; esta tecnología puede analizar grandes volúmenes de datos de manera rápida y precisa con el fin de automatizar tareas administrativas y de rutina.
- Los establecimientos de salud deben implementar los algoritmos de asignación para mejorar la gestión de recursos y la eficiencia operativa. Estos algoritmos se pueden utilizar para asignación de citas, personal, pacientes y equipos, asegurando que los recursos que se utilicen de manera efectiva y que los pacientes tengan la mejor experiencia de servicio.
- Se recomienda que la propuesta del procesamiento de las encuestas de satisfacción se replique en todas las clínicas de salud ocupacional, para que la Dirección de Salud de Arequipa (DIRESA) monitoree el servicio brindado de estas clínicas con fines de realizar inspecciones inopinadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggarwal, C. C. (2018). *Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo*. Springer.
- Álvarez Vega, M., Quirós Mora, L. M., & Cortés Badilla, M. V. (2020). Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina. *Revista Médica Sinergia*, Vol 5 (8).
- Aracena, C., Villena, F., Arias, F., & Dunstan, J. (2022). Aplicaciones de aprendizaje automático en salud. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 568-575.
- Bermejo Escobar, D. Y., & Vizcarra Aguilar, G. W. (2020). *Modelo basado en aprendizaje profundo para el análisis de sentimiento de tuits en español*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Bhavitha, B., Rodríguez, A., & Chiplunk, N. N. (2017). Estudio comparativo de técnicas de aprendizaje automático en análisis sentimental. *Conferencia Internacional sobre Comunicación Inventiva y Tecnologías Computacionales (ICICCT)*, 216-221.
- Bishop, C. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Nueva York: Springer NY.
- Cañedo Cornejo, Á. A. (2022). *Implementación de Lean Healthcare para mejorar la calidad en el servicio del área de atención del hospital Santa María del Socorro*. Ica: Universidad Cesar Vallejo.
- Choy, G., Khalilzadeh, O., Michalski, M., Pinykh, O., Brink, J., & Dreyer, K. (2018). Current Applications and Future Impact of Machine Learning in Radiology. *Radiology*, 288(2):318-328.
- Conexión Esan. (2018). *Los beneficios del Lean Healthcare en hospitales*. Conexión Esan.
- Conexión Esan. (2022). *El Lean Healthcare y las nuevas tecnologías sanitarias*. Conexión Esan.
- Dave, P. Y. (2020). La historia del Lean Manufacturing desde el punto de vista de Ford-Toyota. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 11, Issue 8.
- Dennis, P. (2008). *Produção Lean Simplificada*. Janeiro: Bookman.
- Díaz Aleman, R. E. (2019). *Propuesta de optimización del proceso operativo en un policlinico ocupacional Arequipa 2018*. Arequipa: Universidad Continental.
- Donavedian, A. (1986). La investigación sobre la calidad de la atención medica. *Salud Publica Mexico*, 324-327.
- Drotz, E., & Bozena, P. (2014). Lean en atención médica desde la perspectiva de los empleados. *J Health Organ Management*, 28(2):177-95.
- Espinoza Portilla, E., Gil Quevedo, W., & Agurto Tavera, E. (2020). Principales problemas en la gestión de establecimientos de salud en el Peru. *Revista Cubana de Salud Pública*, 46(4):e2146.

- Febres, R., & Mercado, R. (2020). Satisfacción del usuario y calidad de atención del servicio de medicina interna del Hospital Daniel Alcides Carrión. Huancayo - Perú. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 20(3), 397-403.
- Fontcuberta, C. (2015). *Lean Healthcare*. Comtec.
- Galvez Alayo, L. F., & Palacios Cerna, O. F. (2022). *Diseño de una herramienta de mejora continua basado en Lean Healthcare para mejorar la gestión por procesos del Hospital Víctor Lazarte Echeagaray*. Trujillo: Repositorio de la Universidad Privada del Norte.
- Gerencia Regional de Salud. (Julio de 2023). *susaludarequipa*. Obtenido de https://saludarequipa.gob.pe/wp/wp-content/uploads/2023/08/empresas_acreditadas_julio_2023.pdf
- Gomero Cuadra, R., Zeballos Enriquez, C., & Llap Yesan, C. (2006). Medicina del Trabajo, Medicina Ocupacional y del Medio Ambiente y Salud Ocupacional. *Revista Medica Herediana*, 105-108.
- Gómez, R. (2021). *Implantación de la metodología Lean con el modelo de acreditación catalán y su aplicación en el sector sanitario*. Escola de Doctorat.
- Gui, C., & Chan, V. (2017). Machine learning in medicine. *UWOMJ Healthcare Systems*, Vol. 86 No. 2 .
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* . Editorial Mc Graw Hill Education.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1996). LSTM puede Resolver Problemas Duros de Retraso de Tiempo Largo. *Avances en los Sistemas de Procesamiento de Información Neural 9 (NIPS 1996)*, Vol 9.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). Usuarios esperan más de una hora para ser atendidos en un establecimiento de salud. *Oficina Técnica de Difusión INEI*.
- López Castro, L. A. (2021). *Revisión literaria y análisis del impacto en el desempeño organizacional al aplicar lean healthcare en los últimos 10 años*. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Lorenzo Martinez, S., Mira Solves, J., & Moracho del Rio, O. (2018). *La gestión por procesos en instituciones sanitarias*. Gest Clinica.
- McClain, J. (1976). Bed Planning Using Queuing Theory Models of Hospital Occupancy: A Sensitivity Analysis. *Inquiry*, 167-176 .
- Michalski, R., Carbonell, J., & Mitchell, T. (1984). *Aprendizaje automático Un enfoque de inteligencia artificial*. Morgan Kaufmann 1er edicion.
- Minaya, J. D. (2022). *Propuesta de mejora para incrementar la satisfacción del paciente del Policlínico Divino Niño mediante la metodología Lean Healthcare*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

- Ministerio de Salud MINSA. (2010). *Manual en Salud Ocupacional*. MINSA.
- Ministerio de Salud, D. G. (2011). *Plan Nacional de Fortalecimiento del Primer Nivel de Atención 2011-2021*. Lima.
- Moreno, A., Armengol, E., Béjar, J., & Belanche, L. (1994). *Aprendizaje Automatico*. Edicions UPC.
- Moreno-Garcia, M. N., Nhan Cach, D., & De la Pietra, F. (2020). Análisis de Sentimiento Basado en el Aprendizaje Profundo: Un Estudio Comparativo. *Electronics*, 9(3), 483.
- Morrow, E., Robert, G., & Maben, J. (2014). Explorando la naturaleza y el impacto del liderazgo en la implementación local de Lean Healthcare Liberando el tiempo para cuidar. *J Health Organ Management*, 28(2):154-76.
- Mueller, J., & Massaron, L. (2016). *Machine Learning For Dummies*. New Jersey: For Dummies; 1er edición.
- Muñoz, I. (2010). *Aplicación de la metodología de Dirección de Proyectos para la implantación de LEAN en el sector sanitario*. Universidad Calahorra.
- Nosek, R., & Wilson, J. (2001). Queuing Theory and Customer Satisfaction: A Review of Terminology, Trends, and Applications to Pharmacy Practice. *Hospital Pharmacy*, 36, 275-279.
- Paredes Mujica, M. (2019). *Rediseño de Procesos y su relación con la productividad del centro médico Medical Arequipa S.A.C*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Prado Prado, J. C., Garcia Arca, J., & Fernandez Gonzalez, A. (2020). Aumento de la competitividad a través de la implementación de Lean Management en el cuidado de la salud. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14).
- Ramirez Adrianzen, D. A., & Riquelme Huayanay, L. R. (2021). *Propuesta de mejora del servicio de hemodiálisis en base al modelo Lean Healthcare. Caso Centro de Diálisis Nefro Continente SAC*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rivera, L. (2013). *Justificación conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing*. Univalle.
- Rodriguez Moreno, A. (2019). *Implementación de Lean Healthcare: aplicado a la cadena de suministro en el sector hospitalario*. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú.
- Ruangkanokmas, P., Tiranee, A., & Akkarajitsakul, K. (2016). Redes de Creencias Profundas con Selección de Características para Clasificación de Sentimientos. *7a Conferencia Internacional sobre Sistemas Inteligentes, Modelado y Simulación (SGSI)*, 9-14.
- Ryszard S. Michalski, J. G. (2013). Aprendizaje automático: Un enfoque de inteligencia artificial. *Springer Science & Business Media*, 3-23.
- S Al-Balushi, A. S. (2014). Factores de preparación para la implementación lean en entornos de atención médica: Una revisión de la literatura. *Journal of Health Organization and Management*, Vol. 28 No. 2, pp. 135-153.

- Salas-Zárate, M. d., Medina-Moreira, J., Lagos, K., & Valencia-García, R. (2017). Análisis de Sentimiento en Tweets sobre Diabetes: Un Enfoque de Nivel de Aspecto. *Métodos Computacionales y Matemáticos en Medicina*.
- Salud, O. P. (19 de Junio de 2009). *Salud de los Trabajadores: Recursos*. Obtenido de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=1527:workers-health-resources&Itemid=1349&showall=1&lang=es#gsc.tab=0
- Saludbydiaz. (2021). Gestión y Economía de la Salud. *Destacado*. Obtenido de <https://saludbydiaz.com/2021/12/13/que-es-lean-healthcare/>
- Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, :51-71. Obtenido de <http://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1825>
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Definición y desarrollo de medidas de producción ajustada. *Journal of Operations Management*, Vol. 25: 785 - 805.
- Socher, R., Chiung-Yu Lin, C., & D. Manning, C. (2011). Analizar escenas naturales y lenguaje natural con redes neuronales recursivas. *In Proceedings of the 28th International Conference on Machine Learning (ICML-11)*, 129-136.
- Tamayo Abanto, J., & Sauñe Huaman, B. A. (2024). Soluciones de TI basadas en machine learning aplicables a problemas del sistema de salud peruano. *BIOTECH AND ENGINEERING*, 4(1).
- Tucker, A., Heisler, W., & Janisse, L. (2013). Factores organizacionales que contribuyen a fallas operativas en hospitales. *Harvard Business School Working Paper*, No. 14-023.
- Vaswani, A., Shazzer, N., Parmar, N., Jones, L., & Gomez, A. (2017). Attention Is All Your Need. *Advances in neural information processing systems*, 30.
- Verde, L. (2006). Análisis de colas en el sector sanitario. *Serie internacional sobre investigación de operaciones y ciencias de la gestión*, 281–307.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1993). La máquina que cambió el mundo. *Revista Economic Apl*, 319-322. Obtenido de <http://www.revecap.com/revista/numeros/03/pdf/fernandez.pdf>
- Worthington, D. (1991). Modelos de gestión de listas de espera hospitalarias. *La revista de la sociedad de investigación operativa*, 833-843.
- Zambrano Cancañón, C. E., Lao Leon, Y., & Moreno Pino, M. (2019). El pensamiento lean desde la manufactura hasta la salud: una revisión de la literatura. *Universidad de Holguín*, 876-894.
- Zarate Mendoza, R. G. (2023). Algoritmos genéticos en la Gestión de Asignación de Servicios de Enfermería en un Centro de Salud. Lima.
- Zhang, L., Wang, S., & Bing, L. (2018). Aprendizaje profundo para el análisis de sentimientos: Una encuesta. *Revisiónes interdisciplinarias de Wiley: minería de datos y descubrimiento de conocimiento*, 8(4), e1253.

ANEXOS

Anexo 01.

Guía de entrevista para pacientes

GUIA DE ENTREVISTA-PACIENTE

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La presente guía de entrevista a realizarse es para poder contribuir con la tesis del alumno Bruno Enmanuel Galdos Pare para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo, dicha tesis se titula “DISEÑO DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE SERVICIOS PARA CLÍNICAS OCUPACIONALES BASADO EN EL LEAN HEALTHCARE, ALGORITMOS Y MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO. Por ello, toda la información brindada será solo de **USO ACADEMICO**.

OBJETIVO

Conocer la situación actual de la operación de servicios en clínicas ocupacionales para proponer cambios o mejoras que permita mejorar el servicio brindado.

Dirigido: Pacientes que finalizaron su examen médico ocupacional (EMO)

Tiempo: 10 minutos

DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: _____

Puesto/Área: _____

Fecha de entrevista: _____

PREGUNTAS

1. *¿Cuáles son los problemas del servicio brindado que actualmente percibe en la clínica ocupacional?*
2. *¿Considera usted que la infraestructura y la disposición de consultorios facilita el recorrido de su examen médico?*
3. *¿Cree usted que el tiempo total de duración de su Examen médico ocupacional fue adecuado? ¿Por qué?*
4. *¿El personal que lo evaluó durante su examen médico ocupacional cumplió con sus expectativas de atención? Si la respuesta es no, indicar ¿Por qué?*

Anexo 02.

Guía de entrevista para personal operativo

GUIA DE ENTREVISTA- PERSONAL OPERATIVO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La presente guía de entrevista a realizarse es para poder contribuir con la tesis del alumno Bruno Enmanuel Galdos Pare para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo, dicha tesis se titula “DISEÑO DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE SERVICIOS PARA CLÍNICAS OCUPACIONALES BASADO EN EL LEAN HEALTHCARE, ALGORITMOS Y MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO. Por ello, toda la información brindada será solo de **USO ACADEMICO**.

OBJETIVO

Conocer la situación actual de la operación de servicios en clínicas ocupacionales para proponer cambios o mejoras que permita mejorar el servicio brindado.

Dirigido: Personal Operativo, Jefaturas Operativas/Administrativas

Tiempo: Entre 15 a 20 minutos

DATOS GENERALES

Nombres y Apellidos: _____

Puesto/Área/Experiencia: _____

Fecha de entrevista: _____

PREGUNTAS

1. *¿Actualmente los procesos están definidos para la ejecución de los servicios que se brindan en la clínica ocupacional?*

2. *Según usted, ¿Cuáles son los problemas del servicio brindado que actualmente percibe en la clínica ocupacional?*

3. *¿Cree que se debería mejorar la experiencia y la satisfacción del cliente? ¿Por qué?*

4. *¿Se cuentan con los recursos necesarios para brindar el servicio (Infraestructura-Equipo médico-Personal)*

5. *¿Qué área/servicio de la clínica ocupacional presenta mayores problemas según su perspectiva? ¿Por qué*

Anexo 03

Encuestas de Satisfacción de empresas


ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

1 MUY MALO	2 MALO	3 REGULAR	4 BUENO	5 MUY BUENO
----------------------	------------------	---------------------	-------------------	-----------------------

2024-02-26	DNI	Clinica
------------	-----	---------

N°	Califique las siguientes características del 1 al 5*	Puntaje
1	Limpieza y comodidad de las instalaciones	<input type="text" value="0"/>
2	Existen medidas de protección suficientes para la protección de la salud: uso de equipo de protección, alcohol-gel en todas las áreas, constante y adecuada higiene de manos.	<input type="text" value="0"/>
3	El personal responsable de atenderlo(a) cumplió con sus expectativas, demostró dominio del tema consultado y lo(a) trató con respeto y amabilidad. En caso no haya sido así, indicarlo en la pregunta N° 8.	<input type="text" value="0"/>
4	La experiencia durante su visita resultó satisfactoria.	<input type="text" value="0"/>
5	El tiempo de duración del Examen Médico Ocupacional fue el correcto.	<input type="text" value="0"/>
6	El personal fue abierto a responder sus preguntas y preocupaciones.	<input type="text" value="0"/>

	Adicionalmente, responda las siguientes preguntas	
7	Indiquenos el/los nombres de las personas que excedieron sus expectativas de servicio.	
	<div>Respuesta Opcional</div> <div><input type="text"/></div> <div>0/250</div>	
8	Indiquenos si tiene alguna observación o sugerencia adicional.	
	<div>Respuesta Opcional</div> <div><input type="text"/></div> <div>0/250</div>	

	ENCUESTA DE CALIDAD DE ATENCIÓN Y SERVICIO	Código: ENC-CAL-002
		Version 02
		Revisado: 08/03/2023
		Página 1 de 1
Nombres y Apellidos		
Empresa/Contrata		
Fecha		

Nota: Sus datos se manejarán con estricta confidencialidad, y sólo se utilizarán para control interno. ¡Gracias por su tiempo!

Su opinión es valiosa para nosotros, es por ello que requerimos marque con una "X" en el recuadro según corresponda a cada área visitada, con el fin de mejorar continuamente nuestros procesos internos deseamos conocer su opinión sobre su experiencia.

Área	ITEM	CALIFIQUE AQUÍ: Escala de			
		Malo(1)	Regular(2)	Bueno(3)	Muy Bueno(4)
I. Admisión	1. ¿El trato del personal fue considerado y amable.?				
	2. ¿Le explicaron adecuadamente qué formatos debe llenar y firmar?				
II. Triage	3. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante el triaje?				
III. Medicina/ Musculo-esquelético	4. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la Consulta Médica?				
IV. Laboratorio	4. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la toma de los exámenes?				
V. Rayos X	5. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la toma de Rayos X?				
VI. Oftalmología	6. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la consulta Oftalmológica?				
VII. Psicología	7. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la entrevista Psicológica?				
VIII. Audiometría	8. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la toma de la Audiometría?				
IX. Espirometría	9. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la toma de la Espirometría?				
X. Odontología	10. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la atención Odontológica?				
XI. Psicosensométrico	11. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante el examen Psicosensométrico?				
XII. Cardiología (EKG)	12. ¿Cómo calificaría la atención del personal durante la toma del Electrocardiograma?				
XIII. Apreciación General	13. ¿Con respecto al Tiempo de espera para la atención?				
	14. ¿Con respecto a la Limpieza en general?				
	15. ¿Cómo califica su visita en Oxford Medical Group?				

Observaciones adicionales, detallarlas aquí:

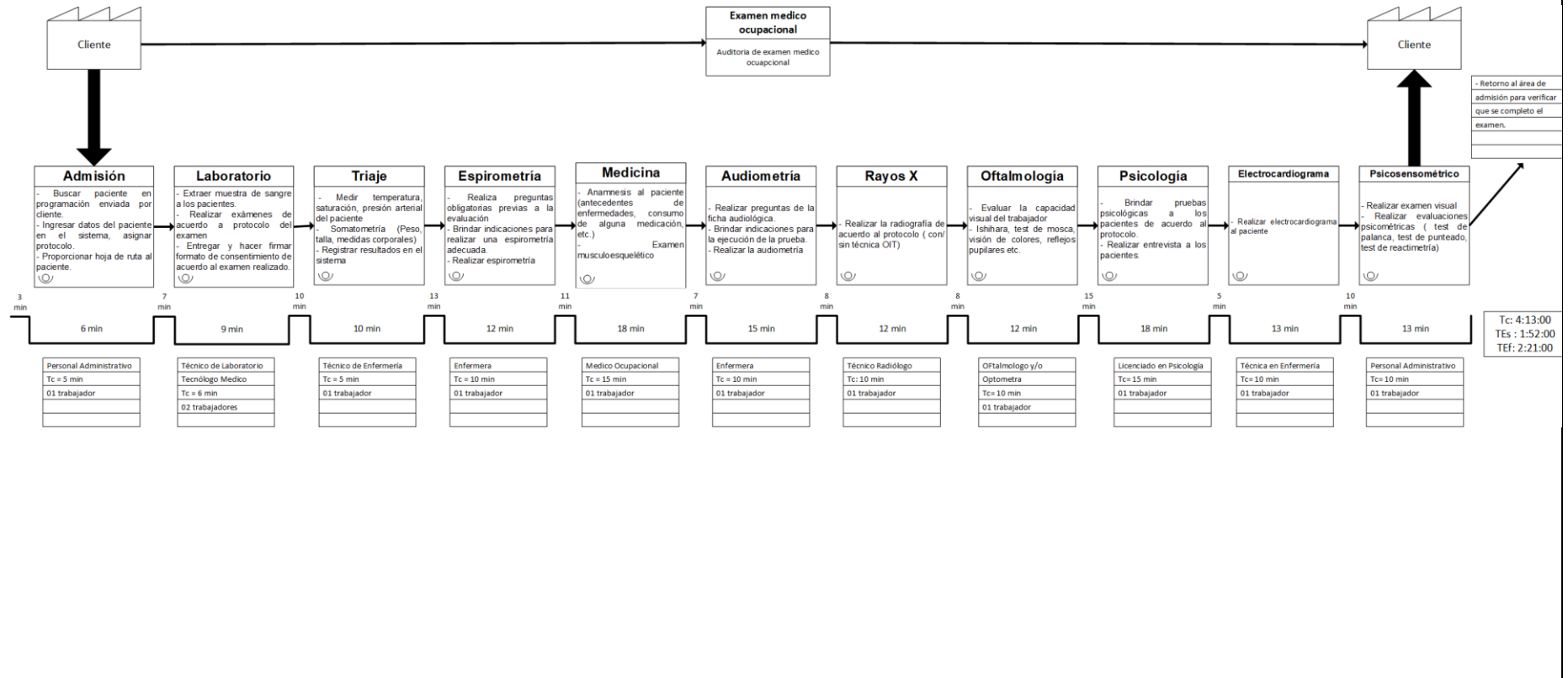
Agradecemos su colaboración

Anexo 04. Lean Healthcare

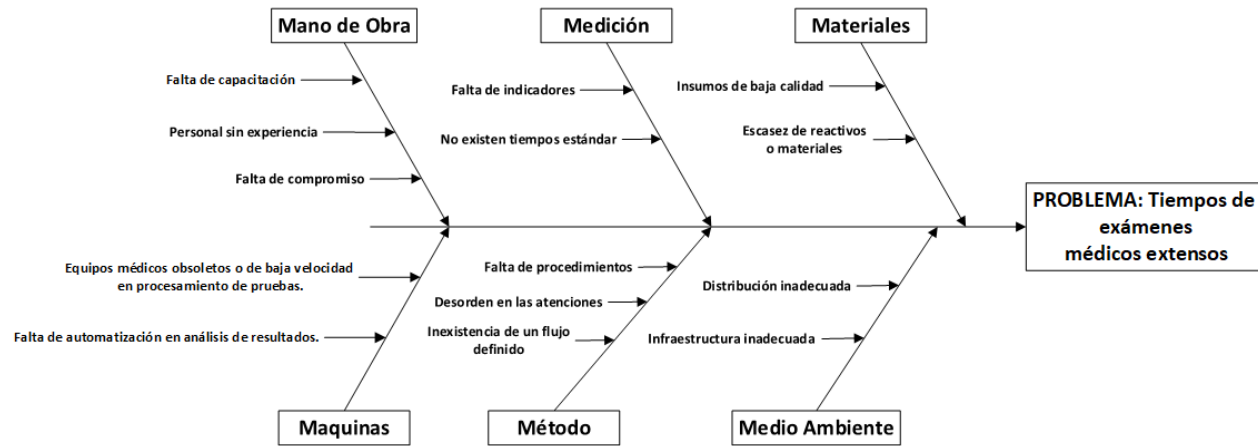
TITULO: PROPUESTA DE MODELO PARA OPTIMIZAR LOS TIEMPOS EXTENSOS EN LA OPERACIONES DE LOS EXAMENES MEDICO OCUPACIONALES

1. **Contexto (Definición del Problema):** Se identifico que el tiempo de espera durante los exámenes médicos ocupacionales, es muy largo y de acuerdo a lo investigado, las esperas representan el 42.27% del tiempo promedio total del examen médico.

2. **Situación Actual:**



3. Análisis Causa y Efecto: Diagrama 6M



4. Definición de Objetivos

- Alcanzar un indicador de satisfacción de pacientes en las encuestas mayor al 75%.
- Reducir el tiempo del examen médico ocupacional en un 20%

5. Propuesta de Mejora

Problema: Tiempos extensos de los exámenes médicos ocupacionales					
Matriz de Priorización de Holmes	Elaboración y estandarización de procesos	Usar tecnología y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.	Capacitación en uso de equipos / Mantenimiento de equipos	Total	Orden
Elaboración y estandarización de procesos		1	1	2	1
Uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso.	0		0	0	3
Capacitación al personal / Mantenimiento de equipos	0	1		1	2

6. Definir Plan de acción

Solución	Contramedida	Responsable	Orden
Elaboración y estandarización de procesos	Implementación de procedimientos con difusión a los responsables.	Todas las áreas, Gerencia	1
Capacitación al personal y Mantenimiento de equipos	Propuesta de capacitaciones y programa de mantenimiento	Operaciones	2
Uso de tecnologías y automatización para reducir tareas manuales y acelerar el proceso	Contratación de sistemas informáticos.	Gerencia	3

Anexo 05. Validación de expertos (Primer experto)

**VALIDACIÓN DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE
SERVICIOS PARA CLÍNICAS OCUPACIONALES BASADO EN EL LEAN
HEALTHCARE, ALGORITMOS Y MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO**

INSTRUCCIONES:

Marque en la **CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL MODELO PROPUESTO** la casilla correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada criterio según la calificación que a continuación se detallan.

Calificación: 1= No cumple, 2= Cumple regularmente, 3=Cumple aceptablemente, 4= Cumple totalmente

Los criterios a evaluar son: Validez de contenido, Criterio metodológico, Aplicabilidad en el sector, Claridad y precisión del modelo, Resolución del problema. En la casilla de observaciones y/o sugerencias puede sugerir el cambio que corresponda.

Criterios	Descripción	Indicadores
Validez de Contenido	El modelo propuesto cubre adecuadamente todos los aspectos de la operación de servicios en clínicas ocupacionales.	1=El modelo no tiene el contenido suficiente para medir la dimensión. 2=El modelo mide algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden a la dimensión total. 3=Se deben incrementar algún contenido para poder asegurar la implementación. 4=El contenido es suficiente.
Criterio Metodológico	El modelo propuesto asegura que la implementación se lleve a cabo de manera sistemática, coherente y válida, siguiendo la metodología descrita.	1=El modelo no cumple un orden coherente y sistemático para su implementación. 2=La metodología asegura parcialmente su implementación. 3=El modelo requiere mejoras para asegurar su implementación. 4=El modelo presenta un criterio metodológico adecuado para su implementación.
Aplicabilidad en el sector	El modelo propuesto tiene relevancia con la realidad en el sector salud de las clínicas ocupacionales.	1=El modelo no tiene relación lógica con el sector. 2=El modelo tiene una relación tangencial con el sector salud. 3=El modelo tiene una relación moderada con el sector. 4=El modelo se encuentra completamente relacionado con la realidad de las clínicas ocupacionales.
Claridad y precisión del modelo	El modelo propuesto se comprende fácilmente, es claro para su implementación.	1=El modelo no está claro. 2=El modelo requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande para su aplicación. 3=Se requiere una modificación muy específica para optimizar las operaciones de servicio. 4=El modelo es claro y se entiende fácilmente para su aplicación.
Resolución de la problemática	El modelo propuesto resuelve la problemática de manera eficiente.	1= El modelo no resuelve la problemática. 2= El modelo cumple regularmente la problemática identificada. 3= El modelo resuelve el problema. 4= El modelo resuelve la problemática identificada de manera eficiente.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL MODELO PROPUESTO

El que suscribe, Erika Brenda Zingara Pacheco, identificado con DNI N° 72639095, con cargo Administradora, en la institución o empresa CENTRO MEDICO MONTE CARMELO S.A.C. hago constar que he revisado y dado el juicio del modelo de optimización diseñado por el bachiller: **BRUNO ENMANUEL GALDOS PARE**, para su validación a fin de ser aplicado en la investigación titulada: **DISEÑO DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACION DE SERVICIOS PARA CLINICAS OCUPACIONALES BASADO EN EL LEAN HEALTHCARE, ALGORITMOS Y MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puede evaluar según los criterios establecidos y formular algunas apreciaciones.

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4		
Contenido				x	El contenido se entendió	
Criterio Metodológico				x	El criterio metodológico está claro según la metodología lean healthcare, modelos de aprendizaje y los algoritmos	
Aplicabilidad en el sector				x	Se puede aplicar en Centro Médico Montecarmelo	
Claridad y precisión				x	El modelo es claro y preciso	
Resolución de la problemática				x	El modelo optimiza la actual problemática en el Centro Médico Montecarmelo.	Se sugiere su implementación
TOTAL	20					

Puntuación

De 4 a 11: No válida, reformular

De 12 a 14: No válido, modificar

De 15 a 17: Válido, mejorar

De 18 a 20: Válido, aplicar

En Arequipa, a los 04 días del mes de diciembre del 2024



Brenda Zingara Pacheco
 ADMINISTRADORA
 CENTRO MEDICO MONTE CARMELO S.A.C.

**VALIDACIÓN DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE
SERVICIOS PARA CLÍNICAS OCUPACIONALES BASADO EN EL LEAN
HEALTHCARE, ALGORITMOS Y MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO**

INSTRUCCIONES:

Marque en la **CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL MODELO PROPUESTO** la casilla correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada criterio según la calificación que a continuación se detallan.

Calificación: 1= No cumple, 2= Cumple regularmente, 3=Cumple aceptablemente, 4= Cumple totalmente

Los criterios a evaluar son: Validez de contenido, Criterio metodológico, Aplicabilidad en el sector, Claridad y precisión del modelo, Resolución del problema. En la casilla de observaciones y/o sugerencias puede sugerir el cambio que corresponda.

Criterios	Descripción	Indicadores
Validez de Contenido	El modelo propuesto cubre adecuadamente todos los aspectos de la operación de servicios en clínicas ocupacionales.	1=El modelo no tiene el contenido suficiente para medir la dimensión. 2=El modelo mide algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden a la dimensión total. 3=Se deben incrementar algún contenido para poder asegurar la implementación. 4=El contenido es suficiente.
Criterio Metodológico	El modelo propuesto asegura que la implementación se lleve a cabo de manera sistemática, coherente y válida, siguiendo la metodología descrita.	1=El modelo no cumple un orden coherente y sistemático para su implementación. 2=La metodología asegura parcialmente su implementación. 3=El modelo requiere mejoras para asegurar su implementación. 4=El modelo presenta un criterio metodológico adecuado para su implementación.
Aplicabilidad en el sector	El modelo propuesto tiene relevancia con la realidad en el sector salud de las clínicas ocupacionales.	1=El modelo no tiene relación lógica con el sector. 2=El modelo tiene una relación tangencial con el sector salud. 3=El modelo tiene una relación moderada con el sector. 4=El modelo se encuentra completamente relacionado con la realidad de las clínicas ocupacionales.
Claridad y precisión del modelo	El modelo propuesto se comprende fácilmente, es claro para su implementación.	1=El modelo no está claro. 2=El modelo requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande para su aplicación. 3=Se requiere una modificación muy específica para optimizar las operaciones de servicio. 4=El modelo es claro y se entiende fácilmente para su aplicación.
Resolución de la problemática	El modelo propuesto resuelve la problemática de manera eficiente.	1= El modelo no resuelve la problemática. 2= El modelo cumple regularmente la problemática identificada. 3= El modelo resuelve el problema. 4= El modelo resuelve la problemática identificada de manera eficiente.

Anexo 7. Validación de expertos (Segundo experto)

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL MODELO PROPUESTO

El que suscribe, **Mike M. López Fernández**, identificado con DNI N° 40736594, con cargo **COORDINADOR SIG**, en la institución o empresa **SALUD OCUPACIONAL INTEGRAL SAN GABRIEL S.A.C.** hago constar que he revisado y dado el juicio del modelo de optimización diseñado por el bachiller: **BRUNO ENMANUEL GALDOS PARE**, para su validación a fin de ser aplicado en la investigación titulada: **DISEÑO DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE SERVICIOS PARA CLÍNICAS OCUPACIONALES BASADO EN EL LEAN HEALTHCARE, ALGORITMOS Y MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.**

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puede evaluar según los criterios establecidos y formular algunas apreciaciones.

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4		
Contenido			X		El contenido de la investigación es bueno.	
Criterio Metodológico				X	El criterio metodológico de la investigación es extensible.	
Aplicabilidad en el sector				X	La investigación es aplicable al sector salud en clínicas ocupacionales.	
Claridad y precisión				X	La investigación es clara y precisa.	
Resolución de la problemática				X	La investigación resuelve los problemas identificados en el contenido	Podría aplicarse en sistemas de salud I3.
TOTAL				19		

Puntuación

De 4 a 11: No válida, reformular

De 12 a 14: No válido, modificar

De 15 a 17: Válido, mejorar

De 18 a 20: Válido, aplicar

En Arequipa, a los 29 días del mes de noviembre del 2024.



Ing. Mike M. López Fernández
CIP: 148212

Ing. Mike M. López Fernández