

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR SALUD
QUE BRINDA EL SERVICIO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTORA:

Daniela Elizabeth Diaz Aliaga

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Juan Diego Guerra Vargas

ASESOR:

José Alan Rau Alvarez

Lima, Mayo, 2024

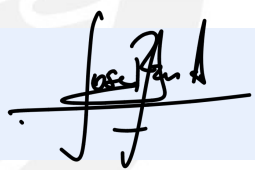
Informe de Similitud

Yo, JOSÉ ALAN, RAU ALVAREZ, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada(o) ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR SALUD QUE BRINDA EL SERVICIO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES, de los autores Daniela Elizabeth, Diaz Aliaga y Juan Diego, Guerra Vargas, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 16/02/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

LIMA, SAN MIGUEL, 5 de mayo de 2024.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>RAU ALVAREZ, JOSÉ ALAN</u>	
DNI: 07602255	Firma 
ORCID: 0000-0003-0928-3994	

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se efectúa en una empresa peruana que brinda servicios de diagnóstico por imágenes, con la finalidad de proponer mejoras que permitan incrementar la calidad del servicio al cliente.

Dado que, la empresa tiene pocos años en el mercado y el contexto de pandemia ha incrementado significativamente el número de clientes, es vital organizar sus procesos en los dos servicios que se brindan.

Los conceptos y herramientas que han sido utilizados para el fin anteriormente mencionado son: metodología Servqual, Mantenimiento productivo total, 5'S y evaluación de riesgos de seguridad y salud en el trabajo.

Para el desarrollo de este trabajo, en primer lugar, se recogió información sobre el contexto actual de la empresa, tales como la descripción de los servicios brindados, la estructura organizacional y el proceso principal. También, se realizaron tres visitas para conocer las expectativas y percepciones de los clientes en cuanto al servicio que reciben.

En segundo lugar, se identificaron los principales problemas de los servicios brindados y sus causas raíces. A partir de esto, se propusieron 2 mejoras utilizando las herramientas Lean Manufacturing que permitan reducirlos o eliminarlos.

Finalmente, se realizó una evaluación económica que ha permitido conocer cuáles son los beneficios, en términos de dinero, que se lograrían con las mejoras propuestas. A partir de la evaluación se obtuvo un TIR de 27% y un VAN de 16 948.83 soles.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Conceptos técnicos del diagnóstico por imágenes	3
1.1.1 Antecedentes y definición	3
1.1.2 Tipos de imágenes	3
1.1.3 Medidas de bioseguridad	7
1.1.4 Normas de bioseguridad	8
1.1.4.1 Radiografía o rayos x	8
1.1.4.2 Ecografía	8
1.1.4.3 Tomografía computarizada	9
1.1.4.4 Imágenes por resonancia magnética	9
1.2 Conceptos de las herramientas de diagnóstico a utilizar	10
1.2.1 Diagrama de Causa y Efecto	10
1.2.2 Técnica de los 5 porqués	11
1.2.3 SIPOC	11
1.2.4 FODA	12
1.2.5 Modelo SCOR	14
1.2.6 PARETO	15
1.2.7 Modelo Servqual	16
1.3 Método de Pronóstico estacional con tendencia	17
1.4 Lean Manufacturing	18
1.4.1 Principios de Lean Manufacturing	18
1.4.2 Desperdicios de Lean Manufacturing	19
1.5 Herramientas de Lean Manufacturing	19

1.5.1 Jidoka	20
1.5.2 Poka Yoke	20
1.5.3 Kaizen	21
1.5.4 Value Stream Map (VSM)	21
1.5.5 5'S	22
1.5.6 TPM (Total Productive Maintenance)	24
1.5.7 Kanban	24
1.5.8 KPI (Key Performance Indicator)	25
1.6 Lean Healthcare	25
1.7 Seguridad y Salud en el trabajo	26
1.7.1 Seguridad	26
1.7.2 Higiene industrial	26
1.7.3 Ergonomía	27
1.8 Economic Order Quantity (EOQ)	28
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	30
2.1 Misión y visión	30
2.2 Estructura organizacional	30
2.3 Servicios que ofrece la empresa	32
2.4 Principales clientes	34
2.5 Descripción del proceso principal	34
2.6 Cadena de Valor	37
2.7 Gestión de inventarios	38
2.7.1 Modelo de la cadena de abastecimiento	38
2.7.2 Descripción de los recursos que se utilizan	39
CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	41
3.1 Análisis FODA	41
3.2 Justificación de las sedes de estudio	43
3.3 Identificación de problemas y análisis de información	44

3.3.1	Calidad en el servicio de diagnóstico	44
3.3.1.1	Evaluación de satisfacción en el servicio de Rayos X	49
3.3.1.2	Evaluación de satisfacción en el servicio de Ecografía	50
3.4	Identificación de causas críticas del problema	52
3.4.1	Causas críticas en el servicio de Rayos X	52
3.4.2	Causas críticas en el servicio de Ecografía	56
3.5	Conclusiones del diagnóstico	60
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA		61
4.1	Mantenimiento productivo total	61
4.1.1	Cronograma de implementación	61
4.1.2	Pre diagnóstico del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo	62
4.1.3	Mantenimiento predictivo	63
4.1.4	Mantenimiento preventivo	64
4.1.5	Mantenimiento correctivo	67
4.1.6	Impacto de la implementación del mantenimiento	69
4.2	Cantidad Económica de Pedido (EOQ)	70
4.2.1	Fuente de datos	70
4.2.2	Resultados	72
4.2.3	Impacto de la implementación	77
4.3	5'S	79
4.3.1	Cronograma de implementación	79
4.3.2	Implementación de las 5'S	81
4.3.3	Impacto de la implementación	84
4.4	Ergonomía	87
4.4.1	Método Check List OCRA	88
4.4.2	Método REBA	93
4.4.3	Implementación de mejoras	98
4.4.4	Impacto de la implementación	99

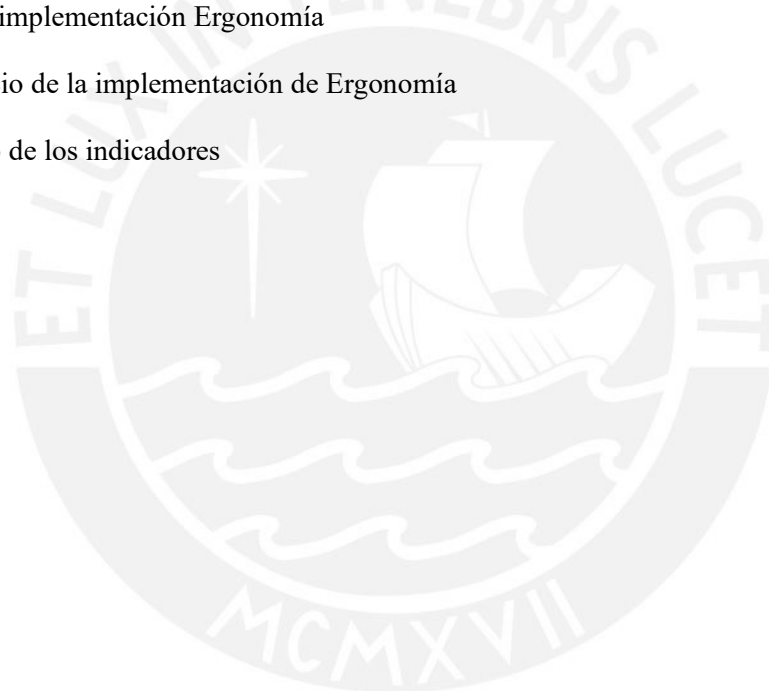
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA	101
5.1 Inversión	101
5.2 Costos de la implementación	102
5.2.1 Mantenimiento productivo total (TPM)	102
5.2.2 EOQ	102
5.2.3 5'S	103
5.2.4 Ergonomía	103
5.2.5 Seguimiento a consultoría	103
5.3 Beneficios de la implementación	104
5.3.1 Mantenimiento productivo total (TPM)	104
5.3.2 EOQ	104
5.3.3 5'S	105
5.3.4 Ergonomía	106
5.4 Cálculo de indicadores de rentabilidad	107
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
6.1 Conclusiones	108
6.2 Recomendaciones	109
CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Pedido mensual de insumos y artículos de escritorio para el servicio de ecografía	40
Tabla 02. Pedido mensual de insumos y artículos de escritorio para el servicio de rayos X	40
Tabla 03. Matriz de evaluación de factores internos de la empresa	42
Tabla 04. Matriz de evaluación de factores externos de la empresa	42
Tabla 05: Escala de valoración de los conceptos del cuestionario	45
Tabla 06. Cuestionario de expectativas del paciente (modelo Servqual)	47
Tabla 07. Cuestionario de percepciones del paciente (modelo Servqual)	48
Tabla 08. Determinación de tamaño de muestra para evaluación de servicio de Rayos X	49
Tabla 09. Determinación del tamaño de muestra para evaluación del servicio de Ecografía	49
Tabla 10. Evaluación cuantitativa de la satisfacción del cliente en el servicio de Rayos X	49
Tabla 11. Evaluación cuantitativa de la satisfacción del cliente en el servicio de Ecografía	51
Tabla 12. 5 porqués de los problemas del servicio de Rayos X	54
Tabla 13. Clasificación de los impactos	55
Tabla 14. Impacto total de cada causa raíz del servicio de Rayos X	55
Tabla 15. Tabla de priorización de las causas raíz del servicio de Rayos X	55
Tabla 16. 5 porqués de los problemas del servicio de Ecografía	58
Tabla 17. Impacto total de cada causa raíz del servicio de Ecografía	59
Tabla 18. Tabla de priorización de las causas raíz del servicio de Ecografía	59
Tabla 19. Contramedidas para las causas raíz de los servicios de Rayos X y Ecografía	61
Tabla 20. Reporte de fallas de la máquina de Rayos X en el centro de salud de San Borja	63
Tabla 21. Impacto de una avería	68
Tabla 22. Desestacionalización de las demandas históricas	73
Tabla 23. Cálculo de coeficientes y pendiente de la linealización	73
Tabla 24. Cálculo del índice estacional promedio	74
Tabla 25. Pronóstico de la demanda de placas del año 2023	74
Tabla 26. Cálculo de los indicadores del pronóstico	75

Tabla 27. Costos involucrados en el proceso de adquisición.	76
Tabla 28. Cálculo de la cantidad a ordenar y el punto de reposición	77
Tabla 29. Costos totales de la gestión de inventarios para el 2023	77
Tabla 30. Costos totales de la gestión de inventarios con la política de compras actual	78
Tabla 31. Costos totales de la gestión de inventarios con el modelo EOQ	78
Tabla 32. Histórico de clientes atendidos versus pedidos mensuales de placas radiográficas	79
Tabla 33. Lista de artículos en desuso	85
Tabla 34. Artículos necesarios para la atención de un paciente	85
Tabla 35. Escenario pesimista de implementación de 5'S	86
Tabla 36. Escenario normal de implementación de 5'S	86
Tabla 37. Escenario optimista de implementación de 5'S	86
Tabla 38. Metodología propuesta por Riesgo Disergonómico	88
Tabla 39. Factor de recuperación de la actividad analizada	88
Tabla 40. Factor de Frecuencia de la actividad analizada	89
Tabla 41. Factor de Frecuencia de la actividad analizada	90
Tabla 42. Factor de Frecuencia de la actividad analizada	90
Tabla 43. Factor de Frecuencia de la actividad analizada	90
Tabla 44. Puntuación por postura de hombro	91
Tabla 45. Puntuación por postura de codo	91
Tabla 46. Puntuación por postura de muñeca	91
Tabla 47. Tipos de agarre	91
Tabla 48. Puntuación según la duración del agarre	92
Tabla 49. Puntuación según presencia de movimientos estereotipados	92
Tabla 50. Tiempo neto de trabajo repetitivo en minutos	92
Tabla 51. Multiplicador para cálculo de resultado final	92
Tabla 52. Resultado final de la evaluación con metodología Check List OCRA	93
Tabla 53. Inversión total	101
Tabla 54. Costo de implementación de EOQ	103

Tabla 55. Costos de ergonomía	103
Tabla 56. Costos de seguimiento a consultoría	104
Tabla 57. Costos de mantenimiento TPM	104
Tabla 58. Beneficio TPM	104
Tabla 59. Costo de reprogramación de radiografías en soles	105
Tabla 60. Beneficio de la implementación de EOQ	105
Tabla 61. Beneficio de la implementación de 5'S en escenario pesimista	105
Tabla 62. Beneficio de la implementación de 5'S en escenario normal	106
Tabla 63. Beneficio de la implementación de 5'S en escenario optimista	106
Tabla 64. Costos implementación Ergonomía	106
Tabla 65. Beneficio de la implementación de Ergonomía	107
Tabla 66. Cálculo de los indicadores	107



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Radiografía de tórax	4
Figura 02. Ecografía de control gestacional	5
Figura 03. Ecógrafo estacionario DC-80	5
Figura 04. Ecógrafo portátil MINDRAY	6
Figura 05. Tomografía computarizada	6
Figura 06. Resonancia magnética	7
Figura 07. Ejemplo Diagrama de Ishikawa	11
Figura 08. Ejemplo técnica 5 porqués	13
Figura 09. Matriz FODA	14
Figura 10. Procesos principales del modelo SCOR	15
Figura 11. Ejemplo Diagrama de Pareto	16
Figura 12. Pronóstico a partir de la demanda histórica	18
Figura 13. Adaptación Actualizada de la Casa Toyota	20
Figura 14. Diagrama de un Mapa de Flujo de Valor tradicional	22
Figura 15. Organigrama de la empresa	31
Figura 16. Descripción del proceso con la herramienta SIPOC	37
Figura 17. Cadena de valor de la empresa	38
Figura 18. Cadena de suministro de la empresa	39
Figura 19. Análisis FODA de la empresa	41
Figura 20. Promedio mensual de pacientes atendidos en el servicio de Rayos X, periodo 2019 - 2021	43
Figura 21. Promedio mensual de pacientes atendidos en el servicio de Ecografía, periodo 2019 - 2021	44
Figura 22. Brecha entre expectativa y percepción de los clientes del servicio de Rayos X	50
Figura 23. Brecha entre expectativa y percepción de los clientes del servicio de Ecografía	51
Figura 24. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 1 del servicio de Rayos X	52

Figura 25. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 2 del servicio de Rayos X	53
Figura 26. Diagrama de Pareto de las causas raíz del servicio de Rayos X	56
Figura 27. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 1 del servicio de Ecografía	56
Figura 28. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 2 del servicio de Ecografía	57
Figura 29. Diagrama de Pareto de las causas raíz del servicio de Ecografía	60
Figura 30. Formato de documentación del mantenimiento preventivo	61
Figura 31. Termografía infrarroja	64
Figura 32. Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo	66
Figura 33. Formato de documentación del mantenimiento preventivo	67
Figura 34. Formato de documentación del mantenimiento preventivo	69
Figura 35. Demanda mensual placas radiográficas del 2019 y 2021.	72
Figura 36. Linealización de las demandas históricas con índice de $n=2$.	73
Figura 37. Demandas históricas vs Demanda pronosticada	75
Figura 38. Cronograma de implementación de las 5'S	80
Figura 39. Comité de las 5'S	80
Figura 40. Criterio de selección de objetos	81
Figura 41. Formato de tarjeta roja	82
Figura 42. Organización del armario	82
Figura 43. Contenedores para residuos	83
Figura 44. Factores de riesgos disergonómicos	87
Figura 45. Posición del cuello	94
Figura 46. Posición del tronco	94
Figura 47. Posición de las piernas	95
Figura 48. Posición del brazo	95
Figura 49. Posición del antebrazo	96
Figura 50. Posición de la muñeca	96

Figura 51. Tipo de actividad muscular	97
Figura 52. Resultado final método REBA	97
Figura 53. Altura del monitor	98
Figura 54. Silla ergonómica	99
Figura 55. Reposapiés	99



INTRODUCCIÓN

La protección de la salud es un tema de interés público. Por ello, es responsabilidad del Estado regular y vigilar que el cumplimiento de esta se lleve a cabo de acuerdo a los estándares de calidad. Esto queda estipulado en la Ley N°26842, Ley General de Salud.

Solo un 74.3% de usuarios manifiesta que el servicio de atención médica en centros de salud de Perú es bueno o muy bueno. A pesar de que esta cifra ha crecido considerablemente en la última década, aún se encuentra por debajo en comparación con los países de la región. Según un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo, que evaluó y comparó la eficiencia de los servicios de salud de 71 países alrededor del mundo, Perú se encuentra rezagado en el puesto 61. La ineficiencia del sistema de salud peruano se debe a que existe una alta tasa de errores médicos, deficiente infraestructura e incorrecta distribución de insumos.

Por este motivo, el presente trabajo de tesis tiene como fin proponer mejoras en el proceso principal de una empresa que brinda el servicio de diagnóstico por imágenes, a partir del uso de herramientas de diagnóstico como SIPOC, análisis FODA, técnica de los 5 porqués y modelo SCOR.

En el primer capítulo se desarrollan conceptos técnicos relacionados al sector de salud y alcances sobre herramientas de análisis y de mejora. Luego, en el segundo capítulo se describe la situación actual de la empresa, incluyendo la descripción, los servicios que ofrece y el modelo de gestión de inventarios. Seguido de esto, en el tercer capítulo, se realiza el diagnóstico de la empresa a partir de la evaluación de los servicios que brinda y el análisis de la información. Finalmente, en el cuarto capítulo se presentan las propuestas utilizando las diversas herramientas Lean Manufacturing. Se inicia con la propuesta de Mantenimiento Productivo Total para disminuir los tiempos de atención, mejorar la calidad de servicio y aumentar la vida útil de los equipos. Asimismo, se propone implementar el sistema EOQ con

la finalidad de minimizar los costos logísticos implicados en la adquisición y almacenamiento de placas radiográficas, además de asegurar su correcto abastecimiento. También, se propone implementar la metodología 5'S con el objetivo de mejorar el orden, la limpieza y la calidad de atención a los pacientes.



CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se precisan conceptos técnicos necesarios para un mejor entendimiento de la tesis, así como, herramientas de diagnóstico y de mejora útiles para el análisis y elaboración de propuestas.

1.1 Conceptos técnicos del diagnóstico por imágenes

Este subcapítulo busca familiarizar al lector con el concepto de diagnóstico por imágenes y describir algunos tipos de imagen. Además, se describen las medidas y normas de bioseguridad que deben cumplirse cuando se realiza este servicio.

1.1.1 Antecedentes y definición

Los primeros diagnósticos basados en imágenes se remontan a fines del año 1895, gracias al descubrimiento de los rayos X por parte del físico alemán Röntgen. Antes de este acontecimiento, el diagnóstico médico se apoyaba, únicamente, en la exploración física superficial y declaraciones del paciente (Sociedad Peruana de Medicina Interna, 1996).

El diagnóstico por imagen, también conocido como radiodiagnóstico, es el método utilizado por parte del personal sanitario para obtener imágenes del interior del cuerpo del paciente, mediante el uso de agentes físicos muy poco invasivos, en busca de indicios de alguna enfermedad o cuerpo extraño sin necesidad de realizar una cirugía (Tucci, 2012).

1.1.2 Tipos de imágenes

El tipo de imagen utilizado por el especialista depende de la zona del cuerpo que se desea examinar y la sintomatología del paciente. Algunos tipos de imagen son: rayos X, ecografías, tomografías computarizadas, imágenes por resonancia magnética, entre otros.

a) Rayos X

Los rayos X son las imágenes médicas más antiguas y comúnmente utilizadas para identificar fracturas en los huesos. Este procedimiento consiste en la emisión de ondas electromagnéticas para producir imágenes del interior del cuerpo en tonalidades del blanco y negro, que dependen de la cantidad de radiación recibida por los tejidos y órganos (Medline Plus, 2021).

El examen es realizado en una sala de radiología por un tecnólogo, persona certificada para realizar este examen. El paciente es ubicado frente a la máquina rayos X con el área del cuerpo que requiere de análisis pegado a la placa radiográfica de registro, tal como se muestra en la figura 1.



Figura 01. Radiografía de tórax
Fuente: Instituto Nacional del Cáncer, 2002

b) Ecografías

A diferencia de los rayos X, las ecografías no emiten radiación para la obtención de imágenes, sino que, se utiliza el ultrasonido. Estas ondas mecánicas presentan una frecuencia, en el ámbito médico, que varía entre 3 y 15 MHz, impidiendo su percepción por parte del oído humano que solo detecta hasta 20 000 Hz (Díaz, 2007: 363). Este procedimiento permite crear imágenes de los órganos y tejidos. Si bien, su uso se asocia, mayormente, para control gestacional (ver figura 2), también se puede realizar ecografías de abdomen, riñones y vías urinarias, de partes blandas, entre otras.

El equipo que se emplea para tomar el examen radiográfico se denomina ecógrafo, el cual puede ser estacionario o portátil (ver figuras 3 y 4). Un componente importante en ambos tipos de equipo es el transductor, que puede estar presente en diferentes formas y tamaños y cuya elección depende del tipo de ecografía a realizar. La función del transductor es recibir los ecos con la ayuda de un gel acoplante para ultrasonido que está en contacto con la piel y transmitir el sonido a la computadora (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU., 2021).



Figura 02. Ecografía de control gestacional
Fuente: Clínica San Vicente, 2021

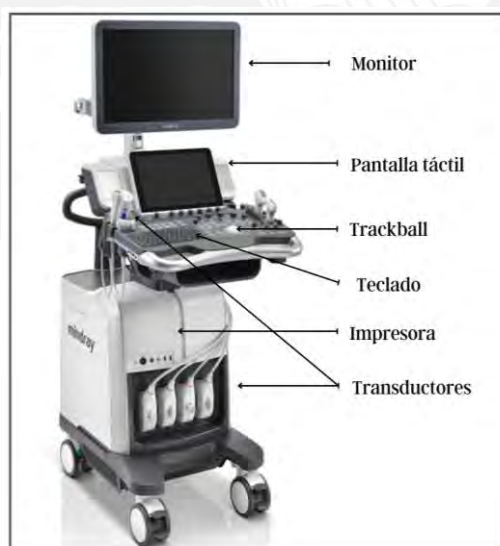


Figura 03. Ecógrafo estacionario DC-80
Fuente: Catálogo de la salud, 2021



Figura 04. Ecógrafo portátil MINDRAY
Fuente: Catálogo de la salud, 2021

c) Tomografías computarizadas

Esta tecnología, también conocida como tomografía axial computarizada, se apoya de un equipo especial que consiste en una computadora conectada a una máquina de rayos X para obtener imágenes transversales detalladas del interior del cuerpo humano. Las imágenes son tomadas desde diferentes ángulos a fin de crear figuras tridimensionales de los órganos. El procedimiento no es invasivo y permite diagnosticar fracturas, hemorragias internas, cánceres, entre otros (Instituto Nacional del Cáncer, 2021).



Figura 05. Tomografía computarizada
Fuente: Siemens, 2021

d) Imágenes por resonancia magnética

Para este tipo de imagen se emplean ondas electromagnéticas y un imán, los cuales permiten observar los órganos para realizar el diagnóstico. Además, el profesional puede incluir el uso de antenas en el procedimiento para generar imágenes de mejor calidad. Las tonalidades de

gris, blanco y negro de la resonancia dependen de la cantidad de agua que absorben los órganos, huesos y tejidos (Biosalud, 2018: 62).

Este procedimiento es utilizado comúnmente para examinar afecciones al cerebro o la médula espinal. Consiste en realizar un escaneo al paciente recostado en la camilla durante su tránsito a través de una máquina en forma de túnel. Si bien esta técnica no es invasiva, el equipo emite mucho ruido, por ello, se le proporcionan audífonos al paciente.



Figura 06. Resonancia magnética
Fuente: Sociedad interamericana de cardiología, 2021

1.1.3 Medidas de bioseguridad

Existen diversas medidas preventivas que deben cumplirse para minimizar el riesgo de vida cuando se brinda algún servicio dentro de un centro de salud a fin de evitar la exposición a virus intrahospitalarios, gérmenes o agentes infecciosos. Estas medidas se basan en 3 principios: universalidad, uso de barreras y manejo correcto de material contaminado. Según el MINSA, el primer principio manifiesta que las medidas deben involucrar tanto a los pacientes como al personal que labora en la clínica u hospital. Además, se debe tener en cuenta el uso de barreras físicas para evitar el contacto directo con fluidos biológicos y portar elementos de protección personal como guantes, mascarilla, cofia, batas, entre otros dependiendo del procedimiento que debe realizar el profesional de salud. Por último, los materiales utilizados durante la atención del paciente deben ser separados en contenedores de acuerdo al procedimiento a utilizar para su eliminación (MINSA, 2015).

1.1.4 Normas de bioseguridad

Las normas de bioseguridad en el servicio de diagnóstico por imágenes dependen del tipo de imagen que se va a emplear ya que, para cada una de estas se requiere de protección específica teniendo en cuenta el grado de exposición a agentes nocivos durante el examen.

1.1.4.1 Radiografía o rayos x

Durante esta evaluación, el tecnólogo debe permanecer en una cabina o habitación reforzada con plomo para evitar su exposición constante a la radiación. Además, es imprescindible que el personal utilice un delantal plomado, guantes plomados y dosímetro personal. Con este último, se debe verificar que el trabajador no supere el límite de dosis efectiva establecido por las Normas básicas internacionales de bioseguridad para la protección contra radiación ionizante (NBS): 20 mSv por año oficial (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1994: 7).

Según MINSA (2018), todas estas acciones de seguridad están sustentadas bajo la siguiente normativa:

- Ley 28028, Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante. Ministerio de Energía y Minas, 2003.
- Ley 28456, Ley del trabajo del profesional de la salud Tecnólogo médico.
- Norma técnica IR.003.2013, Requisitos de protección radiológica en Diagnóstico Médico con rayos X. IPEN.

1.1.4.2 Ecografía

Para realizar el examen ecográfico, el profesional debe vestir una bata desechable, guantes quirúrgicos y mascarilla, los cuales deben desecharse al finalizar el estudio. Así, también, se debe limpiar la superficie de la camilla y colocar una nueva sabanilla de papel. Además, es

imprescindible retirar el gel de los transductores y desinfectarlos luego del contacto con el paciente. Finalmente, se debe desinfectar la sala en general para iniciar la atención con otro paciente.

1.1.4.3 Tomografía computarizada

Dado que este procedimiento involucra exponer a radiación a los trabajadores y pacientes es importante que la tomografía se realice únicamente si es necesaria y con el uso correcto de equipos de protección. Además, no se permite la presencia injustificada de persona alguna mientras dura la irradiación al paciente. El profesional debe portar guantes y delantal plomado y ubicarse en el cuarto de control con ventana emplomada mientras se realiza el procedimiento.

Estas normas de bioseguridad se complementan con la Ley N°30646 que regula el descanso físico remunerado por un lapso de 10 días para el personal de salud expuesto a radiación en su área de trabajo.

1.1.4.4 Imágenes por resonancia magnética

Para la realización de la resonancia magnética, el profesional a cargo debe emplear guantes, bata desechable y mascarilla quirúrgica. Además, la preparación del espacio de trabajo consiste en colocar una funda o protección desechable a la antena. Tras realizar la resonancia magnética, se debe retirar el protector y limpiar la antena utilizada durante el examen y la superficie de la camilla en contacto con el paciente. En relación a las fundas de tela de las almohadillas que se emplean para el posicionamiento del paciente en la camilla, estas deben lavarse al finalizar la jornada laboral.

1.2 Conceptos de las herramientas de diagnóstico a utilizar

En esta sección, se definen las principales herramientas de diagnóstico que se utilizarán para analizar la situación actual de la empresa. Con esto, se busca identificar los problemas existentes y sus posibles causas y efectos.

1.2.1 Diagrama de Causa y Efecto

De acuerdo a Herrera y Fontalvo (2011), el Diagrama de Causa y Efecto, también conocido con los nombres de Ishikawa (en honor a su creador) o Diagrama de Espina de Pescado (por su estructura parecida al esqueleto de un pez), es una representación gráfica que ayuda a diagnosticar y analizar problemas, a través de la recolección de información, con la finalidad de encontrar las causas y efectos que las originan. Esta herramienta permite identificar las causas de los problemas; además, de ayudar a mejorar la capacidad de análisis y solución, mejorando así el desempeño de la organización.

Como se aprecia en la figura 7, para realizar el diagrama de Ishikawa, primero se comienza definiendo el problema concreto y específico que se busca abordar. Seguido de esto, se identificarán las categorías o áreas acordes al problema, para así hallar de una forma fácil y rápida sobre cuál de estas categorías recae el problema. Después, se deberá llevar a cabo una lluvia de ideas con el equipo con el fin de encontrar las posibles causas que pueden generar el problema; cabe mencionar, que este es uno de los pasos más importantes, debido a que las ideas generadas llevarán a la selección de las causas principales. Luego, se deberán agregar sub causas o causas secundarias para profundizar mejor cada una de las causas definidas en el paso previo. Finalmente, con el diagrama realizado se deberá discutir con el equipo y a partir de esto tomar las mejores decisiones que ayuden a afrontar el problema de manera óptima.

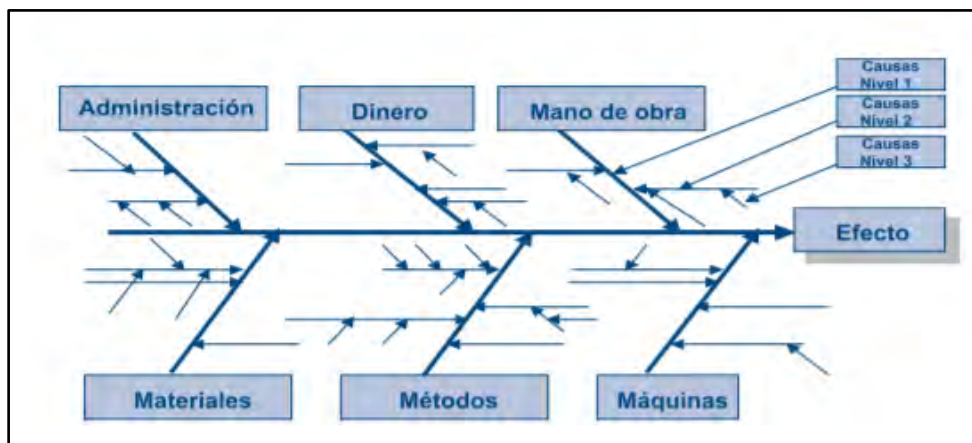


Figura 07. Ejemplo Diagrama de Ishikawa
Fuente: Herramientas para la mejora de la calidad, 2009

1.2.2 Técnica de los 5 porqués

Esta metodología inicialmente fue introducida por Toyota, y básicamente consiste en preguntar, por lo menos cinco veces (ver figura 8), el porqué de ciertas situaciones para identificar la causa raíz de las mismas. Para poder aplicar esta metodología es importante conocer la situación o la problemática que buscamos analizar y reunir a todos los involucrados para que en conjunto se puedan dar posibles respuestas a los 5 porqués; de esta manera, se podrán conocer todas las posibles causas o efectos que pudieron generar el problema, según Gutiérrez y De la Vara (2009).

1.2.3 SIPOC

De acuerdo con Rasmusson (2006), SIPOC es una herramienta que permite visualizar y entender cada una de las partes e interrelaciones de un proceso; es decir, recoge el flujo extremo a extremo y todas las componentes que son necesarias para su funcionamiento. En este diagrama intervienen elementos clave de la cadena de valor como lo son los proveedores, las entradas, los procesos, las salidas y los clientes; por lo que permitirá identificar cuál es el inicio y fin de cada uno de los procesos, además de si todas las actividades que intervienen agregan valor al mismo. Por otro lado, este diagrama permite ser una base para la documentación de los

procesos, dado que, a comparación de los manuales de procedimientos, este ayuda a comprender los procesos de una forma sencilla y entendible.

Gracias a este diagrama, se podrá entender el funcionamiento a nivel macro de la empresa, permitiendo conocer a los elementos relevantes como los proveedores, clientes, entradas, salidas y procesos; y facilitando de esta manera identificar a las actividades que no agregan valor para posteriormente, con la ayuda de propuestas de mejora, eliminarlas y así mejorar el rendimiento de la empresa.

1.2.4 FODA

El análisis FODA es una herramienta que sirve para conocer la situación de una empresa y consiste en la elaboración de una matriz que detalla las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, como se observa en la figura 9. Esta herramienta está dividida en dos aspectos importantes (Ponce, 2007). Por una parte, está el diagnóstico interno, en el cual se identifican los factores fuertes y débiles tomando en cuenta los aspectos financieros, la dirección, la operatividad y la estructura empresarial que afectan al funcionamiento de la organización. Por otro lado, se encuentra el diagnóstico externo, en donde se estudian las distintas condiciones en las que el rendimiento de la empresa no depende necesariamente de la misma; es decir, que le pueden afectar factores políticos, ambientales, sociales o legales. resulta fundamental para la toma de decisiones actuales y futuras.

La matriz FODA resultará muy útil para la realización de este trabajo, dado que permitirá conocer lo que se está haciendo bien y todo aquello que representa un reto actual o potencial, permitiendo así tener un panorama más amplio de la empresa, desde las ventajas competitivas hasta las dificultades que pueden afectarla.

PROBLEMA A ESTUDIAR	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del Análisis	
¿Por qué no escribe el bolígrafo?	Porque no tiene tinta	¿Y por qué no hay?: Porque no se ha repuesto	¿Y por qué no hay repuesto?: Porque nadie revisa el nivel			Incluir estándar de inspección	
	Porque la tinta está seca	¿Y por qué está seca?: Porque la temperatura es elevada	¿Y por qué es elevada?: Porque se deja junto a una estufa	¿Y por qué se deja junto a una estufa?: Porque no hay otro sitio donde dejarlo	¿Y por qué no hay otro sitio?: Porque no hay portabolígrafo	Instalar un portabolígrafo	
		¿Y por qué está seca?: Porque el bolígrafo se deja abierto	¿Y por qué se deja abierto?: Porque no existe especificación que indique su cierre			No influye que se quede abierto	
	Porque su punta está chafada				¿Y por qué se cae?: Porque se cae de la mano de quien escribe		No ocurre
		¿Y por qué esta chafada?: Porque el bolígrafo se ha golpeado	¿Y por qué está golpeado?: Porque el bolígrafo se cae constantemente al suelo				
					¿Y por qué se cae?: Porque se resbala de la mesa	¿Y por qué se resbala?: Porque hay pendiente	Eliminar la pendiente de la mesa

Figura 08. Ejemplo técnica 5 porqués
 Fuente: 5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas, 2015

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Capacidades fundamentales en áreas claves. Recursos financieros adecuados. Buena imagen de los compradores. Ser un reconocido líder en el mercado. Estrategias de las áreas funcionales bien ideadas. Acceso a economías de escala. Aislada (por lo menos hasta cierto grado) de las fuertes presiones competitivas. Propiedad de la tecnología. Ventajas en costos. Mejores campañas de publicidad. Habilidades para la innovación de productos. Dirección capaz. Posición ventajosa en la curva de experiencia. Mejor capacidad de fabricación. Habilidades tecnológicas superiores.	No hay una dirección estratégica clara. Instalaciones obsoletas. Rentabilidad inferior al promedio. Falta de oportunidad y talento gerencial. Seguimiento deficiente al implantar la estrategia. Abundancia de problemas operativos internos. Atraso en investigación y desarrollo. Línea de productos demasiado limitada. Débil imagen en el mercado. Débil red de distribución. Habilidades de mercadotecnia por debajo del promedio. Incapacidad de financiar los cambios necesarios en la estrategia. Costos unitarios generales más altos en relación con los competidores clave.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Atender a grupos adicionales de clientes. Ingresar en nuevos mercados o segmentos. Expandir la línea de productos para satisfacer una gama mayor de necesidades de los clientes. Diversificarse en productos relacionados. Integración vertical (hacia adelante o hacia atrás). Eliminación de barreras comerciales en mercados foráneos atractivos. Complacencia entre las compañías rivales. Crecimiento más rápido en el mercado.	Entrada de competidores foráneos con costos menores. Incremento en las ventas y productos sustitutos. Crecimiento más lento en el mercado. Cambios adversos en los tipos de cambio y políticas comerciales de gobiernos extranjeros. Requisitos reglamentarios costosos. Vulnerabilidad a la recesión y ciclo empresarial. Creciente poder de negociación de clientes o proveedores. Cambio en las necesidades y gustos de los compradores. Cambios demográficos adversos.

Figura 09. Matriz FODA

Fuente: Dirección y administración estratégicas. Conceptos, casos y lecturas (1998)

1.2.5 Modelo SCOR

El modelo SCOR fue creado en 1996 por el consejo de la cadena de suministro (Supply Chain Council) y es utilizado para representar, examinar y controlar la gestión de las cadenas de suministro, según Salazar y López (2013). Esta herramienta describe las actividades del negocio que ayudan a cumplir con la demanda de los clientes; además, de brindar un marco único que vincula los procesos, la infraestructura, los indicadores y la tecnología, con la finalidad de mejorar la eficiencia y desempeño de la cadena de abastecimiento. Este modelo

está basado principalmente en 5 procesos: la planificación, aprovisionamiento, fabricación, logística y devolución, los cuales se muestran en la figura 10.

Con la ayuda de esta técnica, se podrá describir y descubrir la profundidad y amplitud de la cadena de suministro de la empresa, sea esta muy compleja o no, proporcionando de esta forma una base para implementar mejoras en la misma.

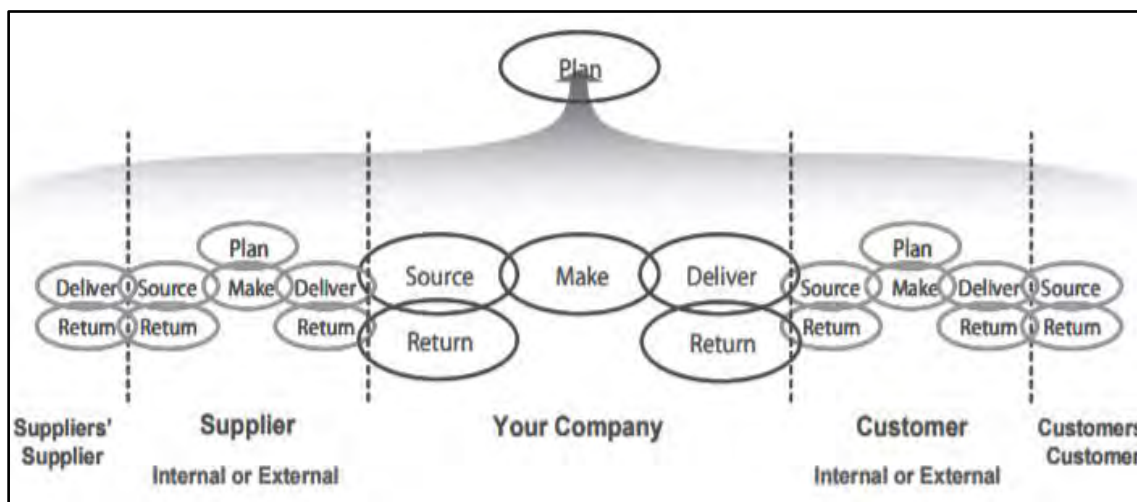


Figura 10. Procesos principales del modelo SCOR
Fuente: Supply Chain Operations Reference Model, 2013

1.2.6 PARETO

La ley de PARETO, o también conocida como la regla 80 - 20, se basa en que el 20% de las acciones producen el 80% de los resultados (Gómez, 2007). Este principio usualmente se representa con un diagrama (ver figura 11) que ayuda a concentrar mejor los esfuerzos en los procesos que aportan mayor valor, y dejar de invertir en aquellas actividades que no generan muchos resultados y absorben recursos de la empresa. Todo aquello que no se encuentre dentro de ese 20% esencial es algo que se debe delegar, subcontratar o eliminar para enfocar de manera óptima los recursos y mejorar el rendimiento de la organización.



Figura 11. Ejemplo Diagrama de Pareto
Fuente: Ley de Pareto: 80/20, 2007

1.2.7 Modelo Servqual

Esta es una herramienta, creada por los profesores Parasuraman, Zeithalm y Berry en 1985, que ayuda a medir la calidad de los servicios ofrecidos a los clientes, a través de un cuestionario con preguntas estandarizadas; es decir, es una herramienta de medición de la calidad que captura y compara la percepción de los clientes con respecto a algún producto o servicio.

De acuerdo con Muñoz (1999), inicialmente, este modelo contaba con 10 dimensiones; sin embargo, estas no eran totalmente independientes unas de otras, sino que después de realizar un estudio profundo se llegó a la conclusión de que algunas tenían cierta correlación con otras, por lo que se redujeron a solo 5 dimensiones, las cuales son:

- **Fiabilidad:** Esta consiste en la capacidad de entregar el servicio con las condiciones propuestas inicialmente; es decir, poder entregar el servicio prometido de forma consistente y precisa.
- **Seguridad:** Es el nivel de atención que ofrece el personal a los clientes y hasta qué punto, estos generan confianza y seguridad en los mismos.

- Elementos tangibles: Son todos los elementos físicos, que el cliente observa en una organización. Estos elementos constan en dos tipos principalmente; la primera toma en cuenta a los equipos y las instalaciones, mientras que la segunda al personal y los elementos de comunicación.
- Empatía: Es la conexión emocional que existe entre el servidor y el cliente y tiene como objetivo mejorar la experiencia de este último; dicho de otra manera, es la capacidad de sentir y preocuparse por los clientes, a través de la buena disposición y servicio que se le puede ofrecer.
- Capacidad de respuesta: Esta es la flexibilidad y predisposición que tienen los empleados para ofrecer un servicio de atención rápido a los clientes con la finalidad de mejorar su satisfacción.

1.3 Método de Pronóstico estacional con tendencia

Este método se utiliza para pronosticar la demanda futura, a partir de datos históricos de periodos anteriores que mantengan cierta estacionalidad y tendencia año tras año. Es decir, para aplicar este tipo de pronóstico, es importante que la demanda histórica tenga un comportamiento cíclico durante los años, en otras palabras, debe tener los picos altos y bajos en los mismos periodos del año; de la misma manera, esta tiene que presentar cierta tendencia creciente o decreciente a lo largo de los años, tal y como se observa en la figura 12.

Para poder realizar este pronóstico, primero se debe linealizar los datos, con el fin de hallar el ángulo de la tendencia y saber si es factible utilizar el método. Asimismo, con la desestacionalización de los datos se hallarán los indicadores promedio de cada periodo y esto permitirá pronosticar la demanda del siguiente año.

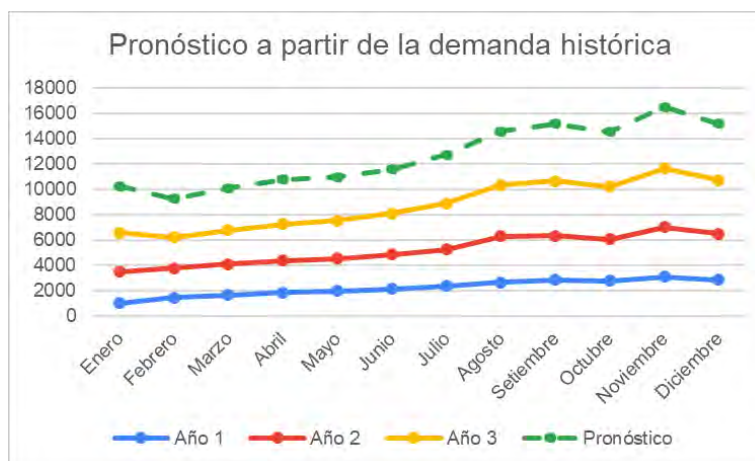


Figura 12. Pronóstico a partir de la demanda histórica

1.4 Lean Manufacturing

La implementación de Lean Manufacturing comprende un cambio en el pensamiento de toda la empresa, por ello, se han definido 5 principios que sirvan de guía para las empresas al momento de cambiar su sistema de producción hacia Lean (Womack, et al.,2003).

1.4.1 Principios de Lean Manufacturing

1. Identificar el valor: El valor es un concepto creado por la empresa, pero definido por el cliente y, para que la empresa pueda determinar cuánto dinero está dispuesto a pagar el cliente por el producto o servicio, debe estar en diálogo con sus clientes.
2. Mapear el flujo de valor: Implica el análisis de todas las operaciones que comprenden el proceso de producción, con la finalidad de identificar qué actividades no generan valor al proceso y podrían ser eliminadas.
3. Fluidez del producto sin interrupciones: Busca asegurar que el proceso sea fluido desde la recepción del pedido hasta la entrega, esto se puede lograr, por ejemplo, reduciendo los tiempos de preparación de maquinaria o balanceando la carga de trabajo.
4. Establecer un sistema *pull*: Implica que la producción se inicie solamente cuando hay una demanda por parte del cliente.
5. Perfección: Implica continua revisión por parte de la empresa con la finalidad de seguir encontrando aspectos para mejorar en el proceso, tales como: reducción de costos, eliminación de residuos, reducción de tiempos de trabajo, entre otros.

1.4.2 Desperdicios de Lean Manufacturing

Como se mencionó líneas arriba, a partir del análisis del flujo de valor, es posible identificar aquellas actividades que no generan valor, las cuales son consideradas como desperdicio. Según Ohno (1988), se debe considerar como desperdicio a cualquier cosa (equipo, material, mano de obra, entre otros) que excede de la cantidad esencial requerida para añadir valor al producto. Además, determina que los desperdicios existentes en un proceso son los siguientes:

1. Sobreproducción: hacer el producto en cantidades mayores a las demandadas por el cliente.
2. Demoras o tiempo de espera: Que los operarios deban permanecer inactivos a la espera de material o información requerida para el proceso.
3. Inventario: Almacenamiento excesivo producto de la sobreproducción.
4. Transporte: Movimientos innecesarios del producto en proceso que no genera valor al producto final.
5. Defectos: Corrección de defectos del producto en proceso que generan costos mayores.
6. Desperdicios de procesos: Esfuerzo por parte de los operarios que no agrega valor al producto.
7. Movimiento: Traslado innecesario de operarios, materiales o maquinaria.
8. Subutilización de personal: Este desperdicio fue añadido por Womack. Hace referencia a cuando no se hace uso de las habilidades e ingenio de los trabajadores.

1.5 Herramientas de Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o también conocido como 'Toyota Production System', puede considerarse como un conjunto de herramientas (ver Figura 12) que se desarrolló en Japón a mediados del siglo XX, inspiradas en parte por los principios de Williams Edwards Deming (Rajadell et al., 2010).

Estas herramientas se utilizan para minimizar desperdicios y quitar toda actividad que no aporta valor en un proceso, reduciendo de esta manera energía y costos. Con esto se pretende crear una filosofía en la que se busca continuamente optimizar la eficiencia de los procesos y el aprovechamiento de todo el potencial en la organización (Socconini, 2019).

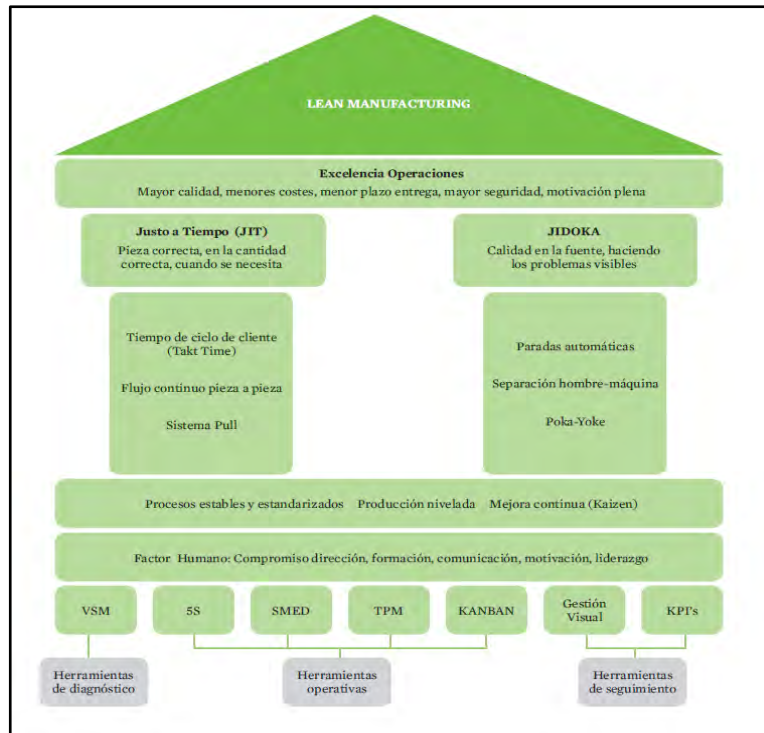


Figura 13. Adaptación Actualizada de la Casa Toyota

Fuente: Lean Manufacturing conceptos técnicas e implementación, 2013

A continuación, se describirán las principales herramientas de Lean Manufacturing y la importancia de cada una de estas:

1.5.1 Jidoka

El Jidoka es una metodología japonesa que busca que los operarios tengan la responsabilidad de todo lo que suceda en su zona de trabajo, para que así estos puedan detectar las anomalías y errores en el instante en que se producen y corregirlos rápidamente; con el fin de evitar que continúen y se maximicen en las siguientes etapas del proceso (Hernandez y Vizán, 2013). Con esto se busca reducir los costos y desperdicios, asegurar las entregas a tiempo y aumentar la productividad y la calidad de la producción.

1.5.2 Poka Yoke

También llamado sistema a prueba de errores, se trata de un diseño de procesos que busca eliminar o evitar equivocaciones, ya sean humanas o automatizadas; además, se puede utilizar

para la detección de errores minimizando el riesgo con medidas económicas y no muy complejas. Este sistema no solo se trata de crear dispositivos que auto verifiquen al 100% la calidad, sino que es preciso encontrar la causa del error para en un futuro evitarlo o disminuir el impacto según Rajadell et al. (2010).

1.5.3 Kaizen

De acuerdo con Hernandez y Vizán (2013) la filosofía Kaizen o el método de mejora continua consiste en buscar de manera integral el continuo desarrollo de los procesos con pequeñas innovaciones que se van acumulando, con el fin de mejorar la calidad, la productividad y reducir los costos. Esto no consiste en una metodología o herramienta específica, sino es una cultura de transformación constante que permite desarrollar mejores prácticas. Cabe recalcar que es muy importante que se involucre a todos los empleados, desde el gerente general hasta los técnicos, a este cambio de pensamiento para que no sea temporal y los crecimientos perduren a lo largo del tiempo.

1.5.4 Value Stream Map (VSM)

Es una herramienta visual que facilita la documentación dinámica de todas las actividades requeridas para recibir y satisfacer las necesidades de los clientes y ayudar a percibir lo que en realidad ocurre en el proceso a través de la observación directa (ver Figura 13). Es importante recalcar, que un mapa de la cadena de valor, no es una actividad que se lleve a cabo en una sala de reuniones o en una oficina, sino lo más cercano posible al proceso real para poder visualizar la situación actual y obtener información objetiva. El VSM es muy beneficioso, dado a que ayuda a que el flujo global del material y la información del proceso general sea visible para la gente que normalmente dirige las funciones individuales de cada proceso o departamento y con esto las mejoras surjan fácilmente (López, 2020).

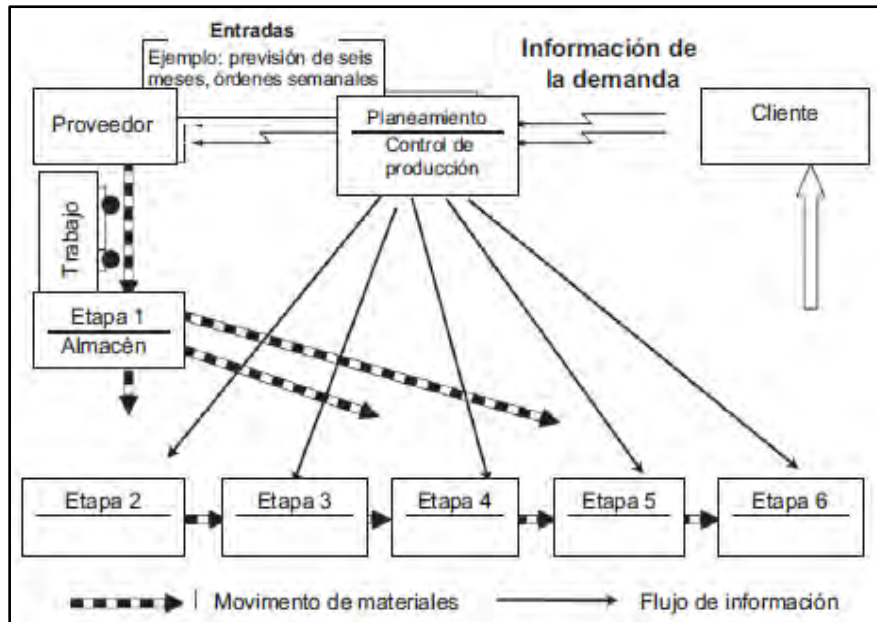


Figura 14. Diagrama de un Mapa de Flujo de Valor tradicional
Fuente: La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos, 2010

1.5.5 5'S

Según con lo que menciona Gonzáles (2007), esta metodología japonesa desarrollada por Toyota para alcanzar mejoras permanentes en cuanto al orden, limpieza y organización en un espacio determinado. Con esto se logra aumentar la motivación del personal, ya que cuando las condiciones del lugar físico de trabajo son mejores, causa un impacto positivo en la productividad y la eficiencia de los empleados. Se llama 5'S porque cuenta con cinco etapas sencillas, pero útiles dentro de una empresa, las cuales se describirán a continuación:

1. Seiri (Separar)

Con esto se busca clasificar las herramientas de trabajo y determinar el propósito principal de las mismas, para luego guardar en lugar correcto las que tengan poca frecuencia de utilización y descartar las que sean innecesarias.

2. Seiton (Ordenar e Identificar)

El lema para esta etapa es “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Una vez eliminado todo lo innecesario, se busca tener una mejor organización en la zona de trabajo

para hacerla más eficaz y evitar las pérdidas de tiempo y energía. La finalidad es establecer un orden en la identificación y ubicación de los materiales y herramientas necesarias con el fin de encontrarlos, utilizarlos y reponerlos de una forma más fácil y rápida.

3. Seiso (Limpieza)

En esta etapa se deben encontrar y suprimir los focos de suciedad y tomar las medidas necesarias para que no vuelvan a aparecer. Es de vital importancia enlistar los materiales y equipos de limpieza y asignar responsables para esta actividad, con el fin de asegurarse de que las zonas de trabajo estén siempre en óptimas condiciones laborales.

4. Seiketsu (Estandarizar)

Para que las 5'S no sean solo un plan temporal y con el pasar de los meses sean olvidadas, es fundamental estandarizar; es decir, que las tres primeras etapas se conviertan en una función necesaria dentro de la empresa. La clave para la estandarización es que las personas tomen conciencia de las ventajas de estandarizar y mantener un nivel apropiado de organización.

5. Shitsuke (Sistematizar o disciplina)

Una vez estandarizada las actividades de las 4's iniciales, se recomienda establecer controles periódicos con el fin de asegurarse que siempre se cumplan los procedimientos establecidos. Por otro lado, además de realizar el control, también se busca dar paso a la mejora continua, por lo que es importante realizar auditorías en las que se involucren todas las personas de la organización para aportar diversas ideas y juntos buscar la mejora en el desempeño de la empresa.

1.5.6 TPM (Total Productive Maintenance)

De acuerdo con Gonzáles (2007), el Mantenimiento Productivo Total es un enfoque holístico para el mantenimiento del equipo que se esfuerza por lograr una producción perfecta, sin averías, sin tiempos muertos y sin funcionamiento lento; además, busca lograr un entorno de trabajo seguro y sin accidentes. Esta herramienta enfatiza el mantenimiento preventivo y proactivo para maximizar la eficiencia operativa y la productividad, es decir, aumentar el tiempo de actividad, reducir los tiempos de ciclo y por supuesto, disminuir los defectos. Asimismo, el TPM fusiona los roles de prevención y mantenimiento para poner un fuerte énfasis en capacitar a los operadores para que ayuden a mantener a sus propios equipos, creando así una responsabilidad compartida entre todos los departamentos con el objetivo único de fomentar una mayor participación de los trabajadores de la empresa.

1.5.7 Kanban

Según Hernandez y Vizán (2013), Kanban es un sistema *pull* que consiste en la reposición automática mediante tarjetas de señalización que indican cuánta mercancía se necesita para satisfacer la demanda y esto permitirá mejorar el flujo de mercadería tanto dentro de la empresa como con proveedores o clientes externos. La flexibilidad de esta herramienta posibilita que se sobreponga a las operaciones y procesos existentes sin discontinuar o frenar lo que ya se está realizando correctamente. Naturalmente, resaltarán los problemas que deben abordarse y ayudará a evaluar y planificar los cambios para que su implementación sea lo más disruptiva posible. Por otro lado, también ayudará a respetar una mínima resistencia, promoviendo cambios progresivos y constantes en el proceso actual, ya que los cambios radicales suelen ocasionar resistencia a causa de la incertidumbre.

1.5.8 KPI (Key Performance Indicator)

De acuerdo con Hernandez y Vizán (2013), un KPI, o también conocido por sus siglas como Indicador Clave de Negocios, es un indicador fundamental que permite medir la evolución de alguna de las áreas de la organización y con esto tomar decisiones importantes en el futuro; es decir, son métricas claves para los negocios. que si se siguen de forma recurrente y se logra que estas mejoren, la empresa crecerá y progresará indudablemente.

1.6 Lean Healthcare

De acuerdo con Graban (2011), el *Lean Healthcare* es un modelo de gestión que consiste en trasladar los principios Lean al sector salud, creando un flujo sincronizado, flexible y sostenible de los pacientes en los servicios de salud; es decir, busca servir al paciente en el momento que él lo desea, con el tratamiento necesario y en el momento adecuado. Este modelo de gestión considera al paciente como el núcleo para encontrar lo que genera valor y descartar o mejorar aquello que le disgusta y, con esto, mejorar la calidad del servicio; por tanto, los centros de salud que se muestren comprometidos en seguir este modelo deberán desarrollar iniciativas cuyo norte sea la satisfacción de los pacientes. Además, la adopción de esta cultura implica un mayor uso de la moral por parte de los actores involucrados en los procesos de salud (Conexión ESAN, 2018).

Para conseguir las mejoras antes mencionadas en la calidad del servicio que se brinda al paciente, los profesionales de los centros de salud deben eliminar diversos elementos (desperdicios), tales como:

- Movimientos excesivos debido a la búsqueda de instrumentos o medicamentos.
- Tiempos de espera para la obtención de suministros.
- Repetición de pruebas o exámenes

1.7 Seguridad y Salud en el trabajo

Según Chávez (2009), la Seguridad y Salud en el trabajo implica un conjunto de normas que ayudan a prevenir los riesgos laborales y asegurar el bienestar de los trabajadores. En la actualidad, en el Perú existe la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo (Ley N°29783), que tiene como finalidad promover un ambiente que busca evitar los riesgos laborales en el país. Esta ley solicita a las empresas cumplir con una serie de normas con el fin de asegurar la salud de los trabajadores, clientes, proveedores y toda persona que tenga alguna relación con la organización.

Aplicar estas normas ayudará a la empresa a identificar los principales peligros y riesgos a los que se encuentran expuestos, con el fin de implementar mejoras para eliminarlos de inmediato, y así dar la certeza y la confianza de que todos los espacios de la empresa son seguros para las personas que se involucren con la misma.

1.7.1 Seguridad

Según Cortés (2012), la seguridad del trabajo se entiende como la «técnica no médica de prevención cuya finalidad se centra en la lucha contra los accidentes de trabajo, evitando y controlando sus consecuencias». El fin de esta técnica, que es la lucha contra los accidentes de tránsito, es lo que permite distinguir a la Seguridad de otras técnicas no médicas de prevención, como la Higiene o la Ergonomía. La Seguridad actúa mediante dos formas fundamentales:

- Prevención: de las causas que desencadenan el accidente.
- Protección: de los trabajadores expuestos al riesgo para reducir las consecuencias del accidente.

1.7.2 Higiene industrial

Etimológicamente, el término Higiene Industrial significa “protección de la salud en el trabajo”. La definición que puede considerarse en la actualidad fue otorgada por la American Industrial Hygiene

Association en 1959, que definió a la Higiene Industrial como la “ciencia y el arte de la identificación, evaluación y control de aquellos factores o agentes ambientales, que han sido originados por el puesto de trabajo o están presentes en el mismo y pueden causar enfermedad, disminución de la salud o el bienestar, o una incomodidad significativa entre los trabajadores” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2008).

A partir de esta definición, es posible destacar los siguientes rasgos característicos de la Higiene Industrial:

- **Carácter ambiental:** el centro del estudio es el ambiente que rodea al trabajador, por tanto, es allí donde se encuentran las causas básicas de una posible enfermedad.
- **Control de la agresión:** la Higiene Industrial no solo busca identificar a los factores potencialmente agresivos en el ambiente de trabajo, sino, también, tomar control sobre ellos.

Dado que el objetivo de la Higiene Industrial es evaluar el ambiente físico de trabajo para identificar en qué medida puede afectar negativamente a los trabajadores, la técnica fundamental de actuación es la realización de una “encuesta higiénica”. Esta encuesta tiene como objetivo determinar cuál o cuáles son los agentes agresivos que están presentes en el ambiente, las causas de su generación y cualquiera otra circunstancia que pueda estar relacionada con la magnitud de los efectos patológicos que pudieran producirse (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2008).

1.7.3 Ergonomía

La ergonomía se encarga de analizar los factores que intervienen en la relación del hombre con las herramientas, máquinas y el lugar de trabajo, con la finalidad que estas sean lo más cómodas posibles para el trabajador, según Cruz y Garnica (2010). Cabe recalcar que, es importante que todos los elementos de trabajo estén diseñados en función de las cualidades y características de las personas que la integran, para de esta manera ayudar a mejorar el ambiente laboral, evitar riesgos y optimizar el rendimiento y desempeño de los operarios.

1.8 Economic Order Quantity (EOQ)

El sistema EOQ (Economic Order Quantity) o también conocido como Cantidad Económica de Pedido permite establecer un punto óptimo de pedido que ayude a minimizar los costos logísticos implicados en transporte y almacenamiento, además ayuda a evitar el desabastecimiento de los productos.

Para poder calcular el costo total involucrado en la gestión de inventarios, además del costo de los productos, se debe tomar en cuenta los costos por realizar el pedido (costo de ordenar) y los costos de almacenamiento. En la ecuación 1 se puede observar de manera más detallada el método para obtener el costo total. Si minimizamos la ecuación antes mencionada, podemos determinar la cantidad óptima de pedido, que se debe mantener en la empresa, tal y como se observa en la ecuación 2.

$$CT(q) = D * Cu + \frac{Q * i * Cu}{2} + \frac{D * A}{Q}$$

Ecuación 1: Costo total de adquisición y gestión de inventarios.

$$Q^* = \sqrt{\left(\frac{2 * A * D}{h}\right)} = \sqrt{\left(\frac{2 * A * D}{i * Cu}\right)}$$

Ecuación 2: Tamaño de lote de compra.

Donde:

D: Es la demanda anual de cada producto.

Cu: Costo unitario del producto.

i: Costo de posesión de inventarios (%).

Q: Tamaño del lote de compra.

A: Costo de adquisición o de emisión.

h: Costo de almacenamiento de los productos.

Como se mencionó anteriormente, la ecuación para determinar el costo total consta principalmente de 3 componentes. El primero de estos sirve para hallar el costo de comprar los productos y está representado por el término “D * Cu”. Por otro lado, los otros dos términos determinan las curvas del costo de mantener las placas en el almacén y el costo de hacer los pedidos. Cabe recalcar, que cuando estas dos curvas se intersectan tienen el mismo valor y se puede hallar la cantidad óptima de pedido (Q*) minimizando la función de Costo Total, tal y como se muestra en la ecuación 2.

Finalmente, a partir del modelo EOQ, se puede determinar el punto de reposición utilizando la siguiente fórmula:

$$R = dp * Lt + Z * \sigma * \sqrt{Lt}$$

Ecuación 3: Punto de reposición.

Donde:

dp: Demanda promedio diaria.

Lt: Tiempo de entrega del proveedor.

Z: Factor de seguridad dado por el nivel del servicio.

σ : Desviación estándar de la demanda diaria.

El punto de reposición ayuda a establecer una cantidad mínima de inventario que se debe de mantener antes de realizar un pedido; es decir, es el nivel de existencias que determina la necesidad de un reabastecimiento.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo, se va a presentar la situación actual de la empresa, con el fin de identificar oportunidades de mejora para sus procesos más relevantes.

La empresa en mención inició operaciones en el año 2018 y pertenece al sector de servicios de la salud. A lo largo de estos 3 años de operaciones, se ha logrado establecer en 6 centros médicos bajo el contrato de empresa tercerizadora brindando el servicio de diagnóstico por imágenes, tanto a personas como organizaciones, a partir de dos tipos de imagen: rayos X y ecografía.

2.1 Misión y visión

La empresa tiene como misión: *“Brindar un servicio eficaz y de calidad en radiodiagnóstico para satisfacer las necesidades de nuestros clientes”*.

Por otro lado, su visión es: *“Ser una empresa líder en la prestación de servicios de radiodiagnóstico a nivel nacional, a partir del trabajo articulado de excelentes profesionales”*.

2.2 Estructura organizacional

La organización se divide en 5 áreas: mantenimiento, recursos humanos, almacén, compras y administrativa.

En la figura 15, se muestra la estructura organizacional de la empresa.

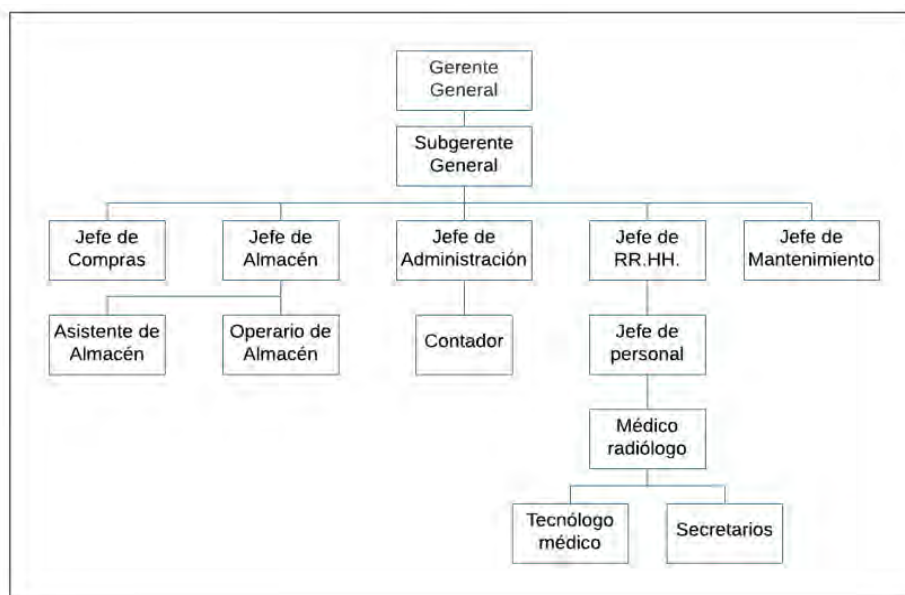


Figura 15. Organigrama de la empresa
Fuente: La empresa en estudio, 2021

Donde:

- Gerente General: Es el responsable del planeamiento estratégico de la empresa y dueño del 70% de la misma.
- Subgerente general: Es propietario del 30% de la empresa y responsable de la coordinación entre áreas. Verifica el cumplimiento de los procesos y correcto funcionamiento del servicio.
- Jefe de Almacén: Planifica el abastecimiento de insumos y materiales dentro del almacén. Además, mediante una adecuada comunicación, se cerciora de que no falten implementos en los consultorios.
- Operario de Almacén: Ordena y organiza los insumos, artículos y equipos en el almacén.
- Asistente de Almacén: Apoya en las actividades al jefe de almacén.
- Jefe de Compras: Es el encargado de planificar las compras de insumos, material hospitalario y equipos teniendo en cuenta el presupuesto aprobado y las necesidades de quienes realizan las operaciones.

- Jefe de Administración: Es responsable del cumplimiento del pago a los trabajadores.
- Contador: Elabora y presenta informes tributarios al Gerente General. Además, mantiene actualizados los libros contables de la empresa.
- Jefe de mantenimiento: Se encarga de velar por el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de ecografía y rayos X. Además, verifica el correcto funcionamiento de computadoras e impresoras.
- Jefe de Recursos Humanos: Es responsable de la contratación de empleados y sirve como nexo entre estos y la gerencia general.
- Jefe de Personal: Responsable de monitorear al personal durante su horario de trabajo para verificar el cumplimiento de las actividades y normativa relacionada al proceso. Además, toma medidas correctivas y preventivas dirigidas al personal.
- Secretarios: Digitan los informes de diagnóstico y apoyan a los técnicos y tecnólogos médicos en las actividades dentro del consultorio.
- Tecnólogos médicos: Realizan el procedimiento de tomas de rayos X cuando se solicita el servicio de radiografía.
- Médico radiólogo: Realiza la ecografía al paciente y diagnóstica en base a las imágenes médicas impresas.

2.3 Servicios que ofrece la empresa

El servicio de diagnóstico que ofrece la empresa depende del tipo de imagen que se utilice: rayos X o ecografía.

- Servicio de ecografía: La empresa realiza operaciones en dos centros médicos ubicados en los distritos del Rímac y Surco. El servicio incluye la evaluación médica y entrega de

diagnóstico al cliente basado en la ecografía. Alguno de los tipos de ecografías que realiza la empresa son:

- Ecografía de abdomen
- Ecografía de riñones y vías urinarias
- Ecografía de control gestacional
- Ecografía de partes blandas
- Ecografía transvaginal
- Ecografía de control gestacional

El tiempo de duración del servicio varía dependiendo del área del cuerpo en que se realiza la ecografía y está detallado en el anexo 1.

- Servicio de rayos X: El servicio de rayos X o radiografía es brindado por la empresa en cuatro centros médicos ubicados en Lima Metropolitana y uno en la ciudad de Moquegua. Se utiliza un equipo para radiografía digital y los resultados son entregados en un disco compacto. En caso el paciente solicite la imagen impresa, se utilizan películas radiográficas para la impresión de imágenes. En todos los centros que opera la empresa se realizan las siguientes radiografías:

- Radiografía de tórax frontal
- Radiografía de tórax lateral
- Radiografía sacrolumbar frontal
- Radiografía sacrolumbar lateral

El tiempo de duración de cada tipo de radiografía se muestra en detalle en el anexo 2.

2.4 Principales clientes

La cartera de clientes de la empresa se divide en dos grupos: organizaciones y personas, los cuales se detallan a continuación:

Organizaciones: Si bien la evaluación médica se realiza directamente sobre un individuo, la empresa también ofrece su servicio tercerizado a una clínica ocupacional que trabaja mayoritariamente con empresas mineras. El servicio de radiología está incluido en un grupo de pruebas y análisis que deben realizarse los trabajadores antes de dirigirse hacia los campamentos mineros. En este caso, los datos del paciente están asociados a la empresa de procedencia y el diagnóstico final se envía directamente a la organización.

Personas: Este es el cliente mayoritario de la empresa debido a que el servicio es brindado en 6 de los 7 centros médicos en los que opera la empresa. En este caso, el resultado del diagnóstico es entregado al paciente directamente.

2.5 Descripción del proceso principal

Para la prestación del servicio de diagnóstico por imágenes por parte de la empresa se deben llevar a cabo las siguientes actividades:

- **Recepción del paciente:** Una vez que el paciente ha hecho efectivo su pago a la empresa que terceriza el servicio, se dirige al consultorio para realizarse el examen médico. Aquí, el secretario recepciona el comprobante que contiene los datos del paciente.
- **Registro de datos personales:** El secretario ingresa los datos del paciente a la computadora para el registro interno de la empresa. Además, esta información es necesaria para la elaboración del informe que incluye el diagnóstico.

- Preparación del paciente: Una vez el paciente se encuentra dentro del consultorio, recibe las indicaciones del profesional para su preparación dependiendo del tipo de evaluación a realizar.
- Ejecución de examen médico: En el caso del servicio de ecografía, el profesional evalúa las zonas del cuerpo a partir de las imágenes que se generan en el monitor del ecógrafo, las cuales son transmitidas por el transductor en contacto con la piel. Por otro lado, para el servicio de rayos X, el profesional posiciona al paciente frente a la máquina con la parte del cuerpo a evaluar pegada a la mesa de apoyo.
- Limpieza del material utilizado: Luego de realizar el examen, el profesional debe asegurarse de limpiar correctamente el material utilizado para una próxima evaluación. En el caso de las ecografías, debe colocarse una nueva sabanilla de papel encima de la camilla, limpiar el gel de los transductores. Por otro lado, en el caso de las radiografías, debe desinfectarse el material en contacto con el paciente durante la toma radiográfica.
- Elaboración de informe: El médico radiólogo evalúa las placas radiográficas digitales o la ecografía impresa, dependiendo del tipo de imagen empleada, para realizar el diagnóstico del paciente. Esta información es transmitida al secretario o digitador, quien redacta el informe.
- Entrega de resultados al paciente: En el caso de que el cliente sea parte de una organización, los resultados son entregados al finalizar el día a la empresa correspondiente. Por otro lado, si se trata de una persona, el resultado debe entregarse, como máximo, 30 minutos después de realizado el examen.

El flujograma del proceso se presenta en el anexo 3.

Adicionalmente, hay otros factores claves que influyen en la prestación del servicio como los proveedores, clientes, entradas y salidas del proceso cuyas definiciones son detalladas a continuación:

- Proveedores: Son quienes suministran lo requerido para realizar las operaciones contempladas en el proceso descrito. En el caso de la empresa en estudio, sus proveedores son:
 - Área de recursos humanos
 - Proveedor de insumos
 - Proveedor de artículos de oficina
 - Proveedor de equipos de protección personal
 - Proveedor de máquinas
- Clientes: Los clientes finales de la empresa son las personas u organizaciones que reciben los diagnósticos acompañados de las imágenes generadas durante el examen.
- Entradas: Son los recursos necesarios para el desarrollo del proceso principal identificado en la empresa asegurando un servicio de calidad. A continuación, se mencionan los inputs:
 - Profesionales de la salud
 - Insumos
 - Equipos de protección personal
 - Ecógrafos
 - Equipos de rayos X
 - Secretarios o digitadores

- Artículos de escritorio

- Salidas: Una vez culminado el proceso, los clientes de reciben un diagnóstico certero acompañado de las imágenes radiográficas o ecografías, según el tipo de examen realizado.

Esta información permite la elaboración de la figura 16 haciendo uso de la herramienta SIPOC.

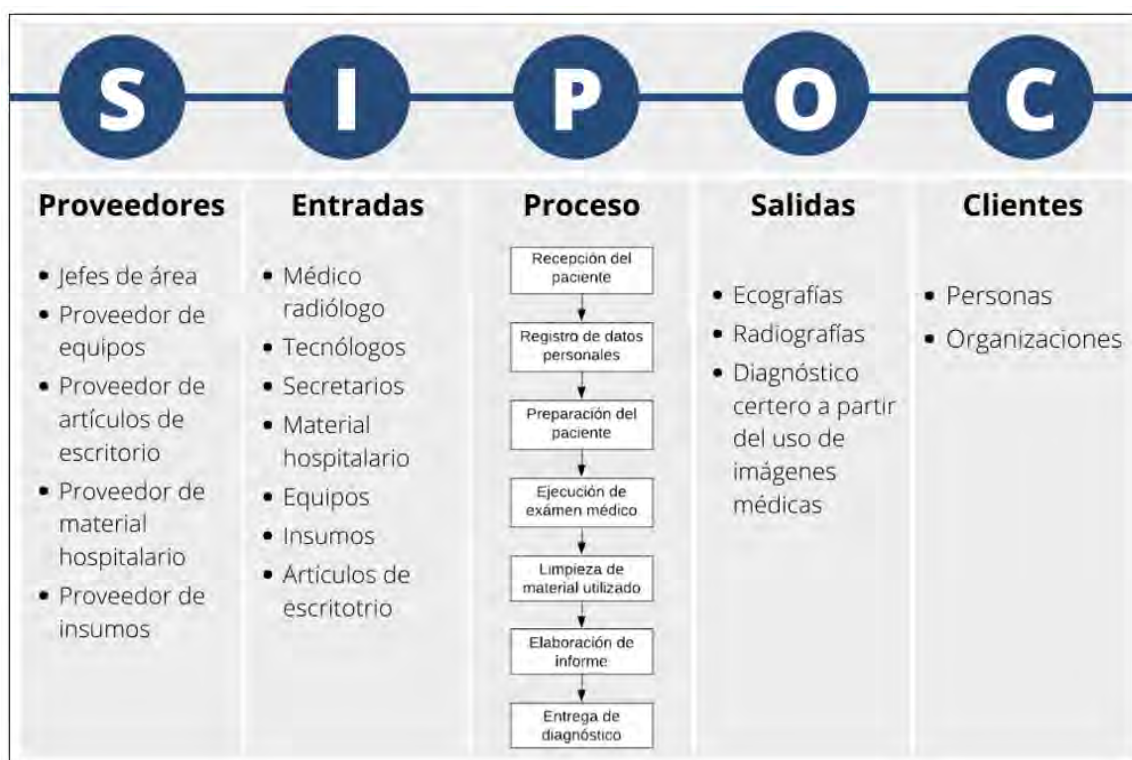


Figura 16. Descripción del proceso con la herramienta SIPOC

Fuente: La empresa en estudio, 2021

2.6 Cadena de Valor

En la figura 17, se muestra de manera gráfica la cadena de valor de la empresa en la que es posible identificar las actividades primarias y de soporte que aportan un valor diferenciador a su servicio de diagnóstico por imágenes. De modo que, es válido decir que algunos de los eslabones que aportan mayor valor son los diagnósticos certeros a partir de maquinaria de alta tecnología y las estrategias de marketing que permiten atraer nuevos clientes y fidelizar a los

antiguos. Por otro lado, su eslabón más débil es contar con un único proveedor de insumos ya que, hay una preocupación latente por el riesgo de suministro.



Figura 17. Cadena de valor de la empresa

Fuente: La empresa

2.7 Gestión de inventarios

En este subcapítulo, se describe cómo es la cadena de abastecimiento de la empresa y se detalla a cerca de la gestión de inventarios.

2.7.1 Modelo de la cadena de abastecimiento

La cadena de abastecimiento de la empresa inicia con la compra de insumos, equipos de protección personal y materiales de escritorio. Estos son llevados por los proveedores al almacén de la empresa ubicado en el centro de Lima. Una vez que el inventario se actualiza y se registran las necesidades de los distintos centros médicos, se continúa con la distribución de los productos hacia todos los consultorios. De esta manera, los empleados pueden continuar empleando los recursos para brindar el servicio de salud.

En la figura 18, se representa gráficamente la cadena de suministro de la empresa.

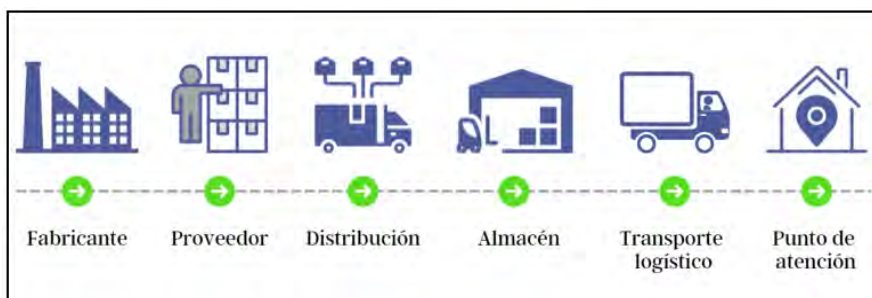


Figura 18. Cadena de suministro de la empresa
Fuente: La empresa

2.7.2 Descripción de los recursos que se utilizan

Los recursos que utiliza la empresa para brindar el servicio son: insumos, artículos de escritorio, equipos de protección personal y máquinas.

- **Insumos:** Estos recursos son empleados durante la realización de las ecografías y radiografías. Son adquiridos a través de un único proveedor que abastece a los 7 centros médicos mensualmente. La empresa considera un stock de seguridad del 5% para cada insumo a fin de cubrir posibles fluctuaciones en la demanda.
- **Artículos de escritorio:** Son empleados por el área administrativa y los digitadores para las actividades que involucra la elaboración de los informes con el diagnóstico del paciente. Estos se adquieren en la tienda mayorista “Tai Loy” periódicamente en tamaño de pedidos pequeños.

En la tabla 1, se muestran las cantidades solicitadas mensualmente de insumos y artículos de oficina para cubrir las necesidades del servicio de ecografía. Del mismo modo, en la tabla 2, se muestran las del servicio de rayos X.

Tabla 01. Pedido mensual de insumos y artículos de escritorio para el servicio de ecografía

Nro.	Descripción	Cantidad	UM
1	Gel para ultrasonido	2	galón ¹
2	Preservativos	50	unidad
3	Papel sabanilla	6	rollo
4	Papel toalla	16	rollo
5	Papel bond A4	2	millar
6	Sobre blanco	1000	unidad
7	Tinta para impresora color negro	2	unidad
8	Lapicero azul	4	unidad
9	Tinta para sello	2	unidad
10	Grapas	2	caja

Fuente: La empresa, 2021

Tabla 02. Pedido mensual de insumos y artículos de escritorio para el servicio de rayos X

Nro.	Descripción	Cantidad	UM
1	Película radiográfica digital (14x14cm)		unidad
4	Papel bond A4	3	millar
5	Sobre de manila tamaño A3	100	unidad
6	Sobre de manila tamaño A4	100	unidad
7	Sobre de manila tamaño extraoficio	100	unidad
8	Tinta para impresora color negro	2	unidad
9	Grapas	2	caja
10	Disco compacto (CD)	200	unidad

Fuente: La empresa, 2021

- Máquinas: El diagnóstico es posible a partir del uso de dos máquinas: ecógrafo y tomógrafo.

La empresa cuenta con dos ecógrafos y cinco tomógrafos distribuidos en los siete centros médicos que brinda su servicio. Dada la complejidad y costo de estos equipos, la decisión de adquirir nuevas unidades está a cargo de la gerencia de la empresa.

¹ Cada galón de gel de ultrasonido tiene 5 litros.

CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En el presente capítulo, se realiza el diagnóstico de la situación actual con el fin de identificar posibles oportunidades de mejora que puedan ser implementadas por la empresa. En primer lugar, se evalúan los factores internos y externos que impactan en la empresa mediante un análisis FODA. Luego, se justifica la elección de las sedes de estudio. Después, se aplica el método Servqual para conocer las brechas entre las expectativas y percepciones de los dos servicios brindados. Finalmente, se identifican las causas raíz de los principales problemas a partir del Diagrama de Ishikawa y la técnica de los 5 porqués.

3.1 Análisis FODA

En la figura 19, se muestra el análisis FODA de la empresa, en el que se evalúan los factores internos y externos que, en conjunto, impactan positiva o negativamente en la organización.

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <p>F1: Gran número de personas que requieren el servicio. F2: Capacitaciones continuas al personal para un mejor desarrollo profesional. F3: Interés y recursos para expansión en otras ciudades del país. F4: Los precios del servicio son similares o menores al promedio del mercado.</p>	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <p>O1: Tasa de crecimiento del 5%, a nivel mundial, en la demanda del servicio de imágenes médicas. O2: Innovación tecnológica que permite brindar un diagnóstico más certero. O3: Incremento en la demanda del servicio al interior del país. O4: Certificación ISO para prestigio y ventaja en el mercado.</p>
<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <p>D1: Falta de correcta supervisión durante la prestación del servicio. D2: No hay un adecuado manejo de inventarios de materiales, insumos y artículos de escritorio. D3: Falta de mantenimiento de computadoras y máquinas.</p>	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <p>A1: Empresas que ofrecen el mismo servicio con mejor tecnología. A2: Pérdida de ingresos de pacientes que no cuentan con recursos para atención privada. A3: Medidas de bioseguridad más estrictas que pueden generar penalidades a la empresa.</p>

Figura 19. Análisis FODA de la empresa

Fuente: La empresa, 2021

Además, se presenta la evaluación cuantitativa de los factores internos y externos a la empresa en las tablas 3 y 4. En la matriz de factores internos, el peso ponderado de las fortalezas es 2,39

mientras que, el peso ponderado de las debilidades resulta 0,61. Esto quiere decir que, el conjunto de fuerzas internas de la empresa resulta favorable.

Por otro lado, en la matriz de factores externos se obtiene un peso ponderado total de 3,13 que lo posiciona por encima de la media en cuanto al esfuerzo que realiza la empresa para servirse de las oportunidades y saber dar frente a las amenazas. Además, el peso ponderado de las oportunidades es mayor al de las amenazas, por lo que, el medio externo también es favorable para la empresa.

Tabla 03. Matriz de evaluación de factores internos de la empresa

Factor a evaluar	Peso	Calificación	Peso ponderado
Fortalezas			
F1: Gran número de personas que requieren el servicio	0.30	4	1.20
F2: Capacitaciones continuas al personal para un mejor desarrollo profesional	0.17	2	0.34
F3: Interés y recursos para expansión en otras ciudades del país	0.10	4	0.40
F4: Precios del servicio por debajo del promedio del mercado	0.15	3	0.45
Debilidades			
D1: Falta de correcta supervisión durante la prestación del servicio	0.05	3	0.15
D2: No hay un adecuado manejo de inventarios de materiales, insumos y artículos de escritorio	0.10	2	0.20
D3: Falta de mantenimiento de computadores y máquinas	0.13	2	0.26
	1.00		3.00

Fuente: La empresa, 2021

Tabla 04. Matriz de evaluación de factores externos de la empresa

Factor a evaluar	Peso	Calificación	Peso ponderado
Oportunidades			
O1: Tasa de crecimiento del 5% en la demanda del servicio de imágenes médicas	0.25	4	1.00
O2: Innovación tecnológica que permite brindar un diagnóstico más certero	0.20	3	0.60
O3: Incremento en la demanda del servicio al interior del país	0.15	3	0.45
O4: Certificación ISO para prestigio y ventaja en el mercado	0.15	3	0.45
Amenazas			
A1: Empresas que ofrecen el mismo servicio con mejor tecnología	0.13	3	0.39
A2: Pérdida de ingresos de pacientes que no cuentan con recursos para atención privada	0.05	2	0.10
A3: Medida de bioseguridad más estrictas que pueden generar penalidades a la empresa	0.07	2	0.14
	1		3.13

Fuente: La empresa, 2021

3.2 Justificación de las sedes de estudio

En primer lugar, dado que la empresa presta su servicio de radiología y ecografía en 6 centros médicos, se ha seleccionado aquellos dos en los que se atiende a un mayor número de pacientes. Esta decisión se realiza teniendo en cuenta, que el número de pacientes atendidos es directamente proporcional a los ingresos de la empresa.

De acuerdo a las figuras 20 y 21, se obtiene que las sedes con mayor atención son: San Borja y Rímac, en las cuales se brindan los servicios de Rayos X y Ecografías, respectivamente.

En la figura 19, se puede observar una diferencia significativa entre el número de pacientes que se atienden en el centro médico de San Borja y los demás. Esto se debe, principalmente, al horario de atención establecido en cada sede.

Además, es importante resaltar que la diferencia en el número de pacientes promedio de cada servicio se debe a que el servicio de ecografía atiende menor cantidad de horas diarias y la sede de Surco ha iniciado sus operaciones en las en marzo del 2021, razón por la cual, a la fecha, aún no ha logrado fidelizar a sus clientes.

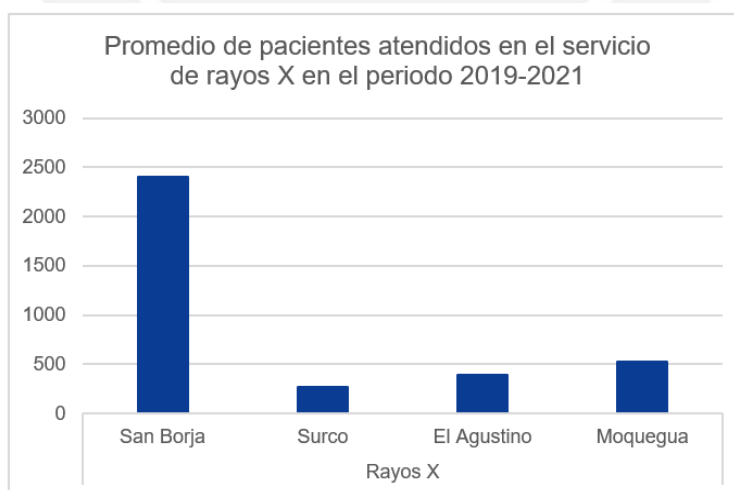


Figura 20. Promedio mensual de pacientes atendidos en el servicio de Rayos X, periodo 2019 - 2021

Fuente: La empresa

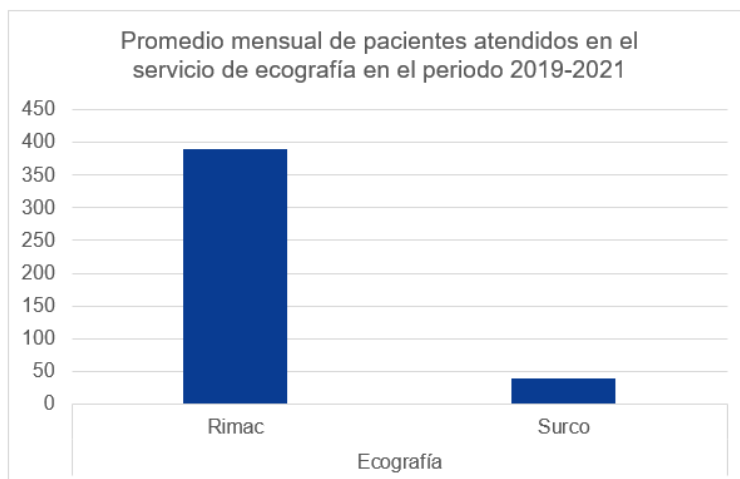


Figura 21. Promedio mensual de pacientes atendidos en el servicio de Ecografía, periodo 2019 - 2021

Fuente: La empresa

En segundo lugar, al ser una empresa de servicios, su proceso operativo engloba todas las acciones involucradas en la prestación del servicio. A partir de esto, se decide evaluar la calidad del servicio desde el punto de vista del cliente y contrarrestar las respuestas con la información interna de la empresa, a fin de identificar los principales problemas en ambas sedes y encontrar las causas raíz.

3.3 Identificación de problemas y análisis de información

En esta sección se evalúa la calidad de los servicios de Rayos X y Ecografía desde el punto de vista del cliente empleando el modelo Servqual. Luego, se analiza la información obtenida para conocer los problemas de cada servicio.

3.3.1 Calidad en el servicio de diagnóstico

A fin de evaluar la calidad del servicio de diagnóstico y conocer las expectativas de los pacientes, se ha empleado el modelo Servqual siguiendo la guía técnica para la evaluación de la satisfacción del usuario externo en establecimientos de salud del MINSA (2011).

En primer lugar, se definen las 5 dimensiones teniendo en cuenta el tipo de servicio que brinda la empresa:

- **Fiabilidad:** Implica que el servicio de diagnóstico se realice de forma fiable y cumpliendo el plazo estipulado para la entrega de resultados.
- **Sensibilidad:** Es la disposición que presentan los trabajadores de la empresa para ayudar a los pacientes en caso presenten inconvenientes o quejas.
- **Seguridad:** Relacionado con la experticia de los trabajadores y su habilidad para inspirar confianza en los pacientes durante la atención. Además, implica realizar la toma de imágenes cuidando la integridad del paciente.
- **Empatía:** Refiere a la atención personalizada en cuanto a la sede de atención y características de los pacientes, quienes pueden presentar alguna discapacidad o edad avanzada.
- **Elementos tangibles:** Hace referencia a la apariencia del personal en cuanto al uso de uniformes y equipos de protección. Además, esta dimensión evalúa la apariencia de las instalaciones y consultorios de atención.

En segundo lugar, se opta por utilizar la brecha 5 para evaluar las expectativas del cliente frente a sus percepciones, ya que esta engloba las otras 4 brechas.

A partir de esto, en las tablas 6 y 7, se presentan los diseños de los cuestionarios de expectativas y percepciones que constan de 22 conceptos relacionados a las 5 dimensiones, los cuales deben ser cuantificados con un valor del 1 al 7 por el cliente. La descripción de cada valoración se muestra en la tabla 5.

Tabla 05: Escala de valoración de los conceptos del cuestionario

Valoración	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo

2	Mayormente en desacuerdo
3	En desacuerdo
4	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
5	De acuerdo
6	Mayormente de acuerdo
7	Totalmente de acuerdo

Para la determinación del tamaño de la muestra, se han definido los valores para los parámetros que se encuentran en las tablas 8 y 9, los cuales dependen principalmente de la cantidad promedio de personas que reciben el servicio de Rayos X y Ecografía de los centros médicos seleccionados. Aquí, se obtuvo que la muestra necesaria para el servicio de Rayos X es de 96 personas, mientras que, para el servicio de Ecografía se requieren 82 respuestas del cuestionario.

Los modelos de los cuestionarios de expectativas y percepciones se muestran en el anexo 4 y 5.

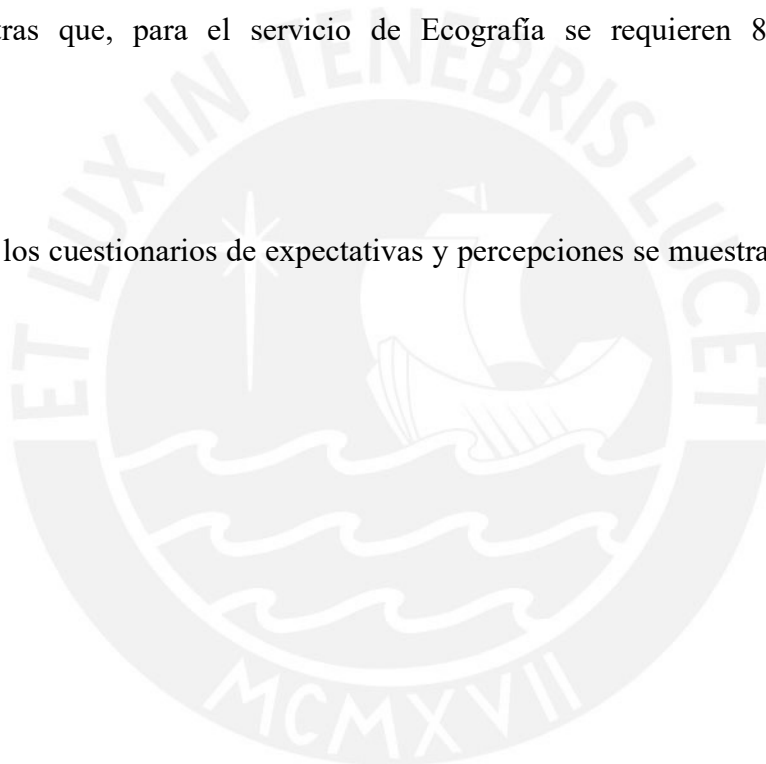


Tabla 06. Cuestionario de expectativas del paciente (modelo Servqual)

Dimensión	Concepto	1	2	3	4	5	6	7
Fiabilidad	1. Que el servicio se realice en la hora pactada							
	2. Que los empleados tengan interés por resolver algún problema que se presente							
	3. Que el médico le inspire confianza durante la atención							
	4. Que el diagnóstico brindado no sea erróneo							
	5. Que se le oriente sobre los requisitos previos al examen							
Sensibilidad	6. Que usted comprenda la información brindada por el profesional de salud							
	7. Que el profesional brinde información previa a la realización del servicio							
	8. Ante una solicitud, los empleados reaccionan de manera rápida							
	9. Que los empleados muestren disponibilidad para ayudar							
Seguridad	10. Que se sienta seguro dentro de las instalaciones							
	11. Que haya seguridad de dejar las pertenencias dentro del consultorio							
	12. Que el profesional brinde equipos de protección personal durante la evaluación							
	13. Que el profesional muestre experticia en sus labores en cuanto al diagnóstico							
Empatía	14. Que la empresa brinde atención individualizada al paciente							
	15. Que los empleados comprendan las necesidades específicas de cada paciente							
	16. Que los trabajadores presenten amabilidad y buen trato durante la atención							
	17. Que los horarios de atención sean convenientes para todos los tipos de clientes							
	18. Que el profesional le brinde orientación o sugerencias en cuanto al tratamiento							
Elementos tangibles	19. Que los profesionales de la salud utilicen equipos de protección y uniforme							
	20. Que el consultorio se encuentre limpio							
	21. Que los equipos y máquinas tengan apariencia moderna							
	22. Que el área de digitación presente orden y limpieza							

Tabla 07. Cuestionario de percepciones del paciente (modelo Servqual)

Dimensión	Concepto	1	2	3	4	5	6	7
Fiabilidad	1. El servicio se realizó en la hora pactada							
	2. Los empleados tienen interés por resolver algún problema que se le presenta							
	3. El médico le inspira confianza durante la atención							
	4. El diagnóstico brindado no es erróneo							
	5. Se le orientó sobre los requisitos previos al examen							
Sensibilidad	6. Usted comprendió la información brindada por el profesional de salud							
	7. El profesional brindó información previa a la realización del servicio							
	8. Ante una solicitud, los empleados reaccionaron de manera rápida							
	9. Los empleados muestran disponibilidad para ayudar							
Seguridad	10. Se sintió seguro dentro de las instalaciones							
	11. Sintió seguridad de dejar sus pertenencias dentro del consultorio							
	12. El profesional le brindó equipos de protección personal durante la evaluación							
	13. El profesional muestra experticia en sus labores en cuanto al diagnóstico							
Empatía	14. La empresa brinda atención individualizada al paciente							
	15. Los empleados comprenden las necesidades específicas de cada paciente							
	16. Los trabajadores presentan amabilidad y buen trato durante la atención							
	17. Los horarios de atención son convenientes para todos los tipos de clientes							
	18. El profesional le brinda orientación o sugerencias en cuanto al tratamiento							
Elementos tangibles	19. Los profesionales de la salud utilizan equipos de protección y uniforme							
	20. El consultorio se encuentra limpio							
	21. Los equipos y máquinas tienen apariencia moderna							
	22. El área de digitación presenta orden y limpieza							

Tabla 08. Determinación de tamaño de muestra para evaluación de servicio de Rayos X

p	Proporción de usuarios externos que espera que se encuentren insatisfechos	0.50
q	Proporción de usuarios externos que espera que se encuentren satisfechos	0.50
e	Error estándar	0.10
Z	Valor de Z para intervalo de confianza	1.96
N	Población de usuarios externos atendidos en el último semestre en el servicio de Rayos X	18333
n	Tamaño de muestra	95.54

Tabla 09. Determinación del tamaño de muestra para evaluación del servicio de Ecografía

p	Proporción de usuarios externos que espera que se encuentren insatisfechos	0.50
q	Proporción de usuarios externos que espera que se encuentren satisfechos	0.50
e	Error estándar	0.10
Z	Valor de Z para intervalo de confianza	1.96
N	Población de usuarios externos atendidos en el último semestre en el servicio de Ecografía	515
n	Tamaño de muestra	81.08

3.3.1.1 Evaluación de satisfacción en el servicio de Rayos X

Luego de haber encuestado a los pacientes del servicio de Rayos X en el centro médico de San Borja, se organizó la información recibida para obtener la valoración promedio de las 22 preguntas en cada cuestionario. La cuantificación de las preguntas de las 5 dimensiones se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Evaluación cuantitativa de la satisfacción del cliente en el servicio de Rayos X

		Evaluación cuantitativa		Brecha
		Expectativa promedio	Percepción promedio	
Fiabilidad	P1	6.07	4.85	-1.219
	P2	5.49	5.51	0.021
	P3	5.71	5.75	0.042
	P4	6.18	6.27	0.094
	P5	5.67	5.51	-0.156
Sensibilidad	P6	5.61	5.66	0.042
	P7	5.47	5.50	0.031
	P8	5.52	5.49	-0.031
	P9	5.71	5.47	-0.240
Seguridad	P10	5.80	5.88	0.073
	P11	5.85	6.06	0.208
	P12	5.53	5.54	0.010
	P13	5.79	5.88	0.083
Empatía	P14	5.54	5.36	-0.177
	P15	5.53	5.58	0.052
	P16	5.60	5.48	-0.125
	P17	5.61	5.64	0.021
	P18	5.60	5.73	0.125
Elementos tangibles	P19	5.65	6.14	0.490
	P20	6.02	6.15	0.125
	P21	5.28	5.78	0.500
	P22	6.02	6.05	0.031

El término brecha hace referencia a la satisfacción del cliente con el servicio recibido. En ese sentido, cuando la brecha es negativa, las expectativas del cliente no han sido superadas: mientras que, cuando la brecha es positiva, el cliente está satisfecho con el servicio brindado.

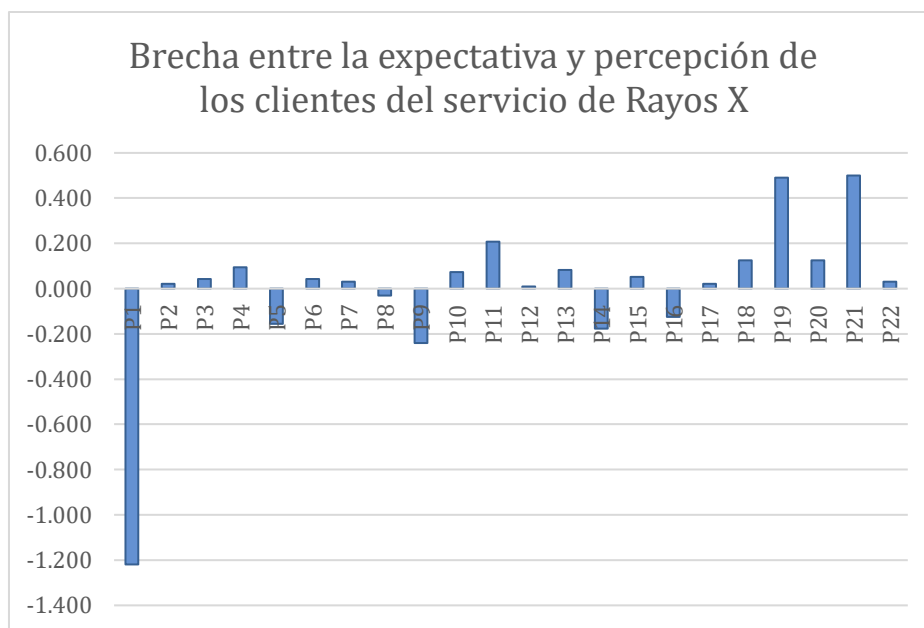


Figura 22. Brecha entre expectativa y percepción de los clientes del servicio de Rayos X

A partir de la figura 22, se puede decir que las dimensiones de fiabilidad y empatía están impactando negativamente en la satisfacción del cliente debido a que la atención de los pacientes no se realiza en el horario pactado y los trabajadores se muestran muy ocupados para atender las necesidades o solicitudes de ayuda de los pacientes.

3.3.1.2 Evaluación de satisfacción en el servicio de Ecografía

Luego de haber encuestado a 82 clientes que han recibido el servicio de Ecografía en el centro médico del Rímac, se obtuvo la expectativa promedio y percepción promedio en relación a las 22 preguntas del cuestionario. Esta información se muestra la tabla 11.

Tabla 11. Evaluación cuantitativa de la satisfacción del cliente en el servicio de Ecografía

		Evaluación cuantitativa		
		Expectativa promedio	Percepción promedio	Brecha
Fiabilidad	P1	5.39	5.53	0.146
	P2	4.74	4.89	0.146
	P3	4.96	5.05	0.094
	P4	5.34	5.50	0.156
	P5	4.85	4.96	0.104
Sensibilidad	P6	4.83	4.94	0.104
	P7	4.70	4.83	0.135
	P8	4.77	4.80	0.031
Seguridad	P9	4.85	4.89	0.031
	P10	5.00	5.05	0.052
	P11	5.05	5.13	0.073
Empatía	P12	4.93	4.43	-0.500
	P13	5.00	5.14	0.135
	P14	4.78	4.82	0.042
	P15	4.78	4.88	0.094
	P16	4.85	4.85	0.000
Elementos tangibles	P17	4.86	4.90	0.031
	P18	4.82	4.86	0.042
	P19	4.86	4.07	-0.792
	P20	5.32	4.64	-0.688
	P21	4.49	5.06	0.573
	P22	5.28	4.41	-0.875

A partir de la figura 23, es válido decir que el mayor impacto negativo recae en la dimensión de elementos tangibles. Además, según los clientes, el personal no emplea uniforme y, en ocasiones, no brindan equipos de protección durante la evaluación.

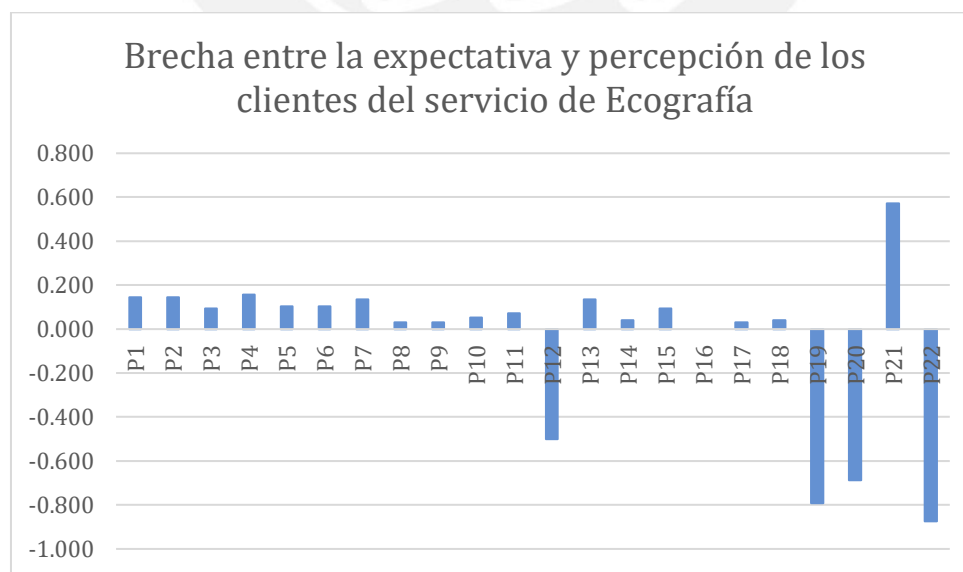


Figura 23. Brecha entre expectativa y percepción de los clientes del servicio de Ecografía

3.4 Identificación de causas críticas del problema

A partir de la evaluación de satisfacción del cliente, se propone utilizar las herramientas de Ishikawa y los 5 porqués para identificar las causas críticas de los problemas encontrados. Luego de ello, mediante un diagrama de Pareto se evalúa cuáles son las principales causas que generan una pérdida en la calidad del servicio de diagnóstico.

3.4.1 Causas críticas en el servicio de Rayos X

En la evaluación anterior, que estuvo dirigida a los clientes, se identificaron los siguientes problemas:

1. El servicio de rayos x no se realiza en la hora pactada
2. Los trabajadores están muy ocupados para atender las necesidades del cliente

A raíz de esto, se propuso realizar un Brainstorming con el personal para obtener las posibles causas de estos dos problemas presentados. Luego, se han elaborado dos diagramas de Ishikawa, que se muestran en la figura 24 y figura 25, para organizar las ideas brindadas por el personal.

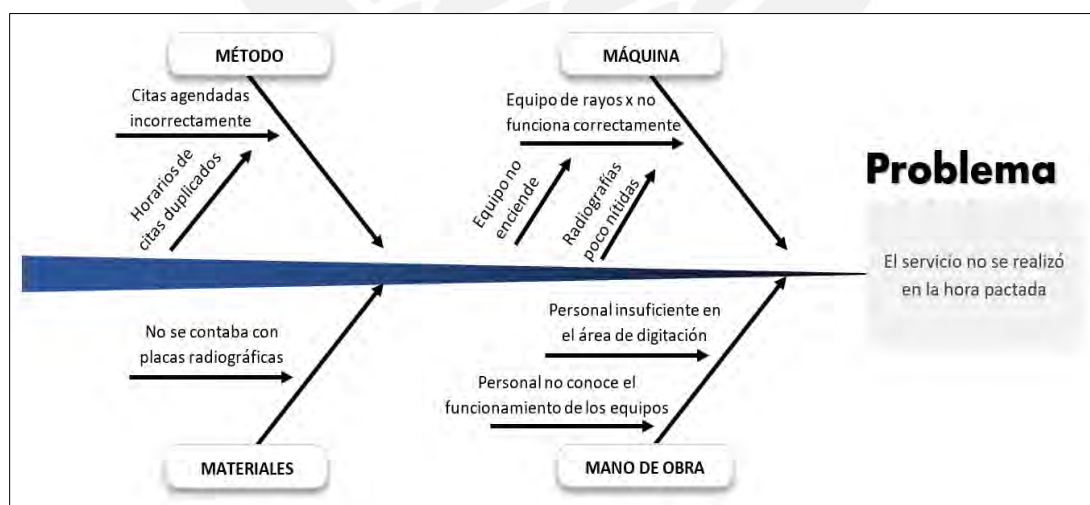


Figura 24. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 1 del servicio de Rayos X

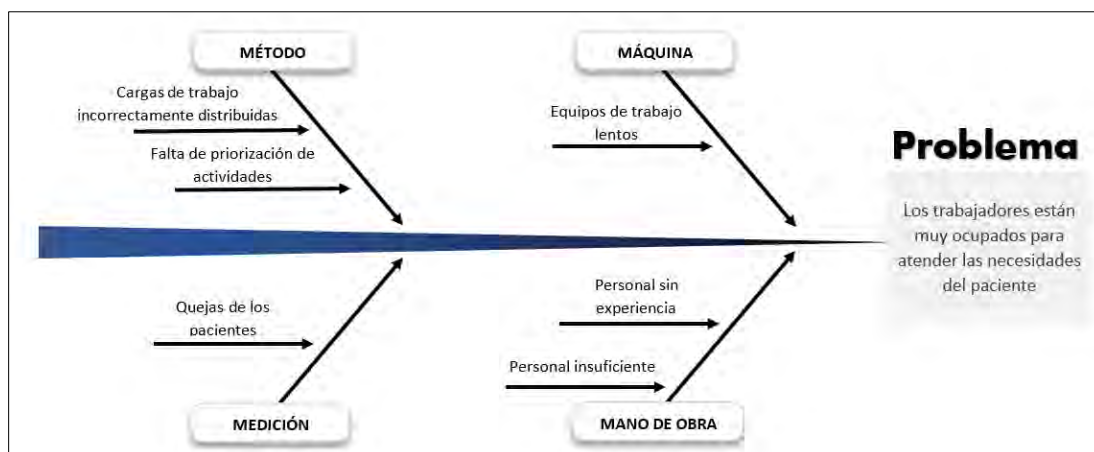


Figura 25. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 2 del servicio de Rayos X

A partir de la figura 24, se obtuvo las siguientes posibles causas que originan el problema 1 del servicio de Rayos X:

- Citas agendadas incorrectamente
- El equipo de Rayos X no funciona correctamente
- No había la cantidad suficiente de placas radiográficas
- Personal insuficiente en el área de digitación
- Personal no conoce el funcionamiento de los equipos

A partir de la figura 25, se han obtenido las siguientes posibles causas que originan el problema 2 del servicio de Rayos X:

- Cargas de trabajo incorrectamente distribuidas
- Falta de priorización de actividades por parte del personal del consultorio
- Pérdida de tiempo en resolver quejas de los pacientes
- Personal que no tiene suficiente experiencia
- Personal insuficiente en la zona de trabajo

Luego, se ha utilizado la herramienta de los 5 porqués para conocer las causas raíz de estos problemas. En la tabla 12 se muestran las preguntas elaboradas en cada fase.

Tabla 12. 5 porqués de los problemas del servicio de Rayos X

Problema a resolver	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado
Problema 1: El servicio no se realiza en la hora pactada	Citas agendadas incorrectamente	Porque hay citas agendadas con la misma fecha y hora	Porque el secretario demora en el proceso de toma de datos	Porque la actividad no puede realizarse en menos tiempo	Porque el proceso de registro de citas no está automatizado	Implementar un sistema de automatización del registro de citas
	Equipo de Rayos X no funciona correctamente	Porque se obtienen placas radiográficas borrosas	Porque hay una incorrecta configuración de los parámetros	Porque los parámetros no han sido revisados periódicamente	Porque no existe un plan de mantenimiento de equipos	Implementar un Plan de Mantenimiento Total (TPM)
	No se cuenta con placas radiográficas	Porque se estimó erróneamente la cantidad de clientes atendidos	Porque la empresa no tiene una correcta gestión de inventarios de materiales			Proponer la implementación de un Sistema MRP
	Personal insuficiente en el área de digitación	Porque existe demora en el proceso	Porque hay una sobrecarga de actividades	Porque se no se tienen identificadas todas las actividades a realizar	Porque no se ha implementado una estrategia de comunicación	Implementación de la metodología SCRUM
	Personal no conoce el funcionamiento de los equipos	Porque no les enseñaron a usar correctamente los equipos	Porque no existe un plan de capacitación			Implementar un Plan de Capacitación para el cuidado y uso de los equipos
Problema 2: Los trabajadores están muy ocupados para atender las necesidades del paciente	Cargas de trabajo incorrectamente distribuidas	Porque se no se tienen identificadas todas las actividades a realizar	Porque no hay una correcta comunicación	Porque no se ha implementado una estrategia de comunicación		Implementación de la metodología SCRUM
	Falta de priorización de actividades	Porque los trabajadores consideran que hay actividades que son menos interesantes	Porque no están comprometidos con el objetivo de la empresa	Porque no se identifican con la empresa		Implantar sistemas de motivación y responsabilidades
	Equipos de trabajo lentos	Porque no les hacen un mantenimiento preventivo	Porque no existe un plan de mantenimiento de equipos			Implementar un Plan de Mantenimiento Total (TPM)
	Quejas de los pacientes	Porque hay demora en la atención	Porque los equipos son lentos	Porque no les hacen un mantenimiento preventivo	Porque no existe un plan de mantenimiento de equipos	Implementar un Plan de Mantenimiento Total (TPM)
	Personal sin experiencia	Porque no conocen todas las actividades que deben de realizar	Porque no les explicaron el detalle de todas sus funciones	Porque no existe un plan de capacitación		Implementar un Plan de Capacitación para el cuidado y uso de los equipos
	Personal insuficiente	Porque existe demora en el proceso	Porque hay una sobrecarga de actividades	Porque se no se tienen identificadas todas las actividades a realizar	Porque no se ha implementado una estrategia de comunicación	Implementación de la metodología SCRUM

De acuerdo a lo presentado en la tabla 12, las causas raíz de los problemas que afectan a la calidad del servicio de Rayos X son las siguientes:

- 1: Ausencia de automatización del registro de citas
- 2: Falta de estrategia de comunicaciones
- 3: Falta de un plan de mantenimiento de equipos
- 4: Mala gestión de inventarios de materiales
- 5: Falta de un plan de capacitación

También, se considera necesario utilizar un diagrama de Pareto para organizar y priorizar las causas críticas. Para ello, mediante entrevistas presenciales y telefónicas, se le solicitó al personal involucrado en la prestación del servicio que evalúen el impacto de cada causa raíz de acuerdo a la tabla 13.

Tabla 13. Clasificación de los impactos

Valor	Impacto
0	No impacta
1	Impacto reducido
2	Impacto medio
3	Impacto significativo

A raíz de ello, se obtuvo la tabla 14, que muestra el impacto total de cada una de las causas raíz identificadas. Luego, en la tabla 15, se han ordenado las causas, de mayor a menor, de acuerdo al impacto total de cada una y, se ha calculado el porcentaje unitario y acumulado.

Tabla 14. Impacto total de cada causa raíz del servicio de Rayos X

Causa	Gerente general	Subgerente general	Médico radiólogo	Tecnólogo médico	Digitador 1	Digitador 2	Impacto total
1	2	2	1	1	1	1	8
2	1	1	2	1	2	2	9
3	3	3	3	3	3	3	18
4	3	3	2	3	3	3	17
5	2	1	1	1	1	1	7

Tabla 15. Tabla de priorización de las causas raíz del servicio de Rayos X

Causa	Impacto total	Impacto acumulado	Porcentaje unitario	Porcentaje acumulado
3	18	18	31%	31%
4	17	35	29%	59%
2	9	44	15%	75%
1	8	52	14%	88%
5	7	59	12%	100%

Finalmente, en la figura 26, se presenta el diagrama de Pareto para las causas raíz del servicio de Rayos X. Aquí, se puede observar que las causas 3 y 4 representan el mayor impacto, el cual equivale a casi el 60% del porcentaje acumulado.

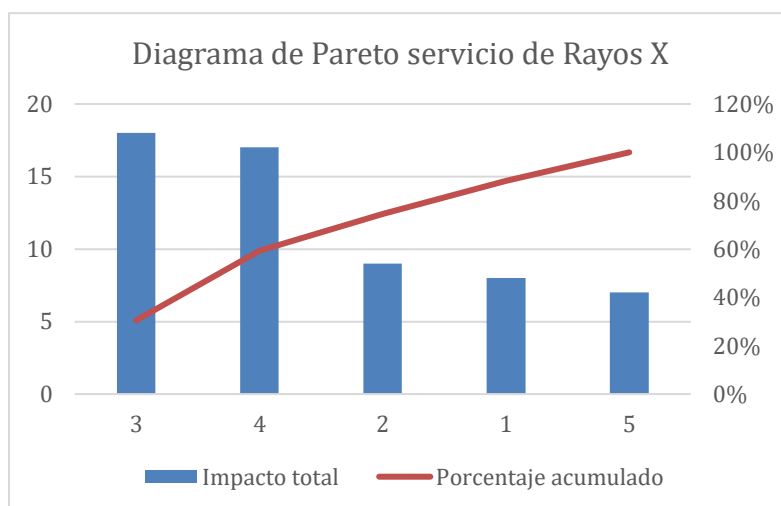


Figura 26. Diagrama de Pareto de las causas raíz del servicio de Rayos X

3.4.2 Causas críticas en el servicio de Ecografía

De acuerdo a lo obtenido en los cuestionarios de expectativas y percepciones dirigidos a los clientes del servicio de Ecografía, se identificaron los siguientes problemas:

1. El consultorio y área de digitación no presentan orden y limpieza
2. Los trabajadores no utilizan uniforme y no brindan equipos de protección a los pacientes

Luego, se han elaborado dos diagramas de Ishikawa, que se muestran en la figura 27 y figura 28, para organizar las ideas brindadas por el personal.

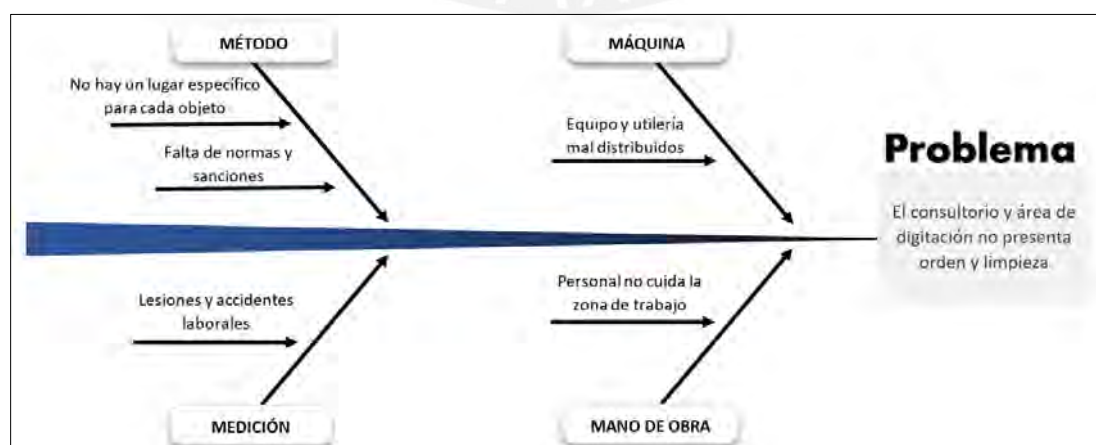


Figura 27. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 1 del servicio de Ecografía

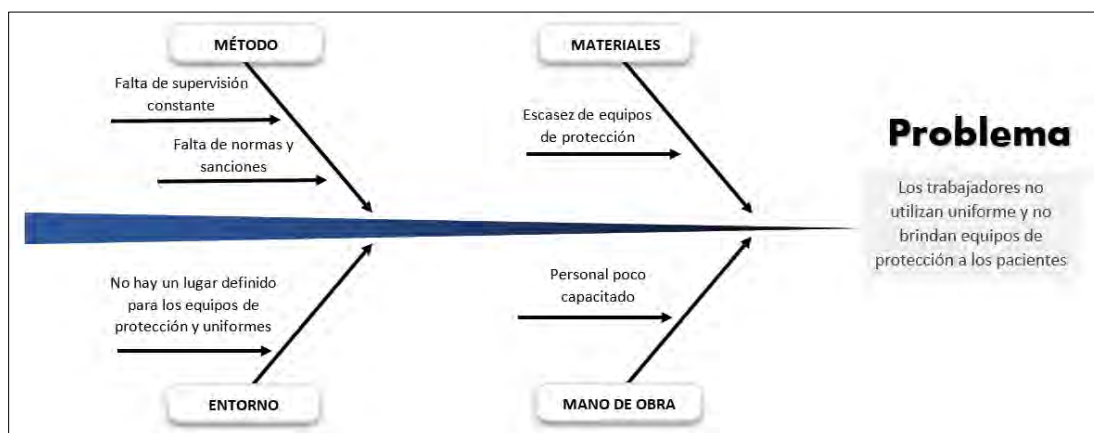


Figura 28. Diagrama de Ishikawa para evaluar posibles causas del problema 2 del servicio de Ecografía

A partir del diagrama de Ishikawa de la figura 27, se han obtenido las siguientes posibles causas que originan el problema 1 del servicio de Ecografía:

- No hay un lugar específico para cada objeto
- Falta de normas y sanciones para el personal
- Lesiones y accidentes laborales
- Equipo y utilería mal distribuidos
- Personal no cuida su zona de trabajo

A partir de la figura 28, se han obtenido las siguientes posibles causas que originan el problema 2 del servicio de Ecografía:

- Falta de supervisión constante
- Falta de normas y sanciones
- Escasez de equipos de protección en el área de trabajo
- Personal poco capacitado
- No hay un lugar definido para los equipos de protección y uniformes

Luego de ello, se ha utilizado la herramienta de los 5 porqués para conocer las causas raíz de los problemas del servicio de Ecografía. En la tabla 16 se muestran las preguntas elaboradas en cada fase.

Tabla 16. 5 porqués de los problemas del servicio de Ecografía

Problema a resolver	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado
El consultorio y área de digitación no presentan orden y limpieza	No hay un lugar específico para cada objeto	Porque la zona de trabajo está sobresaturada	Porque hay muchos equipos y poco espacio	Porque no se realizó una adecuada distribución del espacio		Aplicación de herramientas para redistribución de la zona de trabajo
	Equipo y utilería mal distribuidos	Porque ocupan espacios de tránsito del personal	Porque no se analizó el dimensionamiento de los equipos y utilería			
	Falta de normas y sanciones	Porque no han sido establecidas por el Gerente de la empresa	Porque no hay un reglamento interno			Implementación de un reglamento interno
	Lesiones y accidentes de laborales	Porque no se adaptan a las características físicas del trabajador	Porque los escritorios y sillas no son ergonómicos			Implementación de sistemas ergonómicos en la empresa
	Personal no cuida la zona de trabajo	Porque no respeta su centro de labores	Porque no se identifica con la empresa	Porque la empresa no promueve su cultura organizacional		Alinear a los trabajadores a la cultura organizacional de la empresa
Los trabajadores no utilizan uniformes y no brindan equipos de protección a los pacientes	Falta de supervisión constante	Porque no hay un personal que realice esta actividad	Porque no se ha elaborado un protocolo de supervisión			Contratación de supervisor e implementación de protocolo
	Falta de normas y sanciones	Porque no han sido establecidas por el Gerente de la empresa	Porque no hay un reglamento interno			Implementación de un reglamento interno
	Escasez de equipos de protección	Porque los pedidos no llegan en la fecha que se necesita	Porque no se realizan los pedidos con anticipación	Porque hay una incorrecta gestión de inventarios		Proponer la implementación de un Sistema MRP
	Personal poco capacitado	Porque la empresa no ha programado capacitaciones	Falta de un plan de capacitación			Implementación de un plan de capacitación periódico
	No hay un lugar definido para los equipos de protección y uniformes	Porque la zona de trabajo está sobresaturada	Porque hay muchos equipos y poco espacio	Porque no se realizó una adecuada distribución del espacio		Aplicación de herramientas para redistribución de la zona de trabajo

De acuerdo a lo presentado en la tabla 16, las causas raíz de los problemas que afectan a la calidad del servicio de Ecografía son las siguientes:

- 1: Mala distribución de equipos y utilería
- 2: Falta de un protocolo de supervisión
- 3: Inadecuada gestión de inventarios
- 4: Falta de un plan de capacitación
- 5: Falta de alineación a la cultura organizacional
- 6: Falta de un plan de actividades
- 7: Falta de un reglamento interno
- 8: No aplicación de Ergonomía en la empresa

Además, se ha considerado necesario emplear un diagrama de Pareto que permita observar qué causas críticas son más relevantes. Es por eso que, se ha seguido la metodología empleada en el servicio de Rayos X para conocer, desde el punto de vista del personal involucrado en la prestación de este servicio, cuál es el impacto de cada causa raíz. A raíz de ello, se obtuvo la tabla 17, que muestra el impacto total de cada una de las causas raíz del servicio de Ecografía. Luego, en la tabla 18, se observa el resultado final de la priorización de causas raíz.

Tabla 17. Impacto total de cada causa raíz del servicio de Ecografía

Causa	Gerente general	Subgerente general	Médico radiólogo	Tecnólogo médico	Digitador 1	Digitador 2	Impacto total
1	3	3	3	3	3	3	18
2	1	2	1	1	1	1	7
3	2	1	1	0	1	1	6
4	1	2	1	0	1	1	6
5	3	3	3	2	3	3	17
6	1	1	0	1	1	0	4
7	2	2	1	1	0	0	6
8	3	3	2	2	2	2	14

Tabla 18. Tabla de priorización de las causas raíz del servicio de Ecografía

Causa	Impacto total	Impacto acumulado	Porcentaje unitario	Porcentaje acumulado
1	18	18	23%	23%
5	17	35	22%	45%
8	14	49	18%	63%
2	7	56	9%	72%
3	6	62	8%	79%
4	6	68	8%	87%
7	6	74	8%	95%
6	4	78	5%	100%

Finalmente, en la figura 29, se presenta el diagrama de Pareto para las causas raíz del servicio de Ecografía. Aquí, se puede observar que las causas 1, 5 y 8 representan el mayor impacto, el cual equivale un poco más del 60% del porcentaje acumulado.

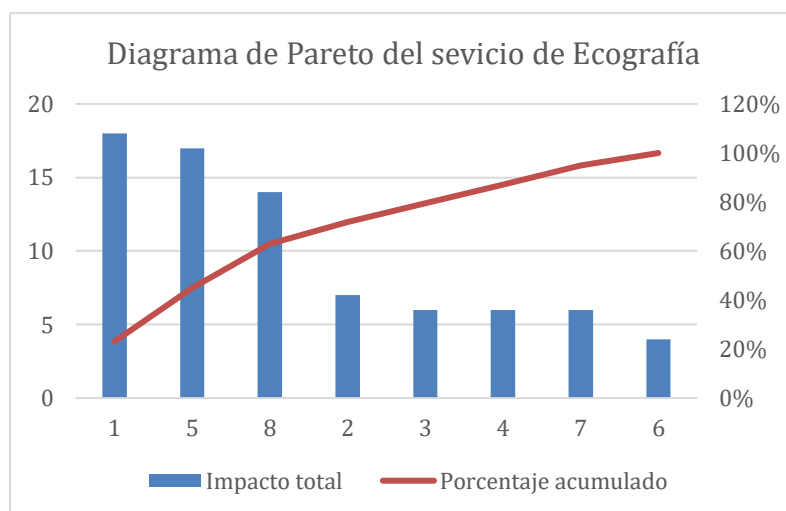


Figura 29. Diagrama de Pareto de las causas raíz del servicio de Ecografía

3.5 Conclusiones del diagnóstico

Como diagnóstico final de la problemática, se han determinado las principales causas de ambos servicios.

Servicio de Rayos X: falta de un plan de mantenimiento de equipos y mala gestión de inventarios de materiales.

Servicio de Ecografía: mala distribución de equipos y utilería, falta de alineación a la cultura organizacional y la no aplicación de Ergonomía en la empresa.

En el siguiente capítulo, se propondrán mejoras con la finalidad de eliminar las brechas en la calidad del servicio, incrementar la productividad y evitar pérdidas económicas de toda índole.

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

A partir del diagnóstico realizado en el capítulo anterior, en la tabla 19 se plantean las contramedidas propuestas para las causas raíz encontradas en los servicios de Rayos X y Ecografía.

Tabla 19. Contramedidas para las causas raíz de los servicios de Rayos X y Ecografía

Servicio	Causas raíz	Contramedida
Rayos X	Falta de un plan de mantenimiento de equipos	TPM
	Mala gestión de inventarios de materiales	EOQ
Ecografía	Mala distribución de equipos y utilería	5'S
	Falta de alineación a la cultura organizacional	5'S
	No aplicación de Ergonomía en la empresa	Ergonomía

4.1 Mantenimiento productivo total

Este acápite tiene como objetivo presentar un plan de control que permita el correcto funcionamiento de las máquinas de Rayos X, a partir de un mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. Una vez implementado el plan, se programarán capacitaciones a fin de que esta mejora perdure en el tiempo.

4.1.1 Cronograma de implementación

Como se observa en la figura 30, la implementación del Mantenimiento Productivo Total va a estar conformada por 4 fases, las cuales serán desarrolladas a lo largo de 10 semanas, siendo la última la más extensa, debido a su complejidad.

Actividad	Duración	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1. Reconocer el proceso y equipo	1 semana	■									
2. Determinar indicadores	1 semana		■								
3. Determinar la causa del problema	1 semana			■							
4. Implementación del TPM	7 semanas				■	■	■	■	■	■	■
4.1. Establecer política de TPM	2 semanas				■	■					
4.2. Establecer un programa de mantenimiento	3 semanas					■	■	■			
4.3. Fomentar el cumplimiento del mantenimiento	1 semana								■		
4.4. Crear un sistema de auditoría permanente	1 semana									■	

Figura 30. Formato de documentación del mantenimiento preventivo

La primera fase consiste en reconocer el proceso y el equipo. En esta se deberá designar y capacitar al responsable del mantenimiento en el uso de los equipos.

En la segunda fase, se determinarán los indicadores de cada equipo, que se usarán para saber si estos están funcionando correctamente y dentro de los parámetros establecidos.

En la tercera fase, se determinarán las causas que generan las fallas en los equipos, con la ayuda de los indicadores determinados en la fase previa. Esto se realiza con el objetivo de facilitar la implementación de la siguiente fase.

Por último, en la cuarta fase se realizará la implementación del TPM y debido a su duración será dividido en 4 etapas principales. Las dos primeras etapas consisten en establecer una política de TPM y un programa de mantenimiento. Seguido de esto, se explicarán los beneficios del programa a todos los empleados, con el fin de fomentar el cumplimiento del mantenimiento; y finalmente, se creará un sistema de auditoría permanente, para que todo lo implementado previamente perdure a través del tiempo.

4.1.2 Pre diagnóstico del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo

Como se puede observar en la tabla 20, el equipo de rayos X ha presentado 5 fallas durante el periodo 2019 – 2021, las cuales han implicado paradas en la atención a los clientes. Si bien, por recomendación del proveedor, este equipo requiere de un mantenimiento preventivo anual, la empresa consideró que ya no era necesario realizarlo debido a que ya se habían ejecutado dos mantenimientos correctivos por año. Esta decisión ha impedido evaluar a fondo todos los componentes del equipo y predecir o prevenir futuras fallas.

Tabla 20. Reporte de fallas de la máquina de Rayos X en el centro de salud de San Borja

Hora de inicio de la atención: 07:00
 Hora de fin de la atención: 14:00

Fecha	Hora de falla	Hora de atención a la falla	Tiempo de parada total (horas)	Tiempo de parada (horas de atención)
11/06/2019	08:30	12:50	04:20	04:20
29/11/2019	10:00	14:30	04:30	04:00
5/07/2020	07:45	10:30	02:45	02:45
16/09/2020	12:30	13:15	00:45	00:45
17/02/2021	11:36	18:23	06:47	02:24
23/07/2021	08:03	10:14	02:11	02:11
23/11/2021	09:20	12:30	03:10	03:10

4.1.3 Mantenimiento predictivo

Con la programación de un mantenimiento preventivo pueden ocurrir dos escenarios: anticiparse a la falla del equipo o que esta ocurra antes de la fecha programada; este segundo escenario obligaría a parar forzosamente el equipo, generando costos elevados para la empresa. Para evitar que esto ocurra, es importante la implementación de un mantenimiento predictivo que permita detectar anomalías en el equipo de Rayos X a partir del uso de herramientas y análisis de datos.

El mantenimiento predictivo propuesto para el equipo del servicio de Rayos X cuenta con tres componentes:

1. Conexión de sensores o dispositivos: Un factor importante para el correcto funcionamiento del equipo de Rayos X y preservación de su vida útil es mantenerlo a la temperatura recomendada por el fabricante. Cuando una pieza o circuito no funciona bien, emite más calor de lo normal, en ese sentido, se propone instalar un sistema de termografía infrarroja (ver figura 31) que permita al personal capacitado detectar un posible incremento de temperatura.

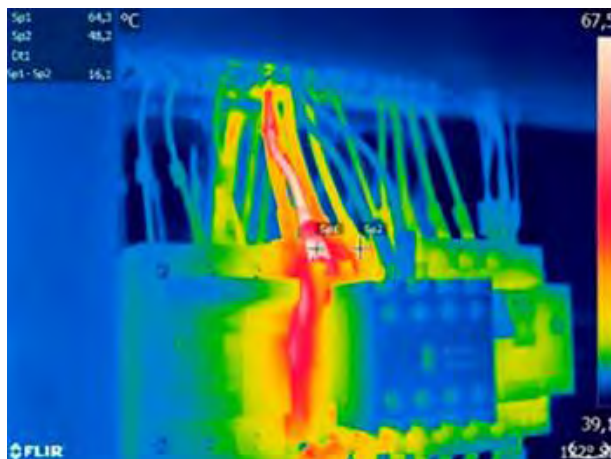


Figura 31. Termografía infrarroja

Fuente: SCI, 2021

2. Almacenamiento de datos: Los sensores instalados en el equipo envían la información a una base de datos gracias a la tecnología IoT (internet de las cosas) y, los datos son analizados utilizando la minería de datos con la finalidad de obtener un patrón.
3. Modelo predictivo: La elaboración de un modelo predictivo sirve como insumo el mantenimiento preventivo, ya que al contar con un patrón de fallas será más sencillo predecir las piezas afectadas y las fechas de ocurrencia, facilitando la programación de mantenimientos preventivos periódicos.

4.1.4 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza con la finalidad de proteger el equipo y este tenga un rendimiento óptimo, disminuyendo de esta manera los tiempos muertos, evitando los accidentes laborales y aumentando el tiempo de vida del mismo. También ayuda a identificar posibles errores o desgastes de algunos componentes, antes de que estos se conviertan en un problema mayor. Además, el técnico que realiza el mantenimiento, puede actualizar el sistema del equipo con el objetivo de mejorar su funcionamiento. Cabe recalcar que este se debe realizar periódicamente, en el caso de los equipos utilizados para Rayos X, según el proveedor, es

importante realizar el mantenimiento de manera anual siguiendo todas las normas regulatorias y de operación especificadas por el fabricante.

Por otro lado, es importante mencionar que el mantenimiento preventivo solo debe ser realizado por personal capacitado y certificado; por tal motivo, muchas empresas de diagnóstico por imágenes firman un contrato con sus proveedores, para que estos realicen un servicio técnico constante y los mantenimientos necesarios a sus equipos. Este tipo de acuerdos son muy convenientes, debido a que los técnicos del fabricante son personas capacitadas y con mucha experiencia trabajando con estas máquinas, por lo tanto, tendrán todas las capacidades y herramientas para realizar las correcciones y calibraciones necesarias en los equipos; reduciendo de esta forma, la posibilidad de que un técnico poco capacitado genere mayores daños en el equipo, así como los gastos involucrados.

Para aplicar de manera correcta el mantenimiento preventivo dentro de la empresa, se recomienda seguir el proceso mostrado en la figura 32:

1. Se da la orden para el inicio del mantenimiento preventivo.
2. El técnico encargado, con las herramientas listas, deberá revisar si la máquina enciende antes de realizar el mantenimiento. En caso no prenda, debe detectar el fallo y corregirlo antes de empezar con las actividades de mantenimiento.
3. En caso de requerir servicio externo por falta de algún componente o actualización del sistema, se realizará el procedimiento para la adquisición de los mismos. De lo contrario, el operario a cargo del equipo hará las revisiones y pruebas respectivas para dar conformidad al correcto mantenimiento.
4. Finalmente, se deberá completar la orden de trabajo y documentar todo lo ocurrido durante el mantenimiento en un reporte histórico.

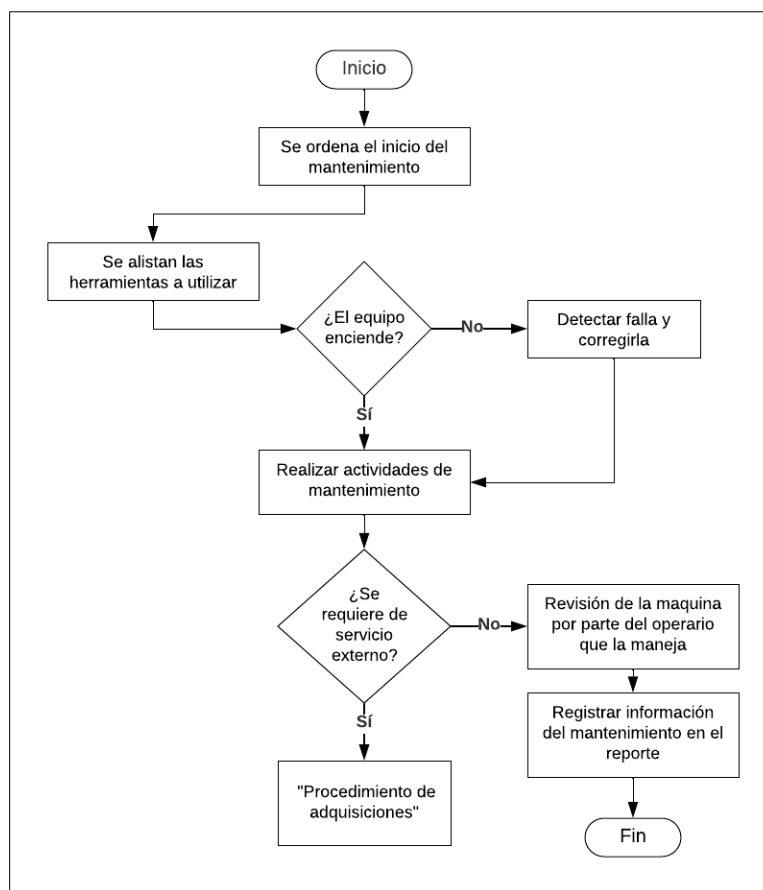


Figura 32. Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo

Además, cada vez que se realiza este tipo de mantenimiento, es importante generar una orden de trabajo (ver figura 33), el cual debe detallar la siguiente información:

1. Datos de la orden de trabajo: En este punto, se define el número de orden de trabajo, la fecha de la solicitud, la fecha del mantenimiento, los nombres de las personas que lo requieran y aprueban.
2. Datos de la máquina: Aquí se debe detallar los datos más relevantes del equipo, como el nombre del mismo, el modelo, el código de inventario, entre otros.
3. Inicio del mantenimiento: Se deberá colocar la fecha y hora exacta del inicio del mantenimiento, así como el nombre de las personas encargadas de su ejecución y supervisión.

4. Observaciones: En este apartado, la persona encargada del mantenimiento deberá colocar todas las observaciones o detalles encontrados durante la revisión.
5. Fin del mantenimiento: Por último, se deberá registrar la fecha y hora del fin del mantenimiento, así como el estado del equipo después de ser tratado.

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
N° de Orden de Trabajo: _____	Fecha: _____	
Requerido por: _____	Aprobado por: _____	
Máquina: _____	Código de identificación: _____	
Materiales y herramientas necesarios:		
Fecha de inicio: _____	Hora de inicio: _____	
Supervisor: _____	Ejecutado por: _____	
Observaciones:		
Fecha fin: _____	Hora fin: _____	Estado: _____

Figura 33. Formato de documentación del mantenimiento preventivo

4.1.5 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es una actividad que se realiza cada vez que ocurre alguna falla o avería en los equipos que impiden que este funcione correctamente, deteniendo de esta manera la atención a los clientes y generando tiempos muertos y molestias. Es importante implementar un buen mantenimiento predictivo y preventivo, para no llegar a este punto, debido a que aquí los tiempos y costos implicados son mayores, no solo por los costos que generan arreglar las máquinas, sino por los costos de oportunidad que implican detener la atención, además de las molestias o reclamos generados por los clientes.

Por otra parte, si bien el mantenimiento correctivo se aplica al momento que ocurre el problema con el equipo, es de vital importancia documentar el proceso y tener un registro completo de todas las fallas ocurridas, para poder analizar el origen de las mismas y así evitar en la medida

de lo posible que estas vuelvan a ocurrir. Para esto, se debe realizar un orden de trabajo (Figura 31) cada vez que suceda una falla, un ejemplo de este es el que se muestra a continuación:

1. Tipo de prioridad: En este punto, se debe definir la prioridad de mantenimiento y escoger entre el 1 y el 5, dependiendo de la urgencia de la falla, donde 1 es de mucha emergencia y 5 es aplazable. En la tabla 21 se muestra la información detallada:

Tabla 21. Impacto de una avería

Prioridad 1 y 2	Impacto alto
Prioridad 3 y 4	Impacto medio
Prioridad 5	Impacto bajo

2. Tipo de avería: Es importante indicar el tipo de avería con el cual se está tratando. El tipo 1 quiere decir que se trata de una detención forzada del equipo y el tipo 2 indica que hay una reducción de la velocidad en el funcionamiento de los equipos, el cual aumenta el tiempo de atención a los clientes.
3. Etapa del proceso: En este caso, como no se trata de un proceso de producción o de múltiples máquinas o equipos, no es necesario indicar la etapa del proceso, sino que se deberá poner principal enfoque en el tipo de avería.
4. Datos del equipo: Se deberá colocar los datos principales del equipo, como el nombre, el modelo, el código de identificación de acuerdo al inventario, entre otros.
5. Datos de inicio y fin de mantenimiento: Por último, aquí se deberá colocar el responsable del mantenimiento, además de la fecha y hora exacta del inicio y fin del proceso. Así también se deberá registrar el estado en el que se encuentra el equipo antes y después de la reparación.

Finalmente, después de generar la orden de trabajo, se puede identificar el impacto que tendrá la falla, de acuerdo al tipo de avería con el que se esté tratando, como se muestra en la figura

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO							
N° de Orden de Trabajo: _____		Fecha: _____					
Requerido por: _____		Aprobado por: _____					
Máquina: _____	Modelo: _____	Cod. Identificación: _____					
Prioridad: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5	Descripción de prioridad: _____
1	2	3	4	5			
Tipo de avería: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> </tr> </table>		1	2	Descripción de la avería: _____			
1	2						
Fecha de inicio: _____		Hora de inicio: _____					
Supervisor: _____		Ejecutado por: _____					
Fecha fin: _____	Hora fin: _____	Estado: _____					

Figura 34. Formato de documentación del mantenimiento preventivo

4.1.6 Impacto de la implementación del mantenimiento

Para medir el impacto de la implementación del mantenimiento productivo total en el equipo de rayos x, se utilizará el indicador de eficacia total de los equipos (OEE), el cual se calcula de la siguiente manera:

$$OEE = (\% \text{ de disponibilidad}) * (\text{tasa de rendimiento}) * (\text{tasa de calidad})$$

Donde:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo productivo}}{\text{tiempo disponible}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{producción real}}{\text{capacidad productiva}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{Producción real} - \text{Unidades defectuosas})}{\text{Producción total}}$$

De acuerdo a los datos de la empresa, el equipo de rayos x presenta una disponibilidad de 95%, un rendimiento de 87% y una tasa de calidad del 93%, lo que da como resultado una eficacia total del equipo igual a 76,86%.

Una vez implementado el Mantenimiento Productivo Total se espera que la eficiencia de la máquina se incremente en al menos 19%, ya que se conseguiría un rendimiento de al menos 99% mediante el funcionamiento del equipo a ritmo normal, una disponibilidad de 98% y una tasa de calidad equivalente a 98%, ya que la calidad de impresión de las placas mejoraría al calibrar correctamente el equipo y eliminar las vibraciones de la mesa de rayos x.

4.2 Cantidad Económica de Pedido (EOQ)

Gracias al diagnóstico realizado, también se logró identificar que otras de las causas raíz que genera el problema de desabastecimiento de las placas radiográficas, es que no se cuenta con una adecuada gestión de los materiales. Por tal motivo, se propone aplicar el sistema EOQ (Economic Order Quantity) o también conocido como Cantidad Económica de Pedido, buscando así, establecer un punto óptimo de pedido que ayude a minimizar los costos logísticos implicados en transporte y almacenamiento, además de evitar el desabastecimiento de los productos.

4.2.1 Fuente de datos

Para poder obtener los datos primordiales se recopilaron los reportes y archivos de gestión de pedidos e inventarios, además, se realizaron entrevistas con los empleados y encargados de la empresa. En las siguientes líneas, se describirá y detallará la manera de cómo se hallará cada término o dato relevante para la investigación.

1. Demanda anual: Se realizó un estudio de las demandas históricas de los años 2019 y 2021, con el objetivo de determinar la demanda anual (“D” en la ecuación 1) del siguiente año; cabe recalcar, que no se consideró la demanda del año 2020 debido a que esta era atípica por la pandemia que generó el COVID-19. Asimismo, se utilizó el método de pronóstico estacional con tendencia para hallar la demanda futura.

2. Costo de emitir una orden de compra: Con la finalidad de determinar los costos de ordenar (“A” en la ecuación 1), se hizo una exploración a las operaciones relacionadas con la adquisición de las placas radiográficas, tomando en cuenta el porcentaje de horas que tarda el personal en realizar dicho proceso.
3. Costo de almacenamiento: Para determinar el costo involucrado en el almacenamiento de las placas radiográficas (“h” en la ecuación 2) se multiplicó el costo unitario de cada una por el costo de posesión de inventarios (Hillier y Lieberman, 2010 y Schroeder et al., 2011).
4. Costo de posesión de inventarios: El costo de posesión de inventarios (“i” en la ecuación 2) hace referencia al costo de oportunidad, es decir, al costo alternativo de realizar otros proyectos en la empresa. Para este trabajo se utilizará una tasa del 6%, tomando como referencia la tasa social de descuento que usan las entidades del gobierno al momento de realizar sus proyectos (Ministerio de Desarrollo Social, 2011).
5. Costo unitario de los productos: El costo unitario de cada producto (“Cu” en la ecuación 1), es decir, representa el precio que se paga por la compra de cada producto. En el caso de las placas radiográficas, estas cuestan S/3,50 por unidad.
6. Tiempo de entrega o Lead Time (Lt): El tiempo de entrega del proveedor de placas radiográficas es de 2 días. Cabe recalcar que este tiempo se considera desde que se realizó la orden hasta que los productos llegan al centro de salud.
7. Factor de seguridad (Z): Para esta investigación se consideró un factor de seguridad de 1,644 dado que, en la industria normalmente se trabaja con un nivel de servicio del 95%.

Una vez que se identificó el valor de cada variable, estos se reemplazaron en la ecuación 2 y se calculó el lote económico de compras para el producto; es decir, se estimó la cantidad de placas radiográficas a ordenar cada vez que se realiza un pedido. De la misma manera, después de calcular todas las variables, se halló los costos totales de compra y almacenamiento implicados en la adquisición de placas radiográficas.

4.2.2 Resultados

En este apartado se calcularán las variables necesarias para determinar el lote económico de compra, el punto de reposición y los costos totales involucrados en la compra y almacenamiento de placas radiográficas.

1. Cálculo de la demanda anual (D): Con el objetivo de poder pronosticar la demanda mensual y anual del próximo año, se analizaron las demandas históricas mensuales de las placas en los años 2019 y 2021 (ver figura 35), en las cuales se observa a primera vista que existe una tendencia creciente a lo largo de los periodos. Asimismo, se puede apreciar que hay cierta estacionalidad, debido a que los meses con mayores y menores demandas se mantienen en ambos años. Por tal motivo, se utilizará el método de pronóstico estacional con tendencia para determinar la demanda futura del año 2023.



Figura 35. Demanda mensual placas radiográficas del 2019 y 2021.

En primer lugar, se procedió a desestacionalizar las demandas mensuales agrupándolos con sus respectivos promedios. Para esto se decidió usar un índice de $n=12$, agrupando los datos de 12 en 12 y colocando el promedio de estos. Luego, se decidió agrupar nuevamente con un índice de $n=2$ para terminar de linealizar los datos, así como se observa en la tabla 22 y en la figura 36.

Tabla 22. Desestacionalización de las demandas históricas

	Meses	Demanda	n=12	n=2
Año 2019	Enero	1023	2236.3	
	Febrero	1456	2359.1	2297.7
	Marzo	1658	2430.5	2394.8
	Abril	1878	2496.0	2463.3
	Mayo	1976	2547.8	2521.9
	Junio	2136	2596.2	2572.0
	Julio	2398	2645.4	2620.8
	Agosto	2657	2683.7	2664.5
	Setiembre	2866	2767.3	2725.5
	Octubre	2789	2819.0	2793.1
	Noviembre	3123	2859.8	2839.4
	Diciembre	2876	2925.1	2892.4
Año 2021	Enero	2496	2987.4	2956.3
	Febrero	2313		
	Marzo	2444		
	Abril	2500		
	Mayo	2556		
	Junio	2727		
	Julio	2857		
	Agosto	3660		
	Setiembre	3487		
	Octubre	3278		
	Noviembre	3907		
	Diciembre	3624		

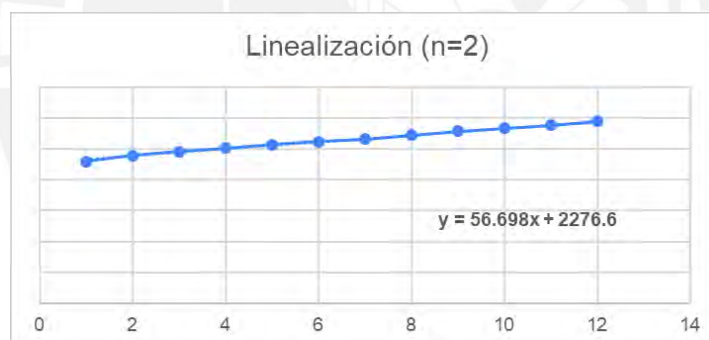


Figura 36. Linealización de las demandas históricas con índice de n=2.

Con el objetivo de determinar la viabilidad del método estacional con tendencia, primero se debe analizar el ángulo de la pendiente de los datos linealizados con el índice de n=2.

Tabla 23. Cálculo de coeficientes y pendiente de la linealización

	Coeficientes	
Intercepción	2219.9	
Variable X1	56.7	
tan a =	56.7	
a =	1.6	radianes
a =	88.9896	grados

Debido a que el ángulo de la pendiente es de $88,99^\circ$ (mayor a 30°), se puede concluir que es viable utilizar el método estacional con tendencia. Por lo tanto, se procedió a calcular los índices estacionales, dividiendo la demanda real de cada mes entre los datos linealizados previamente. Seguido de esto, se calculará el índice estacional promedio que se usará para cada mes, como se observa en la tabla 24.

Tabla 24. Cálculo del índice estacional promedio

Meses	Demanda	n=2	Índice Estacional
Enero	1023	2956.3	0.8
Febrero	1456	2297.7	0.6
Marzo	1658	2394.8	0.7
Abril	1878	2463.3	0.8
Mayo	1976	2521.9	0.8
Junio	2136	2572.0	0.8
Julio	2398	2620.8	0.9
Agosto	2657	2664.5	1.0
Setiembre	2866	2725.5	1.1
Octubre	2789	2793.1	1.0
Noviembre	3123	2839.4	1.1
Diciembre	2876	2892.4	1.0

Con la ayuda de los datos obtenidos en la regresión lineal y los índices estacionales promedio se pudo pronosticar la demanda del año 2023, como se aprecia en la tabla 25 y figura 37.

Tabla 25. Pronóstico de la demanda de placas del año 2023

Meses	Índice Estacional	Reg. Promedio (n=2)	Pronóstico 2023
Enero	0.8	3637.4	3071.1
Febrero	0.6	3694.0	2340.8
Marzo	0.7	3750.7	2596.8
Abril	0.8	3807.4	2902.8
Mayo	0.8	3864.1	3027.7
Junio	0.8	3920.8	3256.2
Julio	0.9	3977.5	3639.4
Agosto	1.0	4034.2	4022.8
Setiembre	1.1	4090.9	4301.9
Octubre	1.0	4147.6	4141.5
Noviembre	1.1	4204.3	4624.3
Diciembre	1.0	4261.0	4236.8

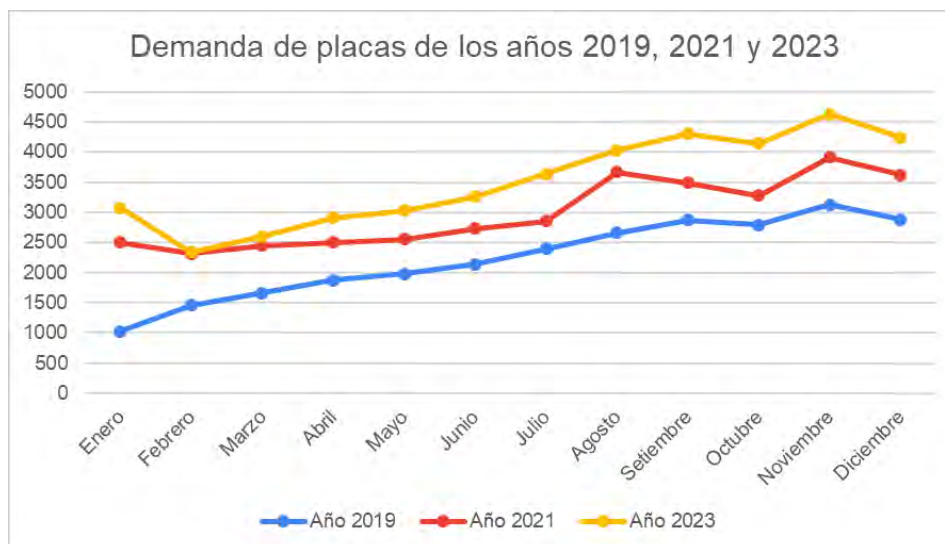


Figura 37. Demandas históricas vs Demanda pronosticada

Por otro lado, se calcularon los indicadores del pronóstico con la finalidad de determinar la factibilidad del pronóstico, como se observa en la tabla 26. Para esto, primero se halló el pronóstico de los años anteriores de la misma manera como se realizó para el año 2023. Seguido de esto, se calcularon los errores con la diferencia del pronóstico realizado con la demanda real de ambos años. Por último, se calculó la demanda absoluta del error, la cual ayudó a hallar el MSE y el MAPE.

Tabla 26. Cálculo de los indicadores del pronóstico

MAD =	82.1
MSE =	19,898.6
MAPE =	3.0%

Finalmente, de los indicadores del pronóstico se concluye lo siguiente:

- MAD: Las desviaciones absolutas medias dio un total de 82,1, al ser este número muy bajo en comparación de la demanda mensual que se obtiene, se puede concluir que existe un mínimo error en el pronóstico.
- MSE: El promedio de los errores cuadrados salió un total de 19 898,6, lo que quiere decir que existe mucha dispersión en el valor observado.

- MAPE: Este indicador ayuda a medir la exactitud del pronóstico. En este caso, al ser solo de 3%, se puede concluir que el método estacional con tendencia es óptimo.

2. Costo de emitir una orden de compra (A): Como se mencionó anteriormente, el costo de emitir una orden de compra se halló tomando en cuenta el sueldo de las personas involucradas en dicho proceso y el tiempo que dedican a realizar tal labor, tal y como se observa en la tabla 27.

Tabla 27. Costos involucrados en el proceso de adquisición.

	Personal a cargo	Salario Mensual (S/)	Salario (S/./min)	Tiempo aprox. (min)	Subtotal (S/./Orden)
Identificar las necesidades de compra	Tecnólogo médico	2970	0.26	30	7.73
Crear orden de compra y solicitar aprobación	Asistente de Almacén	2050	0.18	20	3.56
Revisión y aprobación de orden de compra	Jefe de Almacén	6000	0.52	30	15.63
Emisión de orden de compra	Asistente de Almacén	2050	0.18	15	2.67
Recepción de informe de compra	Jefe de Almacén	6000	0.52	20	10.42
				TOTAL (S/./Orden)	40.00

Luego de realizar los cálculos respectivos, se determinó que el costo de emisión o adquisición de las placas radiográficas es de 40 soles por orden.

3. Cantidad a ordenar (Q^*): Una vez obtenidos todos los datos necesarios, estos serán reemplazados en la ecuación 2 del EOQ con la finalidad de hallar la cantidad óptima a ordenar cada vez que se necesite abastecer. Según los cálculos realizados se deben ordenar 4009 unidades cada vez que se realice algún pedido en el año 2023, así como se observa en la tabla 28. Pedir esta cantidad permitirá obtener los costos mínimos totales en gestión de inventarios a lo largo de todo el año.
4. Punto de reposición: Para seguir con la correcta aplicación del sistema EOQ, también es importante calcular el punto de reposición, debido a que este ayudará a conocer el punto mínimo de stock disponible que se debe tener antes de realizar otro pedido. En este caso,

salió un total de 432 unidades, por lo tanto, es importante siempre pedir una vez que se llegue a esa cantidad, para así poder evitar roturas de stock y con esto, pérdidas económicas por reprogramación de citas.

Tabla 28. Cálculo de la cantidad a ordenar y el punto de reposición

	Año 2023	
D	42167	unidades
σ anual	747	unidades
σ diaria	46	unidades
dp	162	unidades
A	40.0	soles/pedido
i	6%	
Cu	3.5	soles
Lt	2	días
z (95%)	1.644	
Q*	4009	unidades
R	432	unidades

5. Costo Total de la gestión de inventarios (CT): Por último, para terminar con el modelo, se halló el costo total con los datos obtenidos previamente. Para esto descompone la ecuación 3 en 3 componentes: el primero, es el costo de las placas radiográficas que dio un total de 147 584,5 soles; el segundo, es el costo de adquisición de las placas que salió un total de 420,9, al igual que el costo de posesión de inventarios. Cabe recalcar que estos dos últimos costos son iguales, debido a que es el objetivo de la cantidad óptima a pedir (Q*) para minimizar el costo total, el cual dio un total de 148 426,2 soles. Todos estos costos se pueden apreciar en la tabla 29.

Tabla 29. Costos totales de la gestión de inventarios para el 2023

Costo producto	147584.5	soles
Costo Adquisición	420.9	soles
Costo Posesión	420.8	soles
CT	148426.2	soles

4.2.3 Impacto de la implementación

Con la finalidad de analizar el impacto de la implementación de este modelo, se plantea realizar, en primer lugar, una comparación entre el costo total de la política de compras que ha venido

utilizando la empresa y la política óptima de compras del modelo EOQ. Para ello, en la tabla 30, se muestran los costos reales de gestión de inventarios en los años 2019 y 2021, mientras que en la tabla 31 se muestra el estimado de costos para esos años si se hubiese utilizado el modelo EOQ. Se puede observar un impacto positivo en el modelo propuesto a partir de la disminución en el costo total, generando un ahorro para la empresa.

Tabla 30. Costos totales de la gestión de inventarios con la política de compras actual

	Año 2019	Año 2021	
D	26836	35849	unidades
A	40	40	soles/pedido
i	6%	6%	
Cu	3.5	3.5	soles
q	2500	2500	unidades
Costo producto	93926	125471.5	soles
Costo Adquisición	262.5	262.5	soles
Costo Posesión	429.4	573.6	soles
CT	94617.9	126307.6	soles

Tabla 31. Costos totales de la gestión de inventarios con el modelo EOQ

	Año 2019	Año 2021	
D	26836	35849	unidades
σ anual	655	567	unidades
σ diaria	41	35	unidades
dp	103	138	unidades
A	40	40	soles/pedido
i	6%	6%	
Cu	3.5	3.5	soles
Lt	2	2	días
z (95%)	1.6	1.6	
Q*	3197.6	3695.7	unidades
R	300.9	357.5	unidades
Costo producto	93926.0	125471.5	soles
Costo Adquisición	335.7	388.0	soles
Costo Posesión	335.7	388.0	soles
CT	94597.5	126247.6	soles

En segundo lugar, en la tabla 32 se realiza una comparación entre el histórico de clientes atendidos mensualmente en el 2021 y la cantidad de placas radiográficas que la empresa pide mensualmente al proveedor. La comparación de estos valores permite conocer que ha existido una diferencia negativa en los meses de junio, setiembre y diciembre, ocasionando que se tengan que reprogramar las citas de cierto número de clientes debido a la falta del insumo.

Tabla 32. Histórico de clientes atendidos versus pedidos mensuales de placas radiográficas

Mes	Clientes atendidos	Pedido mensual (und)	Diferencia	Pedido de emergencia (und)
Enero	2496	2500	4	
Febrero	2313	2500	191	
Marzo	2444	2500	247	
Abril	2500	2500	247	
Mayo	2556	2500	191	
Junio	2727	2500	-36	2500
Julio	2857	2500	2107	
Agosto	3660	2500	947	
Setiembre	3487	2500	-40	2500
Octubre	3278	2500	1682	
Noviembre	3907	2500	275	
Diciembre	3624	2500	-849	2500

Con el modelo EOQ propuesto, se espera que esta situación no ocurra debido a que los puntos de reposición superan el promedio diario de atención. Esto permitirá no tener pérdidas por reprogramación o cancelación de citas.

4.3 5'S

A partir del diagnóstico del capítulo anterior, se propone la implementación de 5'S para mejorar la cultura organizacional, orden y limpieza de la zona de trabajo. Es necesario que esta metodología se implemente en toda la empresa y no solo en la etapa que involucra la atención al cliente, ya que esto permitirá que el proceso sea más efectivo. Asimismo, es vital que los empleados se involucren en cada etapa de la implementación y se comprometan a cumplir con los objetivos y conservar los futuros cambios.

4.3.1 Cronograma de implementación

Tal como se muestra en la figura 38, el cronograma de implementación de esta propuesta está conformado por 4 fases que se desarrollarán en un tiempo estimado de 10 semanas, siendo la última fase la más extensa, ya que detalla el desarrollo de cada S.

Actividad	Duración	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1. Sensibilización a gerencia	1 semana	■									
2. Formación del Comité de 5's	1 semana		■								
3. Actividades preliminares a la implementación	1 semana			■							
4. Implementación de las 5's	7 semanas				■	■	■	■	■	■	■
4.1. Clasificación	2 semanas				■	■					
4.2. Orden	2 semanas					■	■				
4.3. Limpieza	2 semanas						■	■			
4.4. Estandarización	1 semana								■		
4.5. Disciplina	2 semanas									■	■

Figura 38. Cronograma de implementación de las 5'S

En la primera fase, se planea tener una reunión con la gerente general y subgerente general para presentarles esta propuesta de mejora que involucra el desarrollo de 5'S y sensibilizarlos a fin de obtener el visto bueno para el desarrollo de las actividades planteadas.

En la segunda fase, se plantea la formación del comité de 5'S (ver figura 39) que debería incluir a un representante de gerencia, jefe de recursos humanos, jefe de mantenimiento y al jefe de almacén.

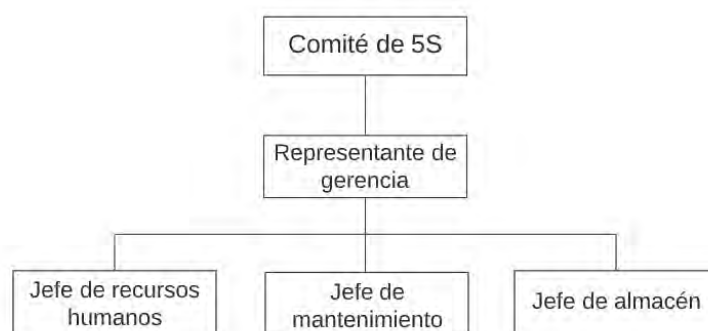


Figura 39. Comité de las 5'S

En cuanto a las actividades previas a la implementación correspondientes a la fase 3, se propone capacitar en relación a terminología de las 5'S para que el personal se sienta familiarizado y comprometido con la propuesta. Además, se debe calendarizar las actividades de la fase 4.

4.3.2 Implementación de las 5'S

En este apartado se detallan las actividades correspondientes a la fase 4. La estimación del tiempo empleado en cada S, según se muestra en la figura 38, ha considerado el horario de atención del servicio, a fin de no afectar el desarrollo normal de actividades de la empresa.

1. Seiri (Clasificación)

Para la implementación de esta S, se debe elaborar un registro de todos los objetos y equipos que se encuentran en el consultorio. Luego, definir criterios de utilización y frecuencia de estos recursos para identificar su utilidad en el proceso de atención al cliente. En el caso de los artículos que no están siendo utilizados, en la figura 40 se muestra un conjunto de acciones a seguir, lo que podrá definir si el objeto se repara, se descarta o es útil para alguien más. Se propone que estas acciones se acompañen de un elemento visual como las tarjetas rojas (ver figura 41), que permiten reconocer fácilmente la acción sugerida para los recursos y la fecha para realizarla.



Figura 40. Criterio de selección de objetos

Fuente: Lean Manufacturing (Socconini, 2015)

N° _____

TARJETA ROJA

Fecha _____ / _____ / _____

Area _____

Item _____

Cantidad _____

ACCIÓN SUGERIDA

Descartar Reparar

Transferir Regalar

Vender

Comentario _____

Fecha de acción _____ / _____ / _____

Figura 41. Formato de tarjeta roja

2. Seiton (Orden)

La segunda S tiene como finalidad ubicar los artículos que en la etapa anterior fueron considerados como objetos en buen estado y aquellos que se clasificaron como dañados y se les asignó una fecha para reparación. Asimismo, dado que los objetos del armario y el área de digitación no se encuentran organizados, se propone utilizar herramientas visuales que permitan a los trabajadores identificar rápidamente los objetos y reducir los tiempos de desplazamiento.

En la figura 42, se muestra la nueva disposición propuesta para los objetos, priorizando en los primeros niveles a aquellos cuyo uso es continuo para mayor comodidad de los empleados.



Figura 42. Organización del armario

3. Seiso (Limpieza)

La limpieza es un factor fundamental para mantener el orden en la zona de trabajo, de esta manera se evitará la acumulación de basura y residuos propios de la atención al cliente. En el caso del servicio de ecografía, los principales residuos que se generan son papeles toalla, que sirven para limpiar el gel de la zona examinada. Además, en la zona de digitación se producen residuos cuando ocurre una equivocación en el resultado impreso de los pacientes. Entonces, se propone colocar dos contenedores, como los que se muestran en la figura 43, para diferenciar los residuos que pueden reciclarse de aquellos que no.



Figura 43. Contenedores para residuos

4. Seiketsu (Estandarización)

A fin de dejar constancia de lo trabajado en las 3S anteriores y estandarizar las acciones, se plantea la elaboración de un pequeño manual o guía que contenga las simbologías de todos los objetos y zonas de trabajo, indicaciones generales sobre uso, estándares de limpieza y significado de los colores utilizados. Asimismo, se plantea acompañar esta información con imágenes que permitan un mejor entendimiento.

5. Shitsuke (Disciplina)

En esta última S, se deben plantear las acciones necesarias para fomentar una cultura en los empleados que garantice el cumplimiento de lo planteado en las 4S anteriores, solo así, se podrá observar una optimización del proceso. Algunas de las acciones son las siguientes:

- **Motivación:** Es importante que se motive a los empleados ya sea con reconocimiento público, económico o de otro tipo, lo que permitirá que sientan que la empresa reconoce su esfuerzo.
- **Capacitaciones:** Se debe capacitar tanto a trabajadores actuales como los que se vayan incorporando a fin de mejorar justamente una de las problemáticas encontradas en el diagnóstico: falta de cultura organizacional. Esto permitirá que todos los trabajadores se alineen a los objetivos de la empresa y pueden identificarse con su lugar de trabajo.
- **Indicadores:** el planteamiento de indicadores es vital para conocer, numéricamente, las mejoras implementadas. En el caso de las capacitaciones, podría evaluarse mediante el siguiente ratio:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de faltas por semana a las capacitaciones}}{N^{\circ} \text{ total de capacitaciones} * N^{\circ} \text{ de operarios a capacitar}}$$

4.3.3 Impacto de la implementación

Para evaluar el impacto de la implementación de las 5'S, se tendrán en cuenta las preguntas 20 y 22 de la evaluación Servqual que dieron origen a las causas raíz del servicio de Ecografía, en las que se obtuvo un porcentaje de satisfacción promedio de 76% respecto al orden y limpieza del consultorio y área de digitación. En base a eso se van a evaluar 3 aspectos: número de artículos en desuso, tiempo de búsqueda de artículos y tiempo de atención al paciente.

- **Artículos en desuso:** en la tabla 33 se muestra una propuesta con los elementos del área evaluada que no están siendo utilizados por diversos factores.

Tabla 33. Lista de artículos en desuso

Elemento	Cantidad	Ubicación
Envase de gel vacío	3	armario
Engrapadora	2	escritorio
Sobres de diferente tamaño	1	escritorio
Lapicero	2	escritorio
Silla	1	consultorio
Radio	1	consultorio
Sello	2	armario

- Tiempo de búsqueda de artículos: una vez que el paciente ingresa al consultorio, su proceso de atención se divide en dos subprocesos: la ejecución del examen y la elaboración del informe con el diagnóstico. Para dar cumplimiento a ambos, es necesario realizar una búsqueda de 6 artículos en total en todos los tipos de ecografías, a excepción de la ecografía transvaginal que requiere de 7 artículos. Ver tabla 34.

Tabla 34. Artículos necesarios para la atención de un paciente

Artículo	Cantidad	Unidad	Tiempo de búsqueda y preparación (seg)
Papel sabanilla	3	hoja	40
Gel para ultrasonido	150	ml	30
Hoja bond	1	hoja	7
Papel toalla	4	hoja	28
Sobre	1	unidad	5
Grapas	2	unidad	10
Preservativo	² 1	unidad	60

De acuerdo a esto datos, el tiempo promedio de búsqueda y preparación de artículos se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo promedio (seg)} = \frac{2 * 180 + 10 * 120}{12} = 130$$

² Solo se requiere del uso de preservativo para dos de las doce ecografías mencionadas: ecografía transvaginal y de control gestacional.

Dado que se atiende a un promedio de 389 clientes mensualmente, el tiempo promedio mensual que demora la búsqueda y preparación de artículos resulta 842,8 minutos.

- Número de pacientes atendidos: esto se relaciona con el aspecto mencionado en el punto anterior, ya que, al haber una reducción en el tiempo de búsqueda de artículos, disminuiría el tiempo total de atención de un paciente. En general, esto permitiría que se puedan atender a más pacientes mensualmente.

A partir de lo mencionado, se proponen tres escenarios: pesimista, normal y optimista, los cuales permiten evaluar cuantitativamente la mejora.

Tabla 35. Escenario pesimista de implementación de 5'S

	ACTUAL	ESPERADO
Limpieza y orden en el consultorio y área de digitación	76%	81%
N° de artículos en desuso	12	9.5
Tiempo de búsqueda de artículos (min/mes)	842.8	790.8
Número de pacientes atendidos por mes	389	392

Tabla 36. Escenario normal de implementación de 5'S

	ACTUAL	ESPERADO
Limpieza y orden en el consultorio y área de digitación	76%	87%
N° de artículos en desuso	12	6
Tiempo de búsqueda de artículos (min/mes)	842.8	736.2
Número de pacientes atendidos por mes	389	396

Tabla 37. Escenario optimista de implementación de 5'S

	ACTUAL	ESPERADO
Limpieza y orden en el consultorio y área de digitación	76%	98%
N° de artículos en desuso	12	1
Tiempo de búsqueda de artículos (min/mes)	842.6	653.4
Número de pacientes atendidos por mes	389	401.0

De las tablas 35, 36 y 37 se observa que, con la implementación de esta propuesta se consigue disminuir el número de artículos en desuso y el tiempo de búsqueda de artículos y, por ende, se incrementa el número de pacientes que se puede atender mensualmente.

4.4 Ergonomía

A partir de las 3 visitas realizadas a la empresa, se han identificado algunos problemas durante la realización del servicio de ecografía como la presencia de riesgos disergonómicos en el área de digitación que ponen en peligro la salud de los digitadores.

Según datos históricos, la empresa ha presentado problemas respecto a la salud de los trabajadores, que se reflejan en horas perdidas, ausentismo laboral, entre otros que, finalmente, ocasionan pérdidas monetarias. Dado que algunos riesgos son más visibles que otros, es necesario realizar un análisis profundo de las actividades para identificarlos y reducirlos o eliminarlos a fin de conseguir mejoras cuantitativas.

Al haber consultado a los dos digitadores de la sede en estudio, se identificaron qué factores de riesgos disergonómicos tienen mayor impacto en ellos. Ver figura 44.



Figura 44. Factores de riesgos disergonómicos

A fin de evaluar los dos factores de riesgos con mayor impacto, se han utilizado las metodologías recomendadas en la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, que se muestran en la tabla 38.

Tabla 38. Metodología propuesta por Riesgo Disergonómico

Riesgos Disergonómicos	Metodología
Movimientos repetitivos	Check List Ocra
Posturas forzadas	REBA

4.4.1 Método Check List OCRA

Método que consiste en la evaluación de 4 factores: recuperación, frecuencia, fuerza y postura que se miden durante el tiempo de actividad del trabajador con la finalidad de identificar el nivel de riesgo al que está expuesto debido a un trabajo repetitivo.

- **Factor de Recuperación**

Los trabajadores cuentan con una pausa para comer de 45 minutos que está incluida en su turno de 8 horas y realizan en promedio 2 pausas no oficiales de 10 minutos cada una. Por tanto, de acuerdo a la tabla 39, el factor de recuperación es 4.

Tabla 39. Factor de recuperación de la actividad analizada

Factor de Recuperación	Puntos
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo.	0
Existen dos interrupciones en la mañana y dos por la tarde (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 – 10 minutos en el turno de 7 – 8 horas, ó como mínimo 4 interrupciones además de la pausa para comer, ó 4 interrupciones de 8 – 10 minutos en el turno de 6 horas.	2
Existen 2 pausas de una duración mínima de 8 – 10 minutos cada una en el turno de 6 horas (sin pausa para comer); o bien, 3 pausas más una pausa para comer en el turno de 7 – 8 horas.	3
Existen 2 interrupciones (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 – 10 minutos en el turno de 7 – 8 horas (o 3 pausas pero ninguna para comer); o bien, en el turno de 6 horas, una pausa de al menos 8-10 minutos.	4
En el turno de 7 horas, sin pausa para comer, existe sólo una pausa de al menos 10 minutos; o bien, en el turno de 8 horas existe una única pausa para comer, la cuál no cuenta como horas de trabajo.	6
No existen pausas reales, excepto algunos minutos (menos de 5) en el turno de 7 – 8 horas.	10

Fuente: Asencio, 2012

- **Factor de Frecuencia**

A partir de la observación, se identificó que las acciones técnicas realizadas por el secretario o digitador son, en su totalidad, dinámicas. Además, se contabilizaron en promedio 30 acciones por minuto. Por tanto, de acuerdo a la tabla 40, el factor de frecuencia es 1.

Tabla 40. Factor de Frecuencia de la actividad analizada

Factor de frecuencia para acciones técnicas dinámicas	Puntos
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permite bajo ningún concepto las pausas.	10

Fuente: Asencio, 2012

- **Factor de Fuerza**

Entre las acciones que realiza el digitador requiere de pulsar botones, abrir o cerrar objetos y requiere de ciertas herramientas o materiales, tal como se muestra en la tabla 41. La intensidad de la fuerza varía dependiendo del objeto, sin embargo, no excede al valor 3 en la escala de Borg (ver tabla 42). Además, el tiempo que realiza estas acciones es aproximadamente 1/3 del tiempo total de trabajo (ver tabla 43). De acuerdo a esto, se obtiene 2 puntos por cada tipo de acción, lo que resulta un total de 6 puntos.

Tabla 41. Factor de Frecuencia de la actividad analizada

Acciones	Respuesta	Duración
Es necesario empujar o tirar palancas	No	
Es necesario pulsar botones	Sí	1/3 tiempo
Es necesario cerrar o abrir	Sí	1/3 tiempo
Es necesario manejar o apretar componentes	No	
Es necesario utilizar herramientas	Sí	1/3 tiempo
Es necesario elevar o sujetar objetos	No	

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 42. Factor de Frecuencia de la actividad analizada

Intensidad del esfuerzo	Escala de Borg CR-10
Ligero	<=2
Un poco duro	3
Duro	4-5
Muy duro	6-7
Cercano al fallo	>7

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 43. Factor de Frecuencia de la actividad analizada

Fuerza moderada (3-4 puntos en la escala CR-10 DE Borg)	
Duración	Puntos
1/3 del tiempo	2
Más o menos la mitad del tiempo	4
Más de la mitad del tiempo	6
Casi todo el tiempo	8

Fuente: Asencio, 2012

- **Factor de Postura**

En este punto se evalúan las posturas que adoptan los hombros, codos y muñecas de los trabajadores. De acuerdo a la tabla 44, se obtiene un punto debido a la postura que adoptan los hombros, mientras que, dado que el codo realiza movimientos repentinos por aproximadamente un tercio del tiempo de trabajo, el puntaje recibido es 3 (ver tabla 45). En cuanto a la muñeca, esta adopta posturas forzadas más de la mitad del tiempo debido a la disposición del teclado en el escritorio, por ello, se obtienen 4 puntos (ver tabla 46). Además, para la sujeción y agarre de objetos, situación que se da en 1/3 del tiempo total, los dedos adoptan una postura de agarre en forma de gancho, por lo tanto, según las tablas 47 y 48 se debe otorgar un puntaje de 6.

Finalmente, debido a que se presentan movimientos estereotipados, de acuerdo a la tabla 49, se debe otorgar una puntuación de 3 por este tipo.

Tabla 44. Puntuación por postura de hombro

Hombro	Puntos
Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones	
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo.	2
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo.	6
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo.	12
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 45. Puntuación por postura de codo

Codo	Puntos
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	6

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 46. Puntuación por postura de muñeca

Muñeca	Puntos
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo.	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo.	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo.	8

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 47. Tipos de agarre

Agarre
Los dedos están apretados (agarre en pinza o pellizco)
La mano está casi abierta (agarre con la palma de la mano)
Los dedos están en forma de gancho (agarre en gancho)

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 48. Puntuación según la duración del agarre

Duración	Puntos
Alrededor de 1/3 del tiempo	2
Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo	8

Fuente: Asencio, 2012

Tabla 49. Puntuación según presencia de movimientos estereotipados

Movimientos estereotipados	Puntos
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	1.5
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	3

Fuente: Asencio, 2012

- **Resultado final**

Para el hallar del resultado final, primero se calculó la cantidad de minutos que duran las actividades que implican movimiento, resultando un valor de 335 minutos tal como se muestra en la tabla 50. Con este valor y de acuerdo a los rangos mostrados en la tabla 51, se obtiene un multiplicador de 0,925.

Tabla 50. Tiempo neto de trabajo repetitivo en minutos

Descripción	Minutos
Duración del turno	480
Pausas	20
Pausa para comer	45
Tiempo de trabajo no repetitivo	80
Tiempo neto de trabajo repetitivo	335

Tabla 51. Multiplicador para cálculo de resultado final

Duración del movimiento	Multiplicador
60-120 minutos	0.5
121-180 minutos	0.65
181-240 minutos	0.75
241-300 minutos	0.85
301-360 minutos	0.925
361-420 minutos	0.95
421-480 minutos	1
> 480 minutos	1.5

Fuente: Asencio, 2012

Finalmente, al sumar los puntajes de todos los factores explicados se obtiene un total de 21 puntos, que al multiplicarse por 0,925 resulta un valor final de 19,4. Según la tabla 52, este valor representa un riesgo medio para los trabajadores y se deben atender las acciones sugeridas.

Tabla 52. Resultado final de la evaluación con metodología Check List OCRA

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Óptimo	No se requiere
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere
7.6 - 11	Muy ligero	Se recomienda un nuevo análisis y mejora del puesto
11.1 - 14	Ligero	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
14.1 - 22.5	Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Más de 22.5	Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

4.4.2 Método REBA

Con este método, se va a evaluar la exposición de los digitadores a factores de riesgos que pueden provocar, en cierto plazo de tiempo, molestias debido a la carga postural estática.

Para la evaluación, se vio por conveniente utilizar el software de Ergonautas por practicidad, donde se indicó que el tipo de evaluación elegida sería de un solo lado del cuerpo y, luego, se registraron los 3 grupos de datos, de acuerdo al análisis realizado a la postura del trabajador (ver anexo 8).

En el primer grupo, denominado grupo A, se ingresó la información solicitada respecto a la posición del cuello (ver figura 45), tronco (ver figura 46) y piernas (ver figura 47).

Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores

Posición del cuello

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
- El cuello está extendido o flexionado más de 20 grados.

El cuello está entre 0 y 20° de flexión.

El cuello está extendido o flexionado más de 20°.

Indica o selecciona la imagen si...

Existe torsión o inclinación lateral del cuello.

Existe torsión o inclinación lateral del cuello.

Figura 45. Posición del cuello

Posición del tronco

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El tronco está erguido.
- El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
- El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El tronco está flexionado más de 60 grados.

El tronco está erguido.

El tronco está entre 0 y 20° de flexión o 0 y 20° de extensión.

El tronco está entre 20° y 60° de flexión o más de 20° de extensión.

Tronco flexionado más de 60°.

Indica o selecciona la imagen si...

Existe torsión o inclinación lateral del tronco.


Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Figura 46. Posición del tronco


Posición de las piernas

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

Soporte bilateral, andando o sentado.
 Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.




Soporte bilateral, andando o sentado.




Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

Indica o selecciona la imagen si...

Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
 Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).



Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.



Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Figura 47. Posición de las piernas


En el segundo grupo de datos, denominado grupo B, se ingresó la información solicitada respecto a la posición de las extremidades superiores: brazo (ver figura 48), antebrazo (ver figura 49) y muñeca (ver figura 50).

Grupo B - Extremidades superiores


Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente


El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
 El brazo está flexionado más de 90 grados.




El brazo está entre 20° de flexión y 20° de extensión.



El brazo está entre 21° y 45° de flexión o más de 20° de extensión.




El brazo está entre 46° y 90° de flexión.




El brazo está flexionado más de 90°.

Indica o selecciona la imagen si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)


El brazo está abducido o rotado.
 El hombro está elevado.
 Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.



El brazo está abducido o rotado.



El hombro está elevado.



Existe un punto de apoyo.

Figura 48. Posición del brazo

Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.

El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



El antebrazo está entre 60° y 100° de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60° o por encima de 100°.

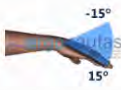
Figura 49. Posición del antebrazo

Posición de la muñeca


Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.




La muñeca está entre 0 y 15° de flexión o extensión.



La muñeca está flexionada o extendida más de 15°.

Indica o selecciona la imagen si...

Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.



Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Figura 50. Posición de la muñeca

El último grupo de datos (ver figura 51) corresponde a información relacionada al tipo de actividad muscular que desarrollan los digitadores, las fuerzas que ejercen y la calidad de su agarre.

Tipo de actividad muscular

Indica si se dan algunas de estas circunstancias...

Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.

Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).

Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Fuerzas ejercidas

Indica las fuerzas ejercidas por el trabajador

La carga o fuerza es menor de 5 kg.

La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.

La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

La fuerza se aplica bruscamente.

Calidad del agarre

Indica las características del agarre de la carga...

Agarre Bueno (el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio)

Agarre Regular (el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo).

Agarre Malo (el agarre es posible pero no aceptable).

Agarre Inaceptable (el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo).

Ejemplos de diferentes tipos de agarres.

Figura 51. Tipo de actividad muscular

Finalmente, a partir de los datos ingresados, el software devolvió un valor 5 de puntuación REBA, lo que significa que existe un riesgo medio y es necesario corregirlo.



Figura 52. Resultado final método REBA

4.4.3 Implementación de mejoras

Luego de realizar el análisis ergonómico mediante las metodologías Check List OCRA y REBA, se obtuvo que los trabajadores están expuestos a un riesgo medio, situación que se sustenta con las imágenes de la zona de trabajo del anexo 6. A raíz de esto, se proponen las siguientes medidas a implementar:

- La empresa debe comprar un soporte o base para el monitor (ver figura 53), de modo que, el borde superior de este quede al nivel de los ojos. Además, es importante considerar que esta base sea regulable debido a que las características físicas de los digitadores son distintas. Esto permitirá que el cuello no forme un ángulo de inclinación tan elevado durante largos periodos de tiempo.

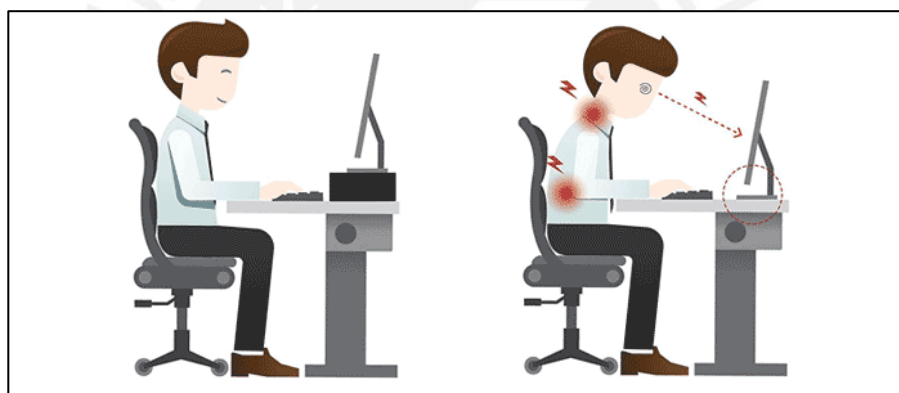


Figura 53. Altura del monitor
Fuente: Ergosistema

- Se debe adquirir una silla ergonómica que permita reposar los antebrazos a fin de que estos formen un ángulo de 90° con los brazos. También, se debe entrenar a los trabajadores para que adopten una postura que les permita formar una línea recta entre el antebrazo, codo y muñeca. Además, se debe corregir la posición del teclado, ya que, tal como se muestra en el anexo 6, el digitador está generando tensión en sus muñecas al realizar sus tareas.



Figura 54. Silla ergonómica
Fuente: Ergosistema

- De acuerdo a la imagen mostrada en el anexo 6, la posición de las piernas y pies no es la correcta. Lo ideal es que las piernas no estén entrelazadas y formen un ángulo mayor o igual a 90° con los muslos. También, se propone incorporar el uso de un reposapiés (ver figura 55) que permita mantener los pies pegados al suelo.

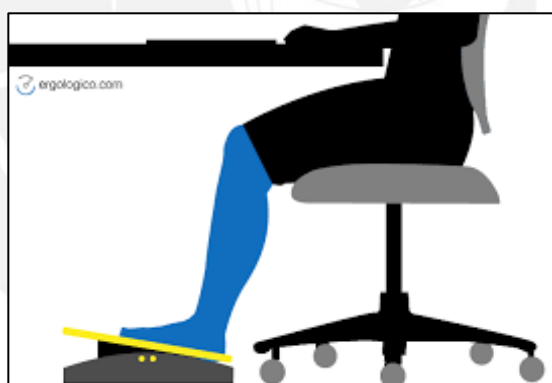


Figura 55. Reposapiés
Fuente: Ergológico

4.4.4 Impacto de la implementación

A partir de las mejoras implementadas, se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Mediante la regulación de la altura del monitor se evitará que los digitadores presenten ángulos de flexión de cuello pronunciados que desencadenan en tensiones musculares, dolor de cuello o hernias cervicales.

- A partir del uso de la silla ergonómica se mejorará la posición de los brazos, codos y muñecas de los digitadores, partes del cuerpo que se encuentran en constante uso debido a la naturaleza de su labor en el puesto de trabajo. Además, el uso de la silla mejorará la postura del digitador, quién permanece sentado hasta 8 horas, reduciendo el dolor de espalda y posibles lesiones osteomusculares.
- Con el uso del reposapiés se mejorará la postura del digitador al tener los pies completamente apoyados sobre una superficie, disminuirá la sensación de fatiga producto de las horas que permanece sentado y mejorará la circulación sanguínea dado que los pies están ligeramente elevados.



CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo, se presenta la evaluación económica de la implementación de las 4 propuestas de mejoras desarrolladas en el capítulo anterior, a partir de ello, se podrá identificar si es rentable aplicar las mejoras en los dos servicios que ofrece la empresa en estudio.

5.1 Inversión

Tal como se muestra en la tabla 53, la inversión se ha dividido en tres conceptos: capacitaciones, equipos y utilería y consultoría. La inversión inicial que debe realizar la empresa para poder implementar las 4 mejoras propuestas es de 17 591 soles.

Tabla 53. Inversión total

Concepto	Cantidad	Monto unitario	Monto total
Equipos y utilería			
1. TPM			
Equipo de termografía infrarroja	1	S/ 4,695	S/ 4,695
Utilería	1	S/ 200	S/ 200
3. 5S			
Material para elaborar tarjetas rojas	12	S/ 2	S/ 24
Armario	1	S/ 100	S/ 100
Organizadores para armario	3	S/ 20	S/ 60
Contenedores de basura	2	S/ 60	S/ 120
Etiquetas	6	S/ 1	S/ 6
Señalización	4	S/ 2	S/ 8
Manual con indicadores	1	S/ 5	S/ 5
Papelógrafos para capacitación	4	S/ 1	S/ 4
4. Ergonomía			
Escritorio	1	S/ 400	S/ 400
Silla ergonómica	1	S/ 350	S/ 350
Posapiés	1	S/ 130	S/ 130
Base de monitor	1	S/ 70	S/ 70
Reposa muñecas	1	S/ 33	S/ 33
Capacitaciones			
1. TPM			
Capacitación: uso correcto equipo rayos X	2	S/ 650	S/ 1,300
2. EOQ			
Capacitación: nuevo modelo EOQ	3	S/ 470	S/ 1,410
3. 5S			
Capacitación: terminología 5S	1	S/ 536	S/ 536
Capacitación: personal de limpieza	2	S/ 150	S/ 300
Capacitación: cultura organizacional	2	S/ 700	S/ 1,400
4. Ergonomía			
Entrenamiento a trabajadores	2	S/ 340	S/ 680
Consultoría			
Horas de consultoría	192	S/ 30	S/ 5,760
		TOTAL	S/ 17,591

5.2 Costos de la implementación

En este apartado se detallan los costos periódicos que tendrá la empresa a raíz de la implementación de las propuestas, a fin de mantener las mejoras realizadas.

5.2.1 Mantenimiento productivo total (TPM)

Luego de la implementación del TPM será necesario realizar dos capacitaciones anuales, considerando la rotación de trabajadores, para que el personal esté informado sobre las mejoras implementadas y las acciones a seguir. También, se deben programar auditorías internas que permitan conocer el estado del equipo. Lo mencionado anteriormente, tendría un costo total de 2000 soles. Asimismo, se considera necesario que se actualice anualmente el documento que contiene el programa de mantenimiento, lo que se vería reflejado en un costo por horas-hombre de 170 soles.

5.2.2 EOQ

En la actualidad, la empresa no cuenta con un modelo de control de inventarios que le permita saber qué cantidad de placas radiográficas pedir y en qué momento, razón por la cual, realizan pedidos mensuales de 2500 placas radiográficas. En situaciones en que el número de clientes programados ha superado a la cantidad de placas disponibles, la empresa ha realizado pedidos de emergencia que tienen lead time de 1 día.

El costo de implementación del modelo EOQ se enfoca principalmente en el pago que debe realizar la empresa por horas-hombre del jefe de almacén, a fin de que este incluya dentro de sus actividades la elaboración de un registro histórico que le permita pronosticar la demanda y calcular el punto de reposición. De acuerdo a la tabla 54, esto tendría un costo de 870 soles anualmente.

Tabla 54. Costo de implementación de EOQ

Propuesta	H-H /	N° inventarios / año	Costo H-H	Costo total
	10	6	14.5	870

5.2.3 5'S

Para mantener la implementación de las 5'S será necesario de capacitaciones anuales a los trabajadores que, según estimado, costarían 650 soles. También, se destinará un fondo de 400 soles anuales para la compra de mobiliarios y utilería que necesiten ser reemplazados.

5.2.4 Ergonomía

Respecto a la propuesta de ergonomía, tal como se detalla en la tabla 55, será necesario una evaluación médica preventiva anual para cada digitador, dos capacitaciones anuales para cada uno y se está destinando un monto de 400 soles para renovar muebles o utilería en caso estén dañados. Todo esto suma un total de 3640 soles.

Tabla 55. Costos de ergonomía

Concepto	Cantidad (und)	Costo unitario (soles)	Costo total (soles)
Evaluación médica	2	S/ 350	S/ 1,400
Capacitaciones	4	S/ 230	S/ 1,840
Renovación de muebles y utilería	1	S/ 400	S/ 400
			S/ 3,640

5.2.5 Seguimiento a consultoría

Con la finalidad de preservar la implementación de la consultoría realizada, se establece un acuerdo de seguimiento anual a la empresa, el cual se realizará en una fecha de mutuo acuerdo y por un monto de 10 000 soles, como se indica en la tabla 56.

Tabla 56. Costos de seguimiento a consultoría

	Cantidad	
Tarifa media por seguimiento de consultoría	1000	soles
Número de seguimientos	1	unidad
Costo por seguimiento	1000	soles

5.3 Beneficios de la implementación

En este apartado, se muestran los beneficios que se tendrían a partir de la implementación de las 4 propuestas.

5.3.1 Mantenimiento productivo total (TPM)

De acuerdo a los datos expuestos en el capítulo anterior, la empresa tuvo que realizar un total de 7 mantenimientos entre los años 2019 y 2021, siendo el último año el que tuvo mayores incidencias con el equipo de Rayos X. Durante estos mantenimientos se tuvieron los siguientes costos (ver tabla 57):

Tabla 57. Costos de mantenimiento TPM

Costo de mantenimiento	Año	2019	2020	2021
	Costo (soles)	S/ 1,600	S/ 1,800	S/ 2,300

Si se realiza una proyección considerando el porcentaje de incremento anual, la empresa estaría ahorrando los montos expuestos en la tabla 58 en relación a mantenimientos correctivos.

Tabla 58. Beneficio TPM

Beneficio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	S/ 2,921	S/ 3,709.67	S/ 4,711.3	S/ 5,983.3	S/ 7,598.8

5.3.2 EOQ

Los cálculos expuestos en el capítulo anterior sobre falta de insumos en ciertos meses corroboran la información brindada por la empresa respecto al número de radiografías reprogramadas de la tabla 59, lo que ocasionado a la empresa una pérdida de 12 880 soles en el 2021.

Tabla 59. Costo de reprogramación de radiografías en soles

Fecha	N° de radiografías reprogramadas	Costo (soles/unidad)	Costo total (soles)
30/06/2021	36	80	S/ 2,880
30/09/2021	40	80	S/ 3,200
22/12/2021	75 ³	80	S/ 6,800
			S/ 12,880

Finalmente, en la tabla 60, se muestra el beneficio de la implementación del modelo EOQ a partir de la comparación de los costos del año 2021.

Tabla 60. Beneficio de la implementación de EOQ

Ítem	Actualidad		Propuesta de mejora		Ahorro total (soles)
	Concepto	Costo (soles)	Concepto	Costo (soles)	
Gestión de inventarios	Costo de producto	125,471.5	Costo de producto	125,471.5	12,070.1
	Costo de adquisición	262.5	Costo de adquisición	388	
	Costo de posesión	573.6	Costo de posesión	388	
	Reprogramación de clientes	12,880	Implementación de modelo EOQ	870	

5.3.3 5'S

Los 3 escenarios planteados en el capítulo anterior representan la forma progresiva en la que se irán obteniendo los beneficios de la implementación de las 5'S a medida que los directivos y el personal adquieran disciplina e incorporen esta metodología a sus funciones de trabajo. Se espera que en un inicio se obtenga un beneficio mensual de 285 soles, que está representado por el escenario pesimista de la tabla 61. Por su parte, en el caso del escenario normal (ver tabla 62) se obtendría un beneficio de 455 soles y, por último, en el escenario optimista (ver tabla 63) se obtendría un beneficio de 780 soles mensualmente.

Tabla 61. Beneficio de la implementación de 5'S en escenario pesimista

	ACTUAL	ESPERADO
Limpieza y orden en el consultorio y área de digitación	76%	81%
Número de pacientes atendidos	389	392
Ingresos por pacientes atendidos	S/ 25,285.00	S/ 25,480.00

³ El número de radiografías reprogramadas no concuerda con la diferencia negativa del mes de diciembre en la tabla 32 ya que al observar la falta de este insumo se realizó un pedido de emergencia que impidió que se re programe más de un día de citas para radiografía.

Tabla 62. Beneficio de la implementación de 5 'S en escenario normal

	ACTUAL	ESPERADO
Limpieza y orden en el consultorio y área de digitación	76%	87%
Número de pacientes atendidos	389	396
Ingresos por pacientes atendidos	S/ 25,285.00	S/ 25,740.00

Tabla 63. Beneficio de la implementación de 5 'S en escenario optimista

	ACTUAL	ESPERADO
Limpieza y orden en el consultorio y área de digitación	76%	98%
Número de pacientes atendidos	389	401
Ingresos por pacientes atendidos	S/ 25,285.00	S/ 26,065.00

Finalmente, frente a un escenario pesimista es posible recuperar los costos de implementación en 4 meses, mientras que, en caso se consiga obtener el 98% de satisfacción del escenario optimista será posible recuperar la inversión de la implementación en 1,5 meses, y a partir de ese momento, la empresa tendría un ingreso extra mensual de 780 soles.

5.3.4 Ergonomía

A partir de la implementación de mejoras relacionadas a la ergonomía podrán reducirse los costos por ausentismo laboral. En la tabla 64, se detalla la información brindada por la empresa en relación al ausentismo laboral.

Tabla 64. Costos implementación Ergonomía

Concepto	Monto (soles)		
	2019	2020	2021
Costo por descansos médicos	S/ 430	S/ 483	S/ 546
Costo por personal de reemplazo	S/ 560	S/ 615	S/ 680
TOTAL	S/ 990	S/ 1,098	S/ 1,226

Como se puede observar en la tabla 64, los costos por descansos médicos se han ido incrementando con el paso de los años, debido a que los trabajadores han presentado mayores lesiones por riesgos disergonómicos. Para calcular el beneficio que se tendría se aproximarán

los costos anuales teniendo en cuenta el porcentaje de incremento del costo total por ausentismo, el cual es 11% aproximadamente. Ver tabla 65.

Tabla 65. Beneficio de la implementación de Ergonomía

Beneficio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	S/ 1,360.86	S/ 1,510.5	S/ 1,676.6	S/ 1,861	S/ 2,065.7

5.4 Cálculo de indicadores de rentabilidad

En la tabla resumen 66, se muestra la evaluación realizada para el cálculo de los indicadores de rentabilidad, en donde se obtuvo un TIR de 27% y un VAN de 16 949 soles. Para evaluar la rentabilidad del proyecto, es importante considerar que, según la información brindada por el Gerente General, la rentabilidad esperada de la empresa es de 18%, valor que será considerado como COK. Se puede observar que el $TIR > COK$ y el $VAN > 0$, lo cual representa que es viable implementar las 4 mejoras presentadas.

Tabla 66. Cálculo de los indicadores

Concepto / Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión total	S/ 17,591					
Costos de implementación						
TPM		S/ 2,170	S/ 2,170	S/ 2,170	S/ 2,170	S/ 2,170
EOQ		S/ 870	S/ 870	S/ 870	S/ 870	S/ 870
5S		S/ 1,050	S/ 1,050	S/ 1,050	S/ 1,050	S/ 1,050
Ergonomía		S/ 3,640	S/ 3,640	S/ 3,640	S/ 3,640	S/ 3,640
Seguimiento a consultoría		S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000
Ahorros por implementación						
TPM		S/ 2,921	S/ 3,710	S/ 4,711	S/ 5,983	S/ 7,599
EOQ		S/ 12,070	S/ 12,070	S/ 12,070	S/ 12,070	S/ 12,070
5S		S/ 780	S/ 780	S/ 780	S/ 780	S/ 780
Ergonomía		S/ 1,361	S/ 1,511	S/ 1,677	S/ 1,861	S/ 2,066
FLUJO NETO	-S/ 17,591	-S/ 9,189	S/ 151	S/ 10,659	S/ 22,624	S/ 36,408
INDICADORES:	TIR =		27%			
	VAN =	S/ 16,949				
	COK =		18%			

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo de investigación, el cual está enfocado en realizar el diagnóstico y proceso de mejora en una empresa de diagnóstico por imágenes utilizando principalmente las herramientas Lean Manufacturing.

6.1 Conclusiones

Las principales conclusiones del presente trabajo de investigación son las siguientes:

- En la actualidad, la situación de la empresa es positiva, debido a que la demanda aumenta año tras año y con ellos las ganancias; no obstante, es importante tomar en cuenta que se generan muchas pérdidas por las diversas ineficiencias en el servicio. Un ejemplo de esto, son las citas perdidas que se generan por fallas técnicas en los equipos o por el desabastecimiento de las placas radiográficas.
- La implementación de las 5'S permitirá disminuir el número de artículos en desuso y el tiempo de búsqueda de artículos, y con esto, el número de pacientes que se pueden atender. Asimismo, en un escenario optimista se logrará recuperar la inversión de la implementación en 1,5 meses y a partir de ese momento, estará generando un ingreso extra de 780 soles por mes.
- Con la implementación del sistema EOQ se evitarán las roturas de stock y desabastecimiento de las placas radiográficas, que son utilizadas para realizar el servicio de Rayos X, y se evitarán las pérdidas generadas por las citas no atendidas. Asimismo, se reducirá el costo total involucrado en la gestión de inventarios y adquisición de las placas radiográficas. Gracias a esta herramienta, se podría generar un ahorro de hasta 12 070 soles.
- Con la ayuda de la herramienta de Mantenimiento Productivo Total (TPM), se implementará un plan de mantenimiento que ayudará a evitar las fallas técnicas en los

equipos, y con esto, las pérdidas generas por las citas reprogramadas. Además, se espera que con la aplicación del TPM la eficiencia de los equipos aumenten en mínimo un 19%.

- Gracias a la aplicación de la propuesta ergonómica, se conseguirá disminuir las molestias, fatigas y riesgos; y con esto, se mejorará la comodidad, motivación y la productividad de los trabajadores.
- De la evaluación económica del proyecto, se obtuvo un VAN de 16 949 soles y una TIR de 27%. Por tal motivo, se concluye que la implementación de todo el proyecto es viable, debido a que la inversión será recuperada en pocos años y se generarán ganancias y ahorros a largo plazo.

6.2 Recomendaciones

Las principales recomendaciones del presente trabajo de investigación son las siguientes:

- Es importante que la Gerencia General de la empresa se comprometa con la filosofía Lean Manufacturing y cuando decidan implementar las mejoras del proyecto, es de vital importancia que los datos de la empresa sean actualizados a la fecha actual.
- Se deben realizar charlas periódicamente para que el personal comprenda que este proyecto no se trata solo de mejoras independientes, sino que se enfoca en cambiar la filosofía de la empresa para que se sigan generando nuevas ideas con el pasar de los años, haciendo a la empresa más competitiva frente al mercado actual. Estas charlas pueden ser realizadas por un consultor externo o por un empleado especializado en el tema.
- Para poder mantener y seguir generando mayores los logros con la implementación de este proyecto y cambio en la filosofía, la gerencia debe asignar a una persona que realice un seguimiento semanal y mensual del logro de los objetivos propuestos.

- Siempre se deben exponer los logros obtenidos a todo el personal, para aumentar la motivación del mismo. Asimismo, se recomienda colocar objetivos personales a cada uno de los trabajadores, para que les ayude a aumentar su productividad.
- Cada vez que se realice una modificación en cualquier actividad o proceso, se deberá documentar en un reporte para que este perdure con el pasar de los años.



CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Interamericano de Desarrollo

2018 *Mejor gasto para mejores vidas: Cómo América Latina y el Caribe puede hacer más con menos*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://imgcdn.larepublica.co/cms/2018/09/21211810/DIA-2018-Mejor-gasto-para-mejores-vidas-PRENSA.pdf>

Brazzini, A et al.

1996 “Desarrollo de la radiología. Centenario del descubrimiento de los Rayos X”. *Boletín de la Sociedad Peruana de Medicina Interna*. Lima, 1996, volumen 2, número 1.

https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v09n1/des_radio.htm

Chávez, C.

2009 “Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo”. Eidos 2.

Cortés, J.

2012 “Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales”. Décima Edición. México: Editorial Tébar Flores. Consulta: 4 de mayo de 2024.

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/seguridad%20e%20higiene%20en%20el%20trabajo%20\(JM%20Corte-10ed\)-comprimido.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/seguridad%20e%20higiene%20en%20el%20trabajo%20(JM%20Corte-10ed)-comprimido.pdf)

Cruz, A. y Garnica, A.

2010 “Ergonomía Aplicada”. Cuarta edición. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.

Díaz, N et al.

2007 “Ecografía: principios físicos, ecógrafos, y lenguaje ecográfico.” *Medicina de familia. SEMERGEN*. Alicante, 2007, volumen 33, número 7.

<https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-metodologia-tecnicas-ecografia-principios-fisicos-13109445>

EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Equipos de diagnóstico por imagen. Consulta: 14 de octubre del 2021.

<https://diagnosticoporimagen.net/ecografo/>

Espinoza, E et al.

2020 “Principales problemas en la gestión de establecimientos de salud en el Perú”. *Revista Cubana de Salud Pública*. Lima, volumen 46, número 4. Consulta: 13 de octubre del 2021.

<http://www.revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/2146/1664>

George, M. O.

2010 “La guía Lean Six Sigma para hacer más con menos Texas”. Estados Unidos.

Gómez, J.

2007 “Ley de Pareto: 80/20”. Madrid, España: Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas.

<https://libros4economia.com/pdfs/QuJB9ck1oOFOFzdaZNF1hr40oE4GoB7fjmM2hEZ19EGRFPfmXqtV2HnLJYRmZrL1jcfjmMUQYjfjmMbZrGR9zDp2HnLsysfjmMd2HnL45s145sfjmM2qbyfjmMsXY2fFPtfjmMf2HnLqrdBZY2NXrA19zdLZPX.pdf>

González, A.

1994 “Seguridad Radiológica: Nuevas normas internacionales”. *Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica*. Viena, 1994, número 2.

https://www.iaea.org/sites/default/files/36202040211_es.pdf

González, C.

2007 “Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramienta”. México: Revista Raites

Graban, M.

2011 “Lean Hospitals: Improving Quality, Patient, Safety and Employee Engagement”. Segunda Edición. USA: CRC Press.

Gutiérrez, H., De la Vara, R.

2009 “Control estadístico de calidad y seis sigma” (2da. Edición). Ciudad de México, México: Mc Graw-Hill Interamericana.

Hernández, J. C. y Vizán Idoipe, M. A.

2013 “Lean Manufacturing: concepto, técnicas e implantación”. Escuela de Organización Industrial.

Herrera, A. y Fontalvo, H.

2011 “Seis Sigma métodos estadísticos y sus aplicaciones”. Consulta: 8 de octubre de 2021.

http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55821.pdf

INSTITUTO NACIONAL DEL CÁNCER

2021 *Diccionarios de cáncer del NCI.*

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/tomografia-computarizada>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

2008 “Higiene Industrial”. Madrid. Consulta: 4 de mayo de 2024.

<https://www.insst.es/documents/94886/96076/Higiene+industrial/eb2a1df4-baf4-4561-a172-deeefc48fcb>

López, X. N.

2020 “V. S. M herramienta clave de la mejora continua metodología y aplicación”. Argentina: Universidad Católica de Córdoba.

http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2805/1/TM_Lopez_Ximena.pdf

MEDLINE PLUS

MedlinePlus: Información de salud para usted. Consulta: 5 de septiembre de 2021.

<https://medlineplus.gov/spanish/xrays.html>

MINISTERIO DE SALUD DE ARGENTINA

2014 *Manual de Bioseguridad para establecimientos de salud*. Mendoza.

<https://www.mendoza.gov.ar/salud/biblioteca/manuales/manual-de-bioseguridad-para-establecimientos-de-salud-capitulo-14-bioseguridad-en-servicios-de-radiologia-yo-diangostico-por-imagenes/>

MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ

1997 *Ley N° 26842*. Ley General de Salud. Lima, 15 de julio de 1997.

<https://www.digemid.minsa.gob.pe/upload/uploaded/pdf/leyn26842.pdf>

MINISTERIO DE SALUD DE PERÚ

2011 *Guía técnica para la evaluación de la satisfacción del usuario externo en establecimientos y servicios médicos de apoyo*. Lima.

<http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2252.pdf>

MINISTERIO DE SALUD DE PERÚ

2015 *Manual de bioseguridad hospitalaria*. Lima.

<https://www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/Anestesiologia/ManualBioseguridad.pdf>

MINISTERIO DE SALUD DE PERÚ

2018 *Manual de Protección Radiológica del Departamento de Diagnóstico por Imágenes*. Lima.

<http://www.hospitalcayetano.gob.pe/PortalWeb/wp-content/uploads/resoluciones/2018/rd/rd-025-2018-HCH-DG-comp.pdf>

MINISTERIO DE SALUD DE PERÚ

2019 *Decreto Supremo N.° 009-2019-SA*. Lima, 28 de abril. Consulta: 13 de octubre de 2021.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-la-ley-n-30646-decreto-supremo-n-009-2019-sa-1764380-2/>

Ponce, H.

2007 “La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones”. Xalapa, México: Consejo Nacional para la Enseñanza en Investigación en Psicología A.C

<https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>

Muñoz, A.

1999 “La gestión de calidad total en la administración pública”. Madrid:

Editorial Díaz de Santos S.A.

Progressa Lean

2015 “5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas”. Consulta: 14 de octubre de 2021.

<https://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/>

Radiology Info

RadiologyInfo para pacientes. Consulta: 5 de septiembre de 2021.

<https://www.radiologyinfo.org/es/x-ray>

Rajadell, M., Sánchez, J, L.

2010 “Lean manufacturing la evidencia de una necesidad Madrid”. España: Ediciones Díaz de Santos.

Rasmusson, D.

2006 “SIPOC Picture Book: A Visual Guide to SIPOC/DMAIC Relationship”. Oriel Incorporated

Rueda, A.

2018 “Una revisión de técnicas básicas de neuroimagen para el diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas”. *Biosalud. Bogotá, 2018, volumen 17, número 2, pp 59-90.*

<http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v17n2/1657-9550-biosa-17-02-00059.pdf>

Salazar, H. y López, C.

2013 “Propuesta metodológica para la aplicación del modelo Supply Chain Operations Reference”.
Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Soccioni, L.

2019 “LEAN MANUFACTURING. Paso a paso” 1ra edición. España: Ester Vidal Cayro.

Thompson, A.y Strikland, K.F.C.

1998 “Dirección y administración estratégicas. Conceptos, casos y lecturas”. México: MacGraw-Hill
Interamericana.

Tucci, A.

2012 *Radiodiagnóstico y radioterapia*. Bogotá: Editorial Lulú.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R8_OAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=radiodiagnostico&ots=OdjvnLL9W6&sig=RbReSGYsUfPcUWTEM-vaJzzXPdg#v=onepage&q=radiodiagnostico&f=false

ANEXO 1: Tiempo de duración del servicio de ecografía en un paciente

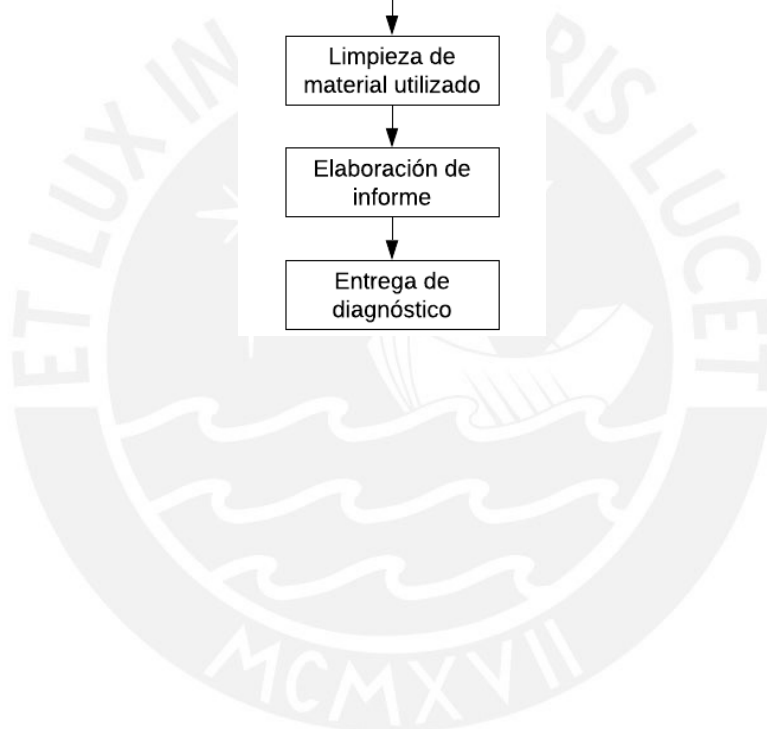
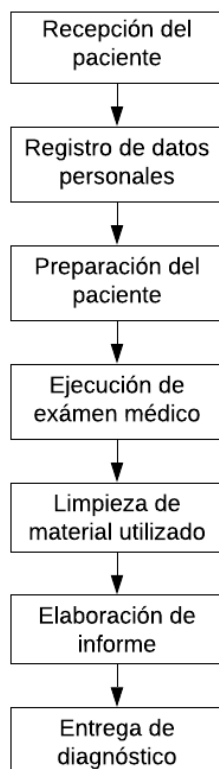
Tipo de ecografía	Tiempo de búsqueda de artículos (min)	Tiempo de preparación del paciente (min)	Tiempo de ejecución del examen (min)	Tiempo total (min)	Costo
Ecografía de abdomen	2	1	6	9	55
Ecografía de riñones y vías urinarias	2	8	8	18	55
Ecografía de vejiga y próstata	2	8	8	18	75
Ecografía de mamas	2	3	10	15	55
Ecografía de tiroides	2	1	5	8	55
Ecografía pélvica	2	8	5	15	55
Ecografía transvaginal	3	4	8	15	55
Ecografía de partes blandas	2	1	4	7	75
Ecografía Doppler venoso	2	5	15	22	90
Ecografía de miembros inferiores	2	4	12	18	75
Ecografía de miembros superiores	2	4	12	18	75
Ecografía de control gestacional	3	1	8	12	55
TIEMPO PROMEDIO (min)	2.17	4	8.4	15	65.0

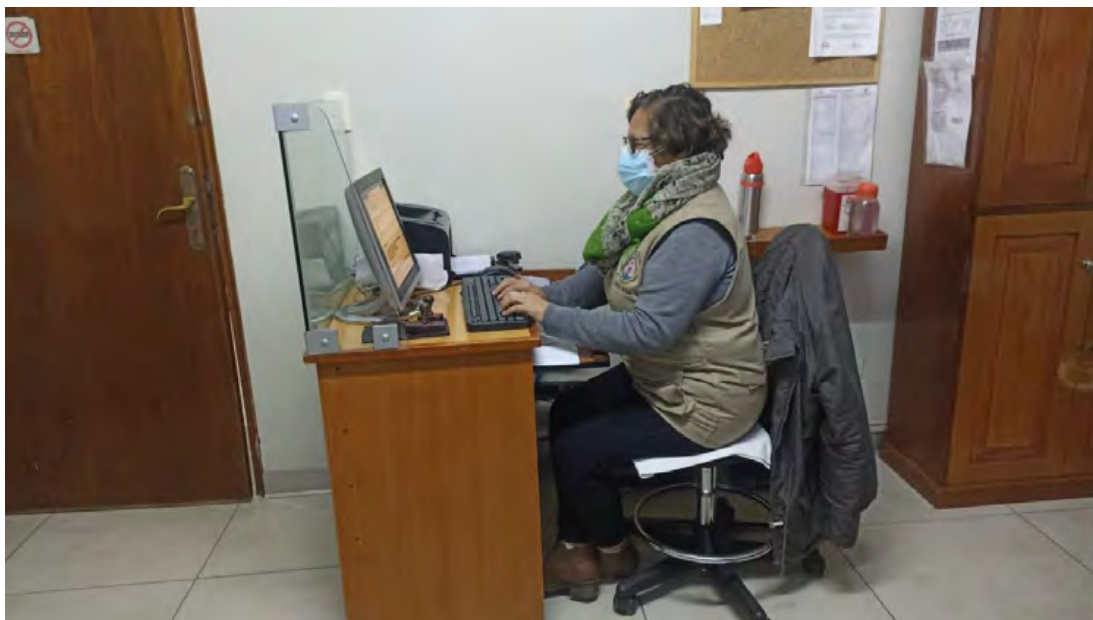
Fuente: La empresa, 2021

ANEXO 2: Tiempo de duración del servicio de radiografía en un paciente

Tipo de radiografía	Tiempo de preparación (min)	Tiempo de ejecución del examen (min)
Radiografía de tórax frontal	3	1
Radiografía de tórax lateral	3	2
Radiografía sacrolumbar frontal	3	1
Radiografía sacrolumbar lateral	3	2

Fuente: La empresa, 2021

ANEXO 3: Flujograma del proceso de atención al paciente

ANEXO 6: Postura del trabajador en la zona de trabajo**ANEXO 7: Puesto de trabajo del servicio de ecografía**

ANEXO 8: Análisis de la postura del trabajador

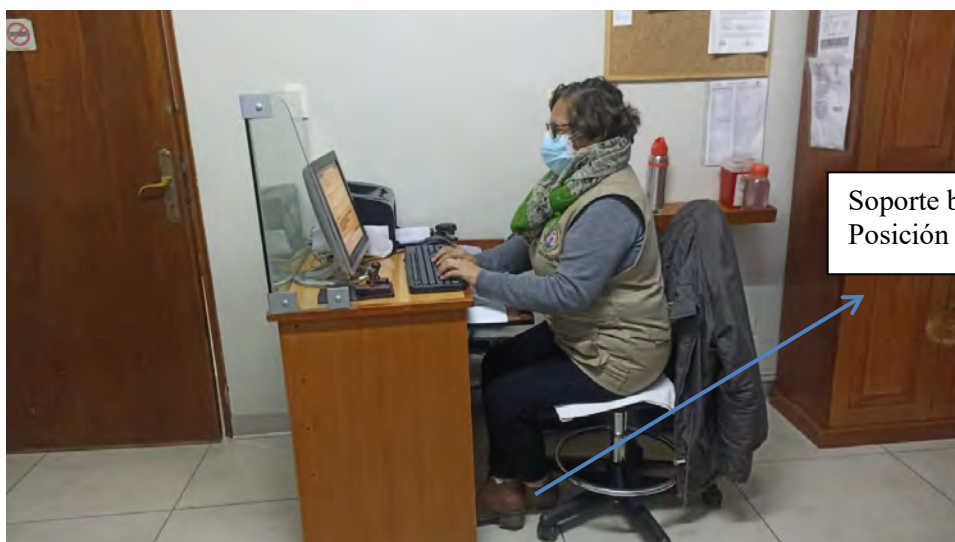
a. Posición del cuello

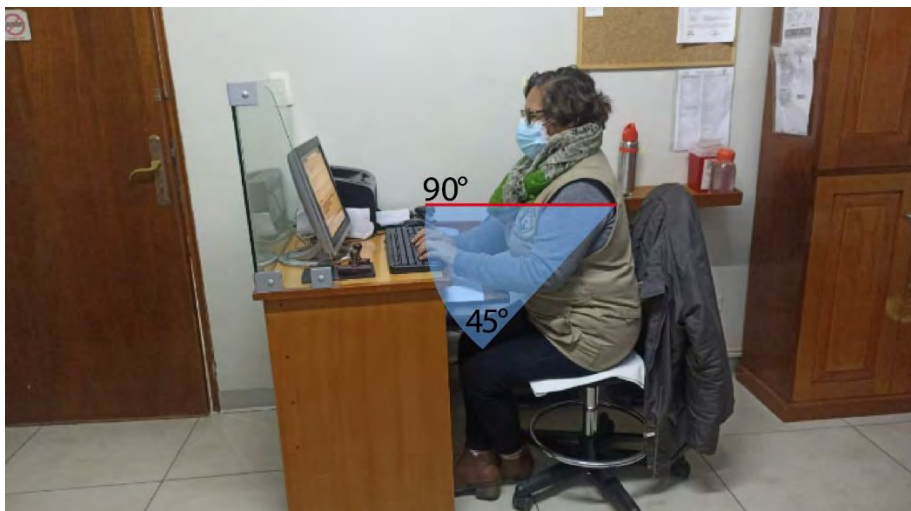


b. Posición del tronco



c. Posición de las piernas



d. Posición del brazo**e. Posición del antebrazo****f. Posición de la muñeca**