

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE  
RECURSO HUMANO EN EL LABORATORIO DE  
HEMATOLOGÍA ESPECIALIZADA DEL  
HOSPITAL MÉXICO, CON EL FIN DE MEJORAR  
LOS TIEMPOS DE RESPUESTA DE LOS  
RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS  
PACIENTES QUE ASISTEN A ESTE SERVICIO,  
DURANTE EL III CUATRIMESTRE 2021**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR  
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**ESTUDIANTE:**

**YOCSEN PICADO TAYLOR**

**TUTOR:**

**ING. LUBIN CAMPOS UREÑA**

**HEREDIA, MARZO, 2022**

## CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

### CARTA DEL TUTOR

San José, 19 de febrero de 2022

**Señores**  
**Registro**  
**Universidad Hispanoamericana**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

Estimados señores:

El estudiante Yocsen Picado Taylor, cédula de identidad número, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RECURSO HUMANO EN EL LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA ESPECIALIZADA DEL HOSPITAL MÉXICO, CON EL FIN DE MEJORAR LOS TIEMPOS DE RESPUESTA DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS PACIENTES QUE ASISTEN A ESTE SERVICIO, DURANTE EL III CUATRIMESTRE 2021"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

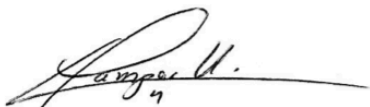
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL	100%	92%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

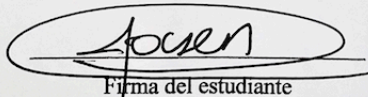


**Irig. Lubín Campos Ureña**  
**Cédula identidad: 1-0499-0389**  
**Carné Colegio Profesional: II-3105**

## DECLARACIÓN JURADA

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Yocsen Axel Picado Taylor, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1495-0019 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Determinación de las necesidades de recurso humano en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México, con el fin de mejorar los tiempos de respuesta de los resultados de laboratorio de los pacientes que asisten a este servicio, durante el III Cuatrimestre 2021", es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los 22 días del mes de febrero del año dos mil veintidós.



Firma del estudiante

Cédula: 1-1495-0019

## CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

### CARTA DE LECTOR

**Heredia, 02 de abril 2022**

**Universidad Hispanoamericana  
Sede HEREDIA  
Carrera INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estimados señores**

El estudiante YOCSÉN PICADO TAYLOR, cédula de identidad 114950019, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado " DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RECURSO HUMANO EN EL LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA ESPECIALIZADA DEL HOSPITAL MÉXICO, CON EL FIN DE MEJORAR LOS TIEMPOS DE RESPUESTA DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS PACIENTES QUE ASISTEN A ESTE SERVICIO, DURANTE EL III CUATRIMESTRE 2021", el cual ha elaborado para obtener su grado de BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte. **Carlos  
Chavarria**  
Firma

Digitally signed by Carlos  
Chavarria  
Date: 2022.04.02 11:47:54  
-06'00'

**Nombre: Ingeniero Carlos Chavarría Hidalgo  
Cédula 1- 754 -062**

## CARTA DE AUTORIZACIÓN CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 06 de abril 2022

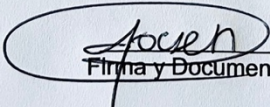
Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito **Yocsen Axel Picado Taylor** con número de identificación **1-1495-0019**, autor (a) del trabajo de graduación titulado: **"DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RECURSO HUMANO EN EL LABORATORIO DE HEMATOLOGÍA ESPECIALIZADA DEL HOSPITAL MÉXICO, CON EL FIN DE MEJORAR LOS TIEMPOS DE RESPUESTA DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS PACIENTES QUE ASISTEN A ESTE SERVICIO, DURANTE EL III CUATRIMESTRE 2021"**, presentado y aprobado en el año **2022** como requisito para optar por el título de **Bachiller en Ingeniería Industrial**; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

  
1 1495 0019  
Firma y Documento de Identidad

## CARTA DE APROBACIÓN DE LA INSTITUCIÓN



Caja Costarricense de Seguro Social

22 de febrero 2022

### ACTA DE APROBACIÓN

**De:** Dra. Marianela Trejos Herrera, Jefa del Laboratorio Especializado de Hematología.

**Para:** Encargados proyecto de tesina de la Universidad Hispanoamericana.

**Asunto:** Aprobación del proyecto de graduación.

Estimados (as) señores (as):

Por medio de la presente les saludo y a su vez hago constar que el estudiante Yocsen Axel Picado Taylor, cédula de identidad número 1-1495-0019, ha concluido satisfactoriamente su proyecto de tesina para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial titulado: *"Determinación de las necesidades de recurso humano en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México, con el fin de mejorar los tiempos de respuesta de los resultados de laboratorio de los pacientes que asisten a este servicio, durante el III Cuatrimestre 2021"*. Por parte del Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México hemos quedado muy satisfechos con dicho proyecto y damos nuestra aprobación para que pueda proceder a ser defendido por parte del estudiante.

Cordialmente,

Dra. Marianela Trejos Herrera

Cédula 1-0660-0282

Jefatura Laboratorio de Hematología Especializada



## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a mi familia, amigos y compañeros de trabajo, quienes me apoyaron y acompañaron durante todo el camino para obtener este logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a mi familia y amigos por siempre creer en mí y darme la motivación que necesitaba en los momentos más difíciles.

A mis compañeros de trabajo de las secciones de Biología Molecular y Hematología Especializada del Hospital México, porque siempre me apoyaron y me facilitaron las cosas para que pudiera terminar de estudiar.

A la Dra. Marianela Trejos por creer en mi potencial y por abrirme las puertas del laboratorio y facilitarme todo lo necesario para que pudiera realizar mi proyecto de graduación.

A mi tutor, el Ing. Lubin Campos Ureña por apoyarme, creer en mi proyecto y por toda la ayuda y paciencia brindada para que saliera de la mejor manera.

## ÍNDICE

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN JURADA.....	iii
CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR .....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN CENIT .....	v
CARTA DE APROBACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.....	vi
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTOS .....	viii
ÍNDICE .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xx
ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	xxi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xxii
1.2    Identificación de la empresa o institución .....	27
1.2.1    Descripción general de la empresa o institución .....	27
1.2.1.1    Misión .....	29
1.2.1.2    Visión .....	30
1.2.1.3    Estructura organizativa del laboratorio.....	30
1.2.1.4    Número de empleados y tipo de puestos por departamento	
32	
1.2.2    Antecedentes del contexto de la empresa o institución.....	33
1.3    Planteamiento del Problema .....	34

1.3.1	La idea del problema .....	34
1.3.2	Definición del problema .....	35
1.3.3	Justificación .....	36
1.4	Objetivos .....	38
1.4.1	Objetivo general.....	38
1.4.2	Objetivos específicos .....	38
1.5	Alcances y limitaciones .....	39
1.5.1	Alcances .....	39
1.5.2	Limitaciones .....	40
CAPÍTULO II .....		41
MARCO TEÓRICO .....		41
2.1	Marco conceptual general relativo a la carrera.....	42
2.1.1	Inicios de la ingeniería industrial .....	42
2.1.2	La ingeniería industrial como disciplina .....	43
2.1.3	Ingeniería de métodos .....	45
2.2	Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.....	46
2.2.1	Metodología DMAIC .....	46
2.2.2	Fase de definir .....	48
2.2.3	Fase de medir .....	48
2.2.4	Fase de analizar.....	49
2.2.5	Fase de implementar .....	49
2.2.6	Fase de controlar .....	50
2.3	Marco conceptual referente al impacto del proyecto .....	50

2.3.1 Impacto a corto plazo .....	50
2.3.2 Impacto a mediano plazo .....	51
2.3.3 Impacto a largo plazo .....	51
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....	52
2.5 Diagrama multicolumnar .....	53
2.6 Clasificación ABC .....	55
2.7 Diagrama de Pareto.....	57
2.8 Diagrama de Ishikawa .....	58
2.9 Pronósticos de demanda .....	59
2.10 Regresión lineal .....	60
2.11 Capacidad de producción .....	63
2.12 Estandarización de proceso.....	64
2.13 Plan de control .....	64
2.14 Diagrama de Gantt.....	65
2.15 Indicadores .....	66
2.16 Productividad .....	68
CAPÍTULO III .....	69
MARCO METODOLÓGICO .....	69
3.1 Metodología para la definición del problema .....	70
3.1.1 Tipo de enfoque de la investigación.....	70
3.1.2 Herramientas utilizadas para la definición del problema.....	71
3.1.3 Fuentes de información.....	72
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto ...	74

3.2.1 Definición y delimitación de la magnitud del problema .....	74
3.2.2 Diagnóstico de las posibles causas del problema .....	75
3.3 Metodología para la propuesta de mejora .....	76
3.4 Metodología para la implementación del proyecto .....	77
3.5 Metodología para el verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados .....	78
CAPÍTULO IV .....	79
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS .....	79
4.1 Descripción del procesamiento de los diferentes tipos de muestras del LHE .....	80
4.1.1 Procesamiento de los hemogramas de consulta externa .....	81
4.1.2 Procesamiento de los hemogramas de pacientes hospitalizados. ....	84
4.1.3 Procesamiento de muestras de coagulación sin tamizaje. ....	87
4.1.4 Procesamiento de las muestras de coagulación con tamizaje. .89	
4.1.5 Procesamiento de muestras de inhibidores de la coagulación. .92	
4.1.6 Procesamiento de muestras de Velocidad de Eritrosedimentación .....	95
4.1.7 Procesamiento de muestras de Pruebas Especiales.....	97
4.1.8 Procesamiento de muestras de Líquidos Cefalorraquídeos. ....	99
4.1.9 Procesamiento de muestras de electroforesis de hemoglobina .....	102
4.2 Errores preanalíticos en el LHE .....	104

4.3 Clasificación ABC y Diagrama de Pareto de las pruebas realizadas en el LHE. ....	106
4.4 Diagrama de Ishikawa .....	110
4.4.1 Mano de Obra .....	112
4.4.2 Método .....	113
4.4.3 Medición .....	114
4.4.4 Máquinas.....	115
4.5 Gráfico de Pareto de las posibles causas de los tiempos prolongados de respuesta del LHE encontrados en el Diagrama de Ishikawa .....	116
4.6 Aumento anual sostenido en la producción de exámenes de laboratorio del LHE .....	119
4.7 Tiempos de respuesta de los exámenes de laboratorio del LHE ...	123
4.8 Capacidad de producción de los equipos automatizados del LHE.	127
4.9 Tiempo promedio de observación de láminas de hemogramas al microscopio.....	129
CAPÍTULO V .....	131
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	131
5.1 Importancia del diseño de la solución.....	132
5.2 Disminución de los errores preanalíticos.....	132
5.2.1 Manual de procedimiento estandarizado para la disminución de los errores preanalíticos.....	133
5.2.2 Plan de control para asegurar en el tiempo la disminución de los errores preanalíticos .....	137

5.3 Propuesta de redistribución de funciones de los empleados del LHE y de la creación de dos plazas nuevas para mejorar el flujo de trabajo..	138
5.3.1 Propuesta de redistribución de funciones del personal del LHE para .....	139
eliminar el tener que realizar funciones de otros puestos y agilizar los .....	139
tiempos de respuesta del laboratorio. ....	139
5.3.2 Estimación del costo/beneficio de la contratación de las plazas adicionales de T1TS y MQC2. ....	142
5.4 Estandarización del procesamiento de los hemogramas de prioridad 1. ....	145
5.5 Mejora obtenida en el tiempo de procesamiento de hemogramas de prioridad 1 siguiendo el nuevo procedimiento estandarizado.....	149
5.6 Plan de mejora de las causas de merma de la capacidad del LHE, involucradas en los tiempos prolongados de respuesta del laboratorio. ....	151
5.6.1 Implementación de una correcta distribución de las citas del laboratorio .....	152
5.6.2 Colocación de nuevas computadoras con el sistema Labcore integrado. ....	153
5.6.3 Creación de un programa de capacitación para entrenar personal nuevo para cubrir incapacidades y vacaciones utilizando el Diagrama de Gantt. ....	154
5.6.4 Establecimiento de indicadores estadísticos para la toma de decisiones y control de la productividad. ....	157

5.6.5 Establecimiento de un cronograma de implementación de las mejoras propuestas utilizando el Diagrama de Gantt. ....	159
CAPÍTULO IV .....	161
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	161
6.1 Conclusiones .....	162
6.2 Recomendaciones .....	163
BIBLIOGRAFÍA .....	166
GLOSARIO.....	171
ANEXOS .....	176
Anexo 1. Funciones de cada puesto de trabajo del LHE.....	177
Anexo 2. Proyección mediante regresión lineal simple del aumento de la demanda de pruebas del LHE con ecuación lineal y $R^2$ incluidos.....	188
Anexo 3. Encuesta realizada a los 12 colaboradores del LHE sobre los .....	189
métodos y condiciones de trabajo en los que laboran.....	189
Anexo 4. Resultados de la encuesta aplicada en el Anexo 3.....	192

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del Laboratorio Clínico del Hospital México.....	31
Figura 2. Organigrama del Laboratorio de Hematología Especializada.....	32
Figura 3. Objetivos de cada una de las fases de la metodología DMAIC.....	47
Figura 4. Simbología utilizada en los diagramas multicolumnares .....	54
Figura 5. Ejemplo de diagrama multicolumnar.....	55
Figura 6. Ejemplo del Diagrama de Pareto.....	58
Figura 7. Ejemplo del Diagrama de Ishikawa.....	59
Figura 8. Ejemplo de gráfico utilizando regresión lineal. ....	61
Figura 9. Fórmula para calcular la covarianza muestral.....	62
Figura 10. Ejemplo del Diagrama de Gantt .....	66
Figura 11. Resumen de los tipos de fuentes de información utilizados. ....	73
Figura 12. Gráfico multicolumnar del procesamiento de los hemogramas de consulta externa. ....	83
Figura 13. Gráfico multicolumnar del procesamiento de hemogramas de pacientes hospitalizados. ....	86
Figura 14. Gráfico multicolumnar del procesamiento de coagulaciones sin tamizaje.....	88
Figura 15. Gráfico multicolumnar del procesamiento de coagulaciones con tamizaje.....	91
Figura 16. Gráfico multicolumnar del procesamiento de inhibidores de la coagulación. ....	94

Figura 17. Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de Velocidad de Eritrosedimentación. ....	96
Figura 18. Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de Pruebas Especiales. ....	98
Figura 19. Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de LCR. ....	101
Figura 20. Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de electroforesis de hemoglobina. ....	103
Figura 21. Frecuencia mensual de errores preanalíticos del LHE durante el año 2020. ....	105
Figura 22. Diagrama de Pareto. ....	109
Figura 23. Diagrama de Ishikawa. ....	111
Figura 24. Gráfico de Pareto de las posibles causas de los tiempos prolongados de respuesta del LHE. ....	118
Figura 25. Tipos de hemogramas realizados en el LHE según su prioridad en el año 2020. ....	126
Figura 26. Diagrama de flujo con el nuevo procedimiento estandarizado para la disminución de los errores preanalíticos. ....	136
Figura 27. Diagrama de flujo multicolumnar del procesamiento estandarizado de los hemogramas de prioridad 1. ....	148
Figura 28. Respuestas de la Pregunta 1. ....	192
Figura 29. Respuestas de la Pregunta 2. ....	192
Figura 30. Respuestas de la Pregunta 3. ....	193
Figura 31. Respuestas de la Pregunta 4. ....	193
Figura 32. Respuestas de la Pregunta 5. ....	194

Figura 33. Respuestas de la Pregunta 6.....	194
Figura 34. Respuestas de la Pregunta 7.....	195
Figura 35. Respuestas de la Pregunta 8.....	195
Figura 36. Respuestas de la Pregunta 9.....	196
Figura 37. Respuestas de la Pregunta 10. ....	196
Figura 38. Respuestas de la Pregunta 11. ....	197
Figura 39. Respuestas de la Pregunta 12. ....	197

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mensual de pruebas y tiempos de respuesta del LHE. .....	34
Cuadro 2. Herramientas utilizadas para la definición del problema.....	72
Cuadro 3. Promedio de pruebas mensuales realizadas en el LHE en el año 2020 y sus respectivos tiempos de respuesta. ....	124
Cuadro 4. Capacidad de producción por unidad de tiempo de los equipos del LHE.....	128
Cuadro 5. Plan de control de los errores preanalíticos.....	137
Cuadro 6. Propuesta de redistribución de funciones del personal del LHE.	140
Cuadro 7. Diagrama de Gantt del programa de capacitación para personal elegible para hacer vacaciones y sustituciones en el LHE. ....	156
Cuadro 8. Establecimiento de nuevos indicadores estadísticos para la toma de decisiones del LHE.....	158
Cuadro 9. Cronograma de implementación de las propuestas sugeridas para aumentar la capacidad del LHE y disminuir sus tiempos de respuesta. ....	160

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación ABC de las pruebas de laboratorio realizadas en el LHE. .....	107
Tabla 2. Número de pruebas que pertenecen a cada grupo de la Clasificación ABC según su porcentaje de participación y demanda. ....	108
Tabla 3. Datos de producción anual por pruebas del LHE y pronósticos de demanda a futuro. ....	121
Tabla 4. Tiempo promedio de observación de láminas de hemogramas al microscopio. ....	130
Tabla 5. Costos incurridos por la contratación de la plaza adicional de MQC2. .....	142
Tabla 6. Costos incurridos por la contratación de la plaza adicional de T1TS. .....	143
Tabla 7. Porcentaje de mejora obtenido en la capacidad de procesamiento de láminas por hora gracias a la incorporación de las nuevas plazas.....	145
Tabla 7. Tiempo de procesamiento de la muestra de 20 hemogramas prioridad 1 del LHE. ....	149
Tabla 8. Porcentaje de mejora obtenido en el tiempo de respuesta del procesamiento de los hemogramas prioridad 1 del LHE.....	150

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

**ATS1:** Asistente Técnico en Salud 1

**ATS2:** Asistente Técnico en Salud 2

**CCSS:** Caja Costarricense del Seguro Social

**EDUS:** Expediente Digital Único en Salud

**FIB:** Fibrinógeno

**LCR:** Líquido Cefalorraquídeo

**LHE:** Laboratorio de Hematología Especializada

**MQC2:** Microbiólogo Químico Clínico 2

**T1TS:** Técnico 1 de Tecnologías en Salud

**T2TS:** Técnico 2 de Tecnologías en Salud

**TP:** Tiempo de Protrombina

**TTP:** Tiempo de Tromboplastina Parcial

**VES:** Velocidad de Eritrosedimentación

## RESUMEN EJECUTIVO

Picado, Y. (2021). *Determinación de las necesidades de recurso humano en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México, con el fin de mejorar los tiempos de respuesta de los resultados de laboratorio de los pacientes que asisten a este servicio, durante el III Cuatrimestre 2021*. [Trabajo de grado, Bachillerato en Ingeniería Industrial]. Universidad Hispanoamericana. Tutor: Ing. Lubin Campos.

El presente proyecto de investigación fue realizado en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México durante el tercer cuatrimestre del año 2021, y tiene como objetivo principal aumentar la capacidad de dicho laboratorio con el fin de mejorar los tiempos de respuesta de los exámenes de laboratorio de los pacientes que asisten a ese servicio.

El LHE ha venido experimentando un aumento en la demanda de los exámenes que realiza con el pasar de los años, mientras mantenía la misma cantidad de personal y empleaba los mismos métodos de trabajo ante dicho aumento. Para lograr diagnosticar las causas que influían en los tiempos de respuesta que mantenía el LHE, se utilizaron diversas herramientas; como lo son los diagramas de flujo, clasificación ABC, el uso de los Diagramas de Pareto e Ishikawa, entre otras.

Para la implementación de la solución se establecieron manuales de procedimiento estandarizados, planes de control, la redistribución de funciones del personal, la contratación de dos plazas nuevas y se atacaron las distintas causas de merma de la capacidad del LHE. Esto permitió aumentar la capacidad del laboratorio y disminuir los tiempos de respuesta.

En cuanto al análisis realizado se incluyeron una serie de conclusiones, entre ellas, la necesidad de la redistribución de funciones del personal, la contratación de 2 nuevas plazas y la necesidad de cambiar los métodos de trabajo que se tenían. También se hace una serie de recomendaciones tales como controlar los errores preanalíticos, el establecimiento de indicadores estadísticos, la redistribución de funciones del personal, entre otras.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Descripción general del proyecto**

El presente proyecto se llevó a cabo en el Laboratorio de Hematología Especializada (LHE) del Hospital México, el cual pertenece a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). El LHE es una división que pertenece al Laboratorio Clínico de dicho nosocomio. Este laboratorio cumple con la tarea de realizar exámenes de carácter hematológico a los pacientes que asisten al mismo, quienes sufren de padecimientos relacionados a dicha especialidad médica, como lo es el caso de leucemias, anemias, linfomas, problemas de la coagulación, entre otros.

Dado al carácter de urgencia de los padecimientos que sufren quienes utilizan este servicio, el cual si no es tratado oportunamente puede llegar a comprometer la vida de los mismos, es de gran importancia contar con un nivel de respuesta adecuado que permita entregar en un intervalo de tiempo oportuno los resultados de los exámenes de laboratorio que se realizan, ya que muchos de estos pacientes llegan a realizarse sus pruebas el mismo día que tienen la cita médica, esto debido a que los médicos así lo recomiendan para tener los resultados lo más actualizados posible y de esta manera sean más confiables.

Sin embargo, dado al aumento en la demanda de resultados de laboratorio que se ha venido presentando en los últimos años hasta la actualidad, y a las proyecciones realizadas a futuro, donde se espera que la demanda siga creciendo, es que nace la necesidad de este proyecto, el cual busca aumentar la capacidad de respuesta de este laboratorio, mediante un

análisis de distribución de las cargas de trabajo, siguiendo los métodos técnicos recomendados para realizar dichas labores, con el fin de mejorar los tiempos de respuesta de la entrega de resultados de laboratorio del mismo.

Actualmente el LHE cuenta con la misma cantidad de personal desde el año 2008, el cual se ha venido recargando en sus labores cada vez más, debido a este aumento de la demanda que se ha venido presentando, por lo que se requiere analizar si este recargo en las funciones puede aliviarse mediante una mejor distribución del trabajo, o si es necesaria la contratación de personal adicional.

Esta investigación, mediante el uso de herramientas de Ingeniería Industrial, busca mejorar los distintos procesos involucrados desde que se recibe al paciente en el laboratorio, hasta que se reportan los resultados finales al Expediente Digital Único en Salud (EDUS), para que el médico pueda valorar al paciente el día y hora de su cita de manera oportuna.

Este proyecto pertenece a la línea de investigación de operaciones industriales, ya que abarca la mejora de los procesos establecidos dentro de la institución, involucra el correcto uso del diseño de las instalaciones y recursos con los que se cuenta y promueve el uso de técnicas para el mejoramiento de la productividad, eficiencia y eficacia con la que se cuenta actualmente en los procesos productivos (Murillo & Sandí, 2021, p.15).

## **1.2 Identificación de la empresa o institución**

### **1.2.1 Descripción general de la empresa o institución**

El presente trabajo de investigación se realiza en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México, el cual pertenece a la red de hospitales de la Caja Costarricense del Seguro Social, institución encargada de velar por la seguridad social de la República de Costa Rica. Dentro de los servicios de salud que brinda la CCSS a la población, se encuentran los exámenes de laboratorio, que son pruebas fundamentales que utilizan los médicos para la valoración de sus pacientes, ya que le permiten conocer el estado de salud de estos, y detectan cualquier cambio que pueda indicar el inicio o avance de un determinado padecimiento.

El Hospital México es catalogado como Hospital Clase A, debido a que cuenta con el máximo nivel de respuesta resolutive ante casos complejos de salud, esto gracias a que posee una gran cantidad y variedad de equipos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades de toda índole, cuenta con médicos especialistas de todas las ramas, tiene instalaciones físicas que le permiten atender gran cantidad de pacientes y realizar todo tipo de procedimientos, por lo que abarca la atención de gran parte de la población del país.

El laboratorio clínico del Hospital México es uno de los más grandes del país, debido a la gran población de pacientes que atiende diariamente, cuenta con 9 secciones, entre ellas: Hematología Clínica, Diagnóstico Molecular,

Microbiología, Banco de Sangre, Inmunología, Parasitología, Química Clínica, Emergencias y Hematología Especializada.

El LHE trabaja en un horario de atención de Lunes a Viernes de 06:00am a 04:00pm y cuenta con su propia consulta externa para la toma de muestras sanguíneas a los pacientes, pero, sin embargo, dado a que el médico le manda al paciente en una sola boleta todos los exámenes de laboratorio de las distintas divisiones que conforman el Laboratorio Clínico, el LHE procede a tomarle todas las muestras solicitadas al usuario, y posteriormente son trasladadas a las diferentes divisiones por medio de los encargados de dicha tarea.

Debido a que muchos de los exámenes de las otras divisiones del Laboratorio Clínico son en ayunas, se ha podido observar que más del 80% de los pacientes que llegan a consulta externa, lo hacen dentro del horario de 06:00am a 09:00am. Es importante señalar que los pacientes son clasificados por prioridad a la hora de que los médicos especialistas los envían a realizarse las pruebas de laboratorio. Esto aplica exclusivamente para los hemogramas ya que las otras pruebas pueden llegar a tardar más tiempo para realizarse, pero para estos pacientes el hemograma es la prueba que más les urge.

Los pacientes de prioridad 1 son aquellos que tienen cita médica el mismo día que llegan a realizarse las pruebas, el médico tratante los recibe apenas tengan los resultados del laboratorio, por lo que tienen la prioridad máxima, el tiempo de respuesta actual para estos pacientes es de 3 horas. Aquellos que son prioridad 2, tienen cita el mismo día que llegan a realizarse las pruebas, pero en horas de la tarde, por lo que el tiempo actual de respuesta

es de 5 horas, y los que son prioridad 3 son aquellos que el médico los ve 3 días después de realizarse las pruebas, por lo que se tarda hasta 8 horas en brindar esos resultados.

Las muestras de sangre pueden ser tomadas por el Técnico 1 en Tecnologías en Salud, el cual se encarga de hacerlo durante todo su turno de trabajo de 06:00am a 03:00pm, el Diplomado de Apoyo, el cual lo hace de 06:00am o desde que baja de sangrar a los pacientes hospitalizados hasta las 09:00am o por el Microscopista 1, el cual ayuda en toma de muestras sanguíneas de 06:00 a 07:30am. En el caso del Diplomado de Apoyo y del Microscopista 1, esta función se da como recargo de sus labores ya que no hay otra plaza de Técnico 1 en Tecnologías en Salud para que ayude al único con el que cuenta el laboratorio para sangrar a todos los pacientes que llegan a la consulta externa del LHE.

#### **1.2.1.1 Misión**

Ofrecer a los clientes externos e internos servicios de apoyo diagnóstico, de utilidad clínica, calidad y oportunidad, que ayude al diagnóstico certero de los trastornos de la hemostasia y trombosis y las enfermedades hematooncológicas. Para tal fin, se cuenta con personal idóneo, capacitado, responsable y comprometido, que trabaja de manera continua en el mejoramiento del servicio para beneficio de la salud de la comunidad .

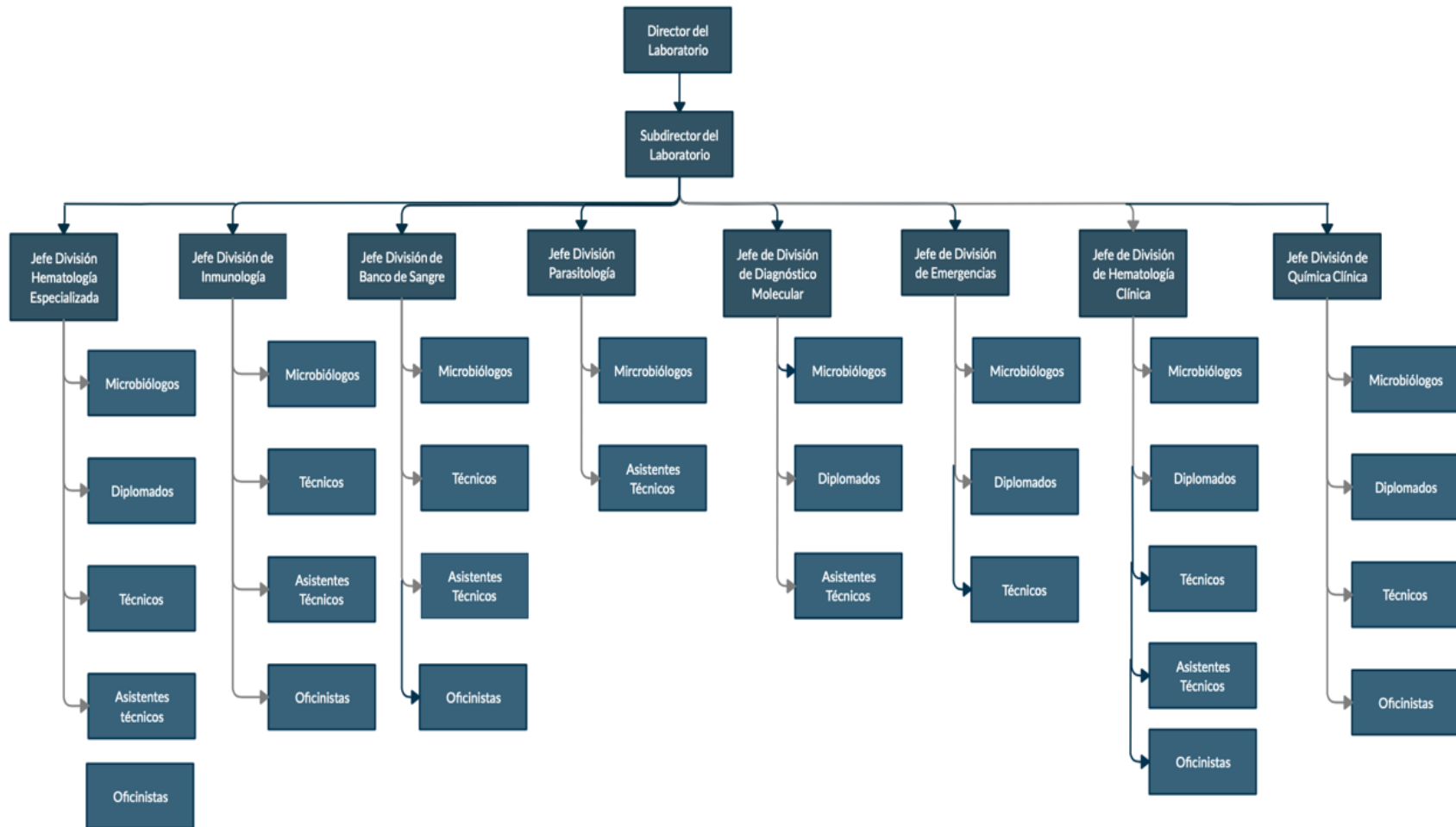
### **1.2.1.2 Visión**

Ser un Laboratorio de Hematología Especializada de calidad y oportunidad para garantizar la validez de los ensayos de laboratorio al cliente externo e interno que permitan apoyar el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de los trastornos de la hemostasia y trombosis y las enfermedades hematooncológicas, así como facilitar la promoción, prevención y tratamiento mediante un sistema de aseguramiento de la calidad, contando con procesos automatizados y tecnología de punta y personal capacitado y con conocimiento actualizado.

### **1.2.1.3 Estructura organizativa del laboratorio**

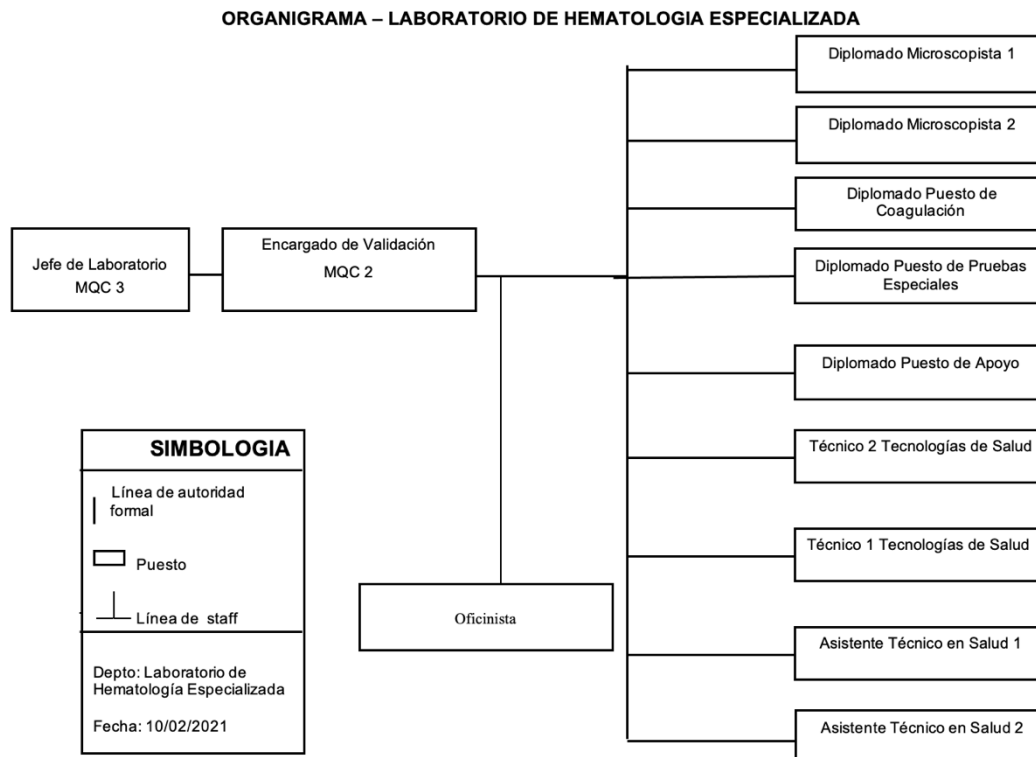
En la Figura 1 se puede apreciar la estructura organizativa del Laboratorio Clínico del Hospital México y en la Figura 2 el del LHE.

**Figura 1.** Organigrama del Laboratorio Clínico del Hospital México



Fuente: Dirección del Laboratorio Clínico del Hospital México.

**Figura 2.** Organigrama del Laboratorio de Hematología Especializada



Fuente: Jefatura del Laboratorio de Hematología Especializada

#### 1.2.1.4 Número de empleados y tipo de puestos por departamento

El LHE cuenta con un total de 12 empleados, entre ellos: 2 asistentes técnicos en salud, 1 oficinista, 1 técnico 1 en tecnologías en salud, 1 técnico 2 en tecnologías en salud, 5 diplomados asistentes de laboratorio y 2 microbiólogos químicos clínicos, 1 de ellos especialista en hematología categoría 3, quien es el jefe del servicio y otro no especialista categoría 2. Las

funciones de cada uno de los puestos que integran el LHE se encuentran en el Anexo 1.

### **1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución**

El LHE nace con el objetivo de brindar una atención oportuna, rápida y eficaz al usuario que es referido a este servicio por presentar un problema de tipo hematológico; realizándole la toma de exámenes de Laboratorio y la realización de estos con la finalidad de resolver lo más rápido posible su patología.

El Laboratorio de Hematología Especializado del Hospital México es el Centro de Referencia en Hemostasia, Trombosis y Hemofilia a nivel institucional de la CCSS. Además, es un Centro de Referencia para la recepción y el procesamiento de muestras que provienen de la Red de Servicios de Salud, propiamente de centros de salud pertenecientes al área de atracción del Hospital México; como lo son las muestra provenientes de Guanacaste, Puntarenas, Heredia, Alajuela, San Carlos, entre otros.

La producción mensual de las pruebas más importantes y el tiempo de respuesta con el que cuenta el LHE desde que se toma la muestra hasta que se suben los resultados obtenidos al EDUS está dada por el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Producción mensual de pruebas y tiempos de respuesta del LHE.

Prueba	Promedio demanda mensual año 2020	Tiempo de respuesta
Vitamina B12	350	24 horas
Ácido fólico	265	24 horas
Anticoagulante lúpico	407	8 días
Hierro Sérico	192	24 horas
LCR	52	4 horas
Dímero D	320	8 horas
Factor II	11	8 días
Factor V	30	8 días
Factor IX	44	8 días
Factor VII	43	8 días
Factor VIII	187	8 días
Factor X	26	8 días
Factor XI	35	8 días
Factor XII	28	8 días
Factor XIII	4	8 días
Factor von Willebrand	95	8 días
Ferritina	707	48 horas
Fibrinógeno	945	8 horas
Electroforesis de hemoglobina	102	8 días
Hemograma Prioridad 1	406	3 horas
Hemograma Prioridad 2	102	5 horas
Hemograma Prioridad 3	1036	8 horas
Hemograma Hospital	488	5 horas
Inhibidor Factor VIII	15	15 días
Inhibidor Factor IX	12	15 días
Trombofilia	440	8 horas
Anticoagulantes (medicamentos)	91	8 horas
Confirmación Lúpico	86	15 días
Coagulación rutina (TP y TTP)	3034	8 horas
VES	350	8 horas

Fuente: Laboratorio de Hematología Especializada.

### 1.3 Planteamiento del Problema

#### 1.3.1 La idea del problema

El laboratorio de Hematología Especializada ha visto con el pasar del tiempo desde su creación un aumento en la demanda de los servicios de pruebas diagnósticas que brinda. Actualmente sólo cuenta con un

microbiólogo especialista en Hematología, quien es el jefe del servicio, y como tal, se encarga de gran parte del trabajo administrativo del laboratorio, y se le recarga la capacitación de personal técnico, la validación de los resultados de laboratorio y la supervisión de las mismas. El laboratorio al ser un centro de referencia a nivel nacional en pruebas de coagulación, carece de personal altamente capacitado para brindar resultados en un rango de tiempo aceptable a los pacientes que utilizan este servicio para que los médicos especialistas los puedan valorar sin tener que esperar tanto tiempo por estos resultados.

Al ser el Hospital México un hospital clase A que cuenta con un área de atracción que abarca gran parte de la población a nivel nacional, el volumen de trabajo es muy alto, superando al personal con el que cuentan, por lo que se dan sobrecargas de trabajo y un atraso en el tiempo oportuno de dar resultados a los pacientes con padecimientos hematológicos y de coagulación, siendo estos los principales afectados, sobretodo tomando en cuenta que entre estos hay pacientes con Hemofilia y Leucemias, siendo estos atrasos en su valoración un grave peligro para sus vidas, ya que deben ser diagnosticados y tratados cuanto antes, siendo esta la principal razón por la que la jefatura del laboratorio lo considera un problema que debe ser solucionado de la forma más oportuna.

### **1.3.2 Definición del problema**

¿Cuáles estrategias de mejora se podrían implementar en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México para aumentar su capacidad y disminuir los tiempos de respuesta de los resultados de los exámenes de laboratorio del paciente hematológico que asiste a este servicio,

para que pueda ser valorado de forma oportuna sin tener que esperar tiempos muy prolongados por el médico tratante?

### **1.3.3 Justificación**

La implementación de este proyecto es de relevancia social, ya que beneficia a los pacientes que asisten al servicio del Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México, ya que busca agilizar el tiempo de procesamiento de las muestras para obtener los resultados en un plazo de tiempo aceptable para que estos puedan ser valorados por el médico, ya que por el tipo de patologías que presentan estos pacientes, algunas de las cuales ponen en peligro su vida, requieren ser valorados a la mayor brevedad posible.

Para la realización de este proyecto se cuenta con permiso de la jefatura del LHE, la cual se ha comprometido con brindar los datos estadísticos que se requieran y en caso de no contar con ellos se ha acordado facilitar la visita a las instalaciones a hacer los estudios pertinentes para obtenerlos, así como a conseguir la información necesaria para poder aplicar las distintas herramientas de ingeniería industrial que permitan cumplir con los objetivos planteados.

Permitirle al médico llegar a un diagnóstico a tiempo o tener la información que le permita brindar un tratamiento de forma oportuna según el padecimiento del paciente, permitiría crear un impacto positivo en ellos e impactaría de manera significativa en su expectativa y calidad de vida.

También se beneficiaría a los médicos hematólogos si se mejora el servicio del LHE, ya que podrán brindar una mejor valoración médica a sus pacientes y actuar con mayor precisión ante cualquier circunstancia que se presente en las personas que atienden como lo es cuando presentan recaídas en su enfermedad.

Debido a que la razón de ser de todo laboratorio es poder cubrir la demanda de los exámenes solicitados por los médicos, los pacientes serán los más beneficiados por esta investigación, ya que de esta manera podrán recibir una mejor atención en la consulta externa, se reducirían sus tiempos de espera por los resultados para poder ser valorados, no tendrán que esperar largos períodos de tiempo estando en ayunas y a veces sintiéndose mal para obtener sus resultados y así obtendrán una atención integral por parte del servicio de hematología.

La presente investigación también beneficia a los trabajadores del LHE, ya que gracias al aumento de capacidad del laboratorio y a una mejora en las cargas de trabajo, no estarán sobrecargados o subutilizados en sus funciones, lo que les permitirá disminuir los niveles de estrés laboral y a no sentirse agobiados ante la creciente demanda de exámenes que se presenta año con año.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Disminuir los tiempos de procesamiento de las muestras, por medio de la estimación y distribución de la carga de trabajo, bajo las condiciones y los métodos con los que se realizan las labores, para la mejora de los tiempos de respuesta de los exámenes de laboratorio del paciente hematológico que asiste al Laboratorio Especializado de Hematología del Hospital México.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar mediante el análisis del flujo de trabajo de los empleados del LHE si es necesaria una redistribución de las funciones que estos realizan con el fin de mejorar el servicio.
- Analizar las causas de merma de la capacidad del LHE ante la creciente demanda de exámenes de laboratorio.
- Identificar si hay recursos que estén siendo subutilizados y procesos que puedan estarse llevando a cabo de manera incorrecta o innecesaria, que puedan estar causando la demora en la entrega de los resultados de laboratorio.
- Estimar los funcionarios requeridos con base en las necesidades y a los procesos que se realizan para brindar un servicio adecuado y oportuno a los usuarios del LHE.
- Establecer estrategias de mejora que se puedan implementar en los procesos que se realizan que ayuden a aumentar la capacidad y que

puedan impactar de manera positiva en los tiempos de respuesta del LHE.

- Establecer un cronograma de implementación de las propuestas de mejora establecidas.

## **1.5 Alcances y limitaciones**

### **1.5.1 Alcances**

La implementación del presente proyecto beneficia a los usuarios que utilizan el servicio del LHE ya que busca mejorar los tiempos de respuesta del servicio, para que los pacientes obtengan sus resultados en un tiempo menor al actual y puedan llegar a ser valorados sin retrasos por su médico. También se verán beneficiados los funcionarios que laboran en este laboratorio, ya que se busca implementar una adecuada distribución de sus funciones, junto con una mejora en la capacidad del laboratorio, para que no se lleguen a sentir sobrecargados de trabajo y evitar las consecuencias que esto conlleva.

Esta investigación se lleva a cabo en el Laboratorio de Hematología Especializada del Hospital México, por lo que quedan excluidas todas las otras divisiones del Laboratorio Clínico de ese nosocomio, ya que se busca conocer y establecer las necesidades propias de dicha división. Se cuenta con acceso a ciertas estadísticas sobre producción y pruebas realizadas que lleva el laboratorio, junto con el acceso necesario a las instalaciones para la realización de los distintos apartados del proyecto, el cual se ha llevado a cabo durante el III Cuatrimestre del año 2021.

### 1.5.2 Limitaciones

El LHE cuenta con algunas estadísticas sobre la producción de las pruebas que realizan, pero carecen de otras que son necesarias para facilitar la realización de la presente investigación, como lo es el número de hemogramas que llegan según su prioridad ya sea 1,2 o 3 que provienen de la consulta externa del LHE y tampoco manejan los datos de la cantidad de hemogramas que se reciben de pacientes hospitalizados.

Otra limitante es la pandemia de la COVID-19, ya que debido a que muchos de los pacientes tanto de consulta externa como hospitalizados del servicio de hematología, son inmunosupresos debido a los tratamientos que necesitan, se dificulta el hecho de poder ir a los cubículos de consulta externa y a los dormitorios del hospital donde se les toma la muestra a los pacientes por parte de los funcionarios del LHE, para hacer las mediciones necesarias para desarrollar la investigación.

Por diferentes condiciones que se presentaron no fue posible realizar una rigurosa toma de tiempos de las diferentes etapas del procesamiento de muestras. Se lograron tomar algunos tiempos, pero una buena parte de estos fueron provistos por la jefatura del LHE como tiempos máximos de respuesta.

Por último, se tuvo la limitación de no tener acceso al contrato que se tiene con la empresa proveedora del sistema Labcore, ya que es un contrato de la CCSS a nivel nacional con la empresa Capris Médica, por lo que habría que hacer la solicitud a oficinas centrales de la CCSS y sólo las gerencias a nivel nacional tienen acceso al mismo.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera**

### **2.1.1 Inicios de la ingeniería industrial**

De acuerdo con Archibold (2015), los inicios de la ingeniería industrial al igual que el resto de las ingenierías, va de la mano con la ciencia y data de los inicios del ser humano. La ingeniería se define como conocimiento e ingenio, por lo que sus inicios se dan desde la creación de sistemas de riego y las edificaciones creadas por las civilizaciones antiguas, ya que fueron actividades que requerían de un uso adecuado y óptimo de los recursos.

Aunque la ingeniería industrial no se haya creado y nombrado como tal hasta muchos años después con civilizaciones mucho más avanzadas, las actividades básicas que la caracterizan se han realizado desde siempre. La construcción de las pirámides de Egipto y las de América, es tan sólo uno de los tantos ejemplos de la aplicación de conocimientos y utilización de los recursos humanos, materiales y herramientas de manera óptima, con el fin de lograr un objetivo en un tiempo establecido.

Se puede establecer como iniciadores de la ingeniería industrial a Arquímedes, Euricles, Pitágoras, Platon, Descartes, Pascal, entre otros, ya que estos aplicaron sus conocimientos con el fin de complacer a sus gobernantes para mejorar la calidad de vida de la población utilizando sistemas de riego, construcciones que fueran seguras, la comercialización de bienes y servicios y la creación y diseño de herramientas que facilitaran la realización de múltiples actividades.

### **2.1.2 La ingeniería industrial como disciplina**

Archibold (2015) afirma que a finales del siglo XIX se empieza a utilizar el método científico, el cual se basa en la observación, medición y experimentación para confirmar hipótesis planteadas sobre fenómenos que se observaba que ocurrían naturalmente y se deseaba saber la causa de estos. Para esas épocas, el americano Eli Whitney y el francés Maurice Leblanc crearon una máquina de fabricación a gran escala que permitía producir a grandes cantidades con costos directos unitarios significativamente bajos y de esta forma amortizar el costo de la maquinaria.

De esta forma nace la fabricación masiva de productos producidos por partes y que luego pasaban a una fase de ensamblaje, lo que trajo consigo la normalización y la creación de partes intercambiables, lo que disminuía significativamente los costos. De esta forma Henry Ford revolucionaría la fase de ensamblaje al crear la producción en línea, de esta forma los trabajadores permanecían en una posición fija y el producto era desplazado a donde ellos se encontraban para que realizaran la tarea correspondiente.

En los años entre 1856-1915, Frederick Taylor iniciaría el estudio de tiempos y crea un sistema que se basa en el concepto de tarea, para esto establece un estándar de tiempo para cada una de estas tareas y de esta forma busca solucionar el problema de la gestión de la producción. Es por todos sus logros que se le considera como el padre de la ingeniería industrial. Taylor les enseñaba a sus colaboradores como se debía trabajar esperando de estos que entregaran toda su capacidad a cambio de sueldos más altos.

Taylor establece el estudio de tiempos, planeación, estandarización de procesos, cálculo de costos, selección de personal y bonificaciones por desempeño sobresaliente. Taylor tuvo colaboradores que aportarían muchos conocimientos a la ingeniería industrial, principalmente con el fin de producir más utilizando menos recursos, como fue el caso de Carl Barth, al crear la regla de cálculos para producción, Harrington Emerson, quien aplicó el método científico al sector de servicios y el francés Henry Fayol, quien creó un grupo de funciones básicas para el correcto funcionamiento de las empresas.

Henry Laurence Gantt también hizo aportes muy importantes para el desarrollo de la ingeniería industrial, al crear el Diagrama de Gantt para la administración de proyectos, métodos de control de la producción, salario base y bonos. Su filosofía era que el recurso humano era lo más importante dentro de una organización. Otros de los grandes seguidores de Taylor fueron Frank y Lillian Gilbreth, ya que estos buscaron la forma de realizar mejor el trabajo, estos esposos lograron dividir las tareas en sus elementos básicos con el fin de disminuir tiempos y aumentar la productividad, estos movimientos los denominaron therbligs.

Los esposos Gilbreth analizaron las causas de la fatiga en el trabajo y la forma de eliminarla y midieron los movimientos que se realizaban para producir una determinada pieza de trabajo con el fin de eliminar aquellos movimientos que fueran innecesarios o que pudieran causar fatiga o inclusive padecimientos en los trabajadores. De esta forma nace una disciplina relacionada con la ingeniería industrial que se denomina ergonomía, el cual busca diseñar puestos y ambientes de trabajo tomando en cuenta los aspectos fisiológicos y psicológicos del trabajador, con el fin de que pueda realizar sus tareas de una forma segura, cómoda y eficiente.

### 2.1.3 Ingeniería de métodos

Bocángel et al (2021), define la ingeniería de métodos como: “la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis, en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria”. De acuerdo con estos autores, el enfoque de la ingeniería de métodos es el de lograr mejorar los procesos, tareas, diseño del trabajo y las condiciones de este. Esta rama de la ingeniería industrial también se centra en reducir al mínimo el esfuerzo humano, uso de materiales y realizar de forma más práctica el trabajo.

Para mejorar los métodos con los que se realiza el trabajo se deben analizar las distintas actividades, y dejar sólo aquellas que generen valor agregado a los productos, para esto, se deben determinar los puntos críticos, cuellos de botella, causas de merma, desperdicios y todas aquellas actividades que causen deficiencias en los procesos. De esta forma, el trabajo se realizará de forma más eficiente, en el menor tiempo posible y utilizando la mínima cantidad de recursos posible para producir la mayor cantidad de productos.

Una de las actividades que se realiza en la ingeniería de métodos se encuentra el diseño del método, que busca definir los medios que permiten que el trabajador realice sus funciones de una forma más eficiente y siguiendo los lineamientos ergonómicos necesarios para evitar fatigas y padecimientos al desarrollar su trabajo. Las principales estrategias que utiliza la ingeniería de métodos para mejorar el trabajo son: analizar el proceso como lleva a cabo actualmente, desarrollar y proponer el método ideal, implementar el nuevo

método, establecer estrategias para mantenerlo en el tiempo dentro de la organización, establecer estándares de tiempo y darle seguimiento al método.

## **2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto**

### **2.2.1 Metodología DMAIC**

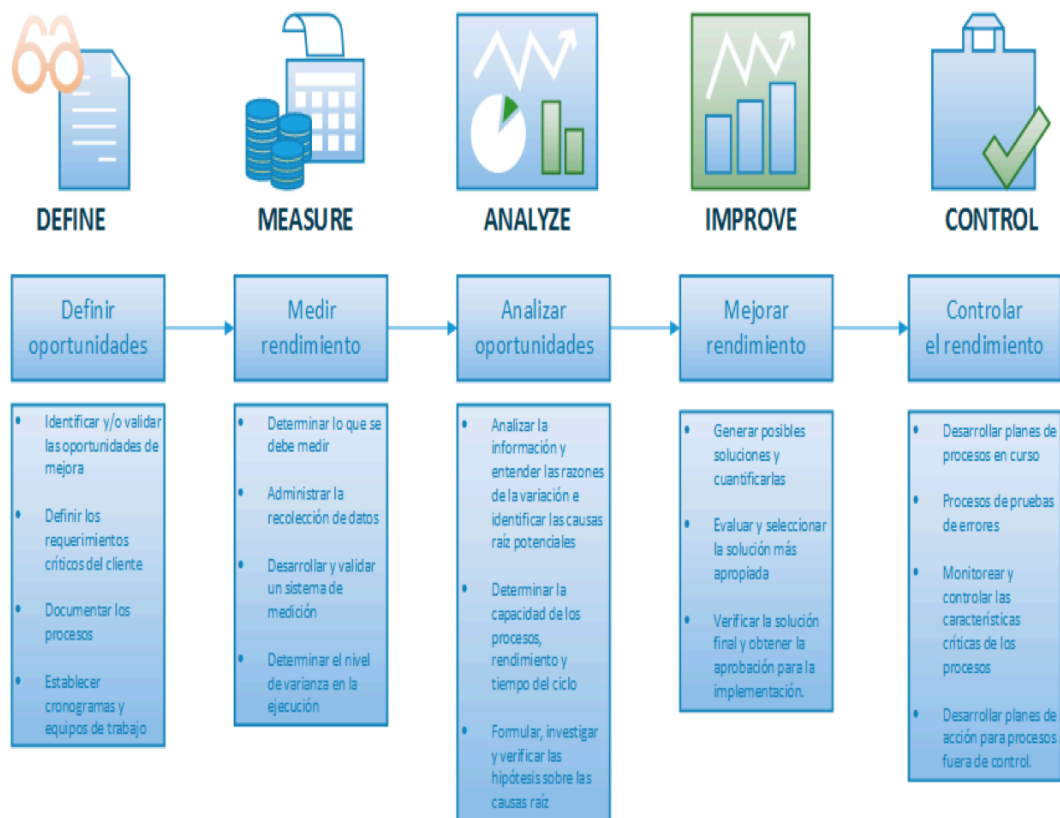
La metodología DMAIC es una herramienta de la filosofía Seis Sigma, la cual consiste en una estrategia sistemática y con una estructura bien definida que permite la generación de productos y servicios de una forma más eficiente. Desde que fue creada, la filosofía Seis Sigma ha permitido reducir significativamente el problema de variabilidad en los procesos productivos, lo cual permite aumentar la eficiencia, calidad y productividad de las empresas. Desde que fue creada, esta metodología ha permitido disminuir los defectos por millón de los distintos procesos productivos (Garza et al, 2016).

Una de las herramientas estrella del Seis Sigma es la metodología DMAIC, la cual fue seleccionada para la realización de este proyecto, ya que de acuerdo con Saglimbeni (2015), permite resolver problemas relacionados a la calidad y optimización de los procesos. Esta metodología implica diferentes fases, como lo es la de Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar. Los encargados de implementar esta metodología son los que supervisan y controlan los procesos productivos dentro de las organizaciones y deben velar periódicamente su cumplimiento de acuerdo con el cronograma establecido.

Se deben identificar las oportunidades de mejora, los problemas que se puedan presentar y tener bien trazados los objetivos que se deseen lograr. Los

procesos de revisión de cada una de las fases que componen esta metodología son cruciales para poder solucionar el problema que se está presentando. Para lograrlo, se debe abordar creativamente la situación y analizar cada una de las posibles soluciones dentro de la definición del proceso, producto o servicio. Por último, el éxito al utilizar esta metodología proviene de la efectividad con la que se utilicen las distintas herramientas de esta. La Figura 3 muestra gráficamente los objetivos de cada una de las fases del DMAIC.

**Figura 3.** Objetivos de cada una de las fases de la metodología DMAIC



Fuente: Saglimbeni (2015).

### **2.2.2 Fase de definir**

En esta fase se delimitan las necesidades del cliente que son críticas para que éste perciba el proceso con la calidad deseada. También es importante lograr comprender todos los procesos involucrados en las mejoras del proyecto que se desea implementar. Además, es muy importante conocer el alcance de dicho proyecto, delimitando el inicio y el final de los procesos a mejorar. En esta fase se utilizan diversas herramientas, siendo el mapeo de procesos una de las herramientas preferidas, y el establecer un plan de acción para lograr abordar todas las fases de esta metodología que se está implementando, y de esta forma, lograr visualizar los obstáculos que se podrían presentar para lograr cumplir con los objetivos del proyecto.

### **2.2.3 Fase de medir**

Esta fase se busca medir el desempeño actual del proceso que se ha identificado que necesita ser mejorado, para esto, se analizan los requerimientos críticos de calidad del cliente como marco de referencia, para de esta forma determinar cuáles son los indicadores necesarios que se deben trabajar y establecer las limitaciones que se han encontrado en el proyecto.

Luego de esto, es importante identificar cuáles fuentes de datos se deben analizar y qué plan se va a utilizar para lograr recopilarlos. Al final de esta fase, se logra la comparación de los resultados actuales con los que contaba el proceso contra dicho marco de referencia de las necesidades del cliente, y de esta forma, lograr tener una noción de la brecha que se está presentando entre ambos. En esta fase se pueden utilizar distintas

herramientas como lo son los histogramas y el Diagrama de Pareto o de Ishikawa.

#### **2.2.4 Fase de analizar**

En esta etapa, como lo indica su nombre, se procede a analizar todos los datos e información que se logró recopilar durante las fases anteriores, para poder identificar todas las oportunidades de mejora y las diversas causas que pueden estar ocasionando el problema en el proceso a mejorar. Las oportunidades de mejora encontradas se pueden filtrar según el orden de prioridad para el cliente e identificar si hay alguna variación en el proceso que lo pueda estar afectando.

En esta etapa se pueden utilizar distintas herramientas como los gráficos de control, pruebas de hipótesis, métodos de regresión e inclusive técnicas de simulación industrial para lograr encontrar los ajustes necesarios para mejorar el proceso de interés.

#### **2.2.5 Fase de implementar**

En esta fase se busca eliminar la causa raíz que había sido identificada previamente, mediante la implementación de las distintas soluciones encontradas, con el fin de lograr cumplir con los parámetros de calidad señalados por el cliente. Es importante verificar la validez de la solución planteada para asegurar que sea la correcta. Para cumplir con esta etapa se puede hacer uso de flujogramas, pruebas de error, diseño de experimentos y una gran variedad de herramientas de la ingeniería industrial.

### **2.2.6 Fase de controlar**

Luego de haber verificado la eficacia de las distintas soluciones planteadas, se procede a la implementación de diversos controles que aseguren que dichas soluciones se mantengan en el tiempo y que no se vayan a desviar del camino deseado. Para lograr esto, se deben documentar los planes de monitoreo de los nuevos procesos. Se pueden utilizar gráficos de control especialmente en los procesos críticos del proyecto para asegurar su estabilidad a largo plazo.

## **2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto**

### **2.3.1 Impacto a corto plazo**

Como meta a corto a plazo, en un período menor a un año, se espera que este proyecto empiece a presentar un impacto positivo sobre los tiempos de proceso de las muestras del LHE, empezando con la implementación de manuales de procedimiento estandarizado, que permitan agilizar el procesamiento de los hemogramas de prioridad 1, ya que es fundamental para los pacientes categorizados como urgentes obtener sus resultados lo antes posible. También se espera ya tener en funcionamiento las computadoras con el sistema Labcore que se recomendó adquirir para evitar atrasos para ingresar los resultados de las pruebas.

Mediante el inicio de la implementación de las distintas soluciones propuestas para subsanar los problemas diagnosticados, se espera que en

dicho período de tiempo se empieza a ver la disminución en los tiempos de espera.

### **2.3.2 Impacto a mediano plazo**

En el caso del mediano plazo, en un plazo de un año a dos años, se espera ya estar capacitando a las personas interesadas en cubrir el rol de vacaciones del personal del LHE y ya tenerlos capacitados y empezar a ver el impacto de esta medida, cuando alguno de los funcionarios del LHE se debe ausentar del trabajo y estas personas ya puedan hacer la sustitución.

### **2.3.3 Impacto a largo plazo**

Por último, en el largo plazo, en un período de tiempo después de los dos años, ya todas las medidas propuestas ya se encuentren en marcha, se espera para ese momento ya haber disminuido los errores preanalíticos del laboratorio, ya estar implementando la redistribución de las funciones los colaboradores del LHE, ya tener aprobadas las dos plazas nuevas que se solicitaron y que dichas personas ya se encuentren laborando y ya tener establecidos todos los indicadores estadísticos necesarios para la correcta toma de decisiones. De esta forma, en este tiempo ya se espera haber disminuido los tiempos de espera de los exámenes de laboratorio del LHE y que los usuarios que utilizan este servicio hayan notado dicha disminución y se tenga una mejor percepción del trabajo de dicho laboratorio.

## **2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes**

Se procedió a buscar proyectos de investigación similares con el fin de ver la manera en que se abarcó la temática y ayudar a fortalecer la presente investigación. En cuanto a lo que corresponde a la mejora de tiempos de respuesta, se encontró un trabajo denominado “Propuesta para mejorar los tiempos de respuesta en la atención de averías en el AyA, Sede Puriscal, en el primer. Semestre del año 2018”, realizado por Verónica Castro Bermúdez, para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana.

Dicha investigación tenía como objetivo: “proponer una mejora en los tiempos de respuesta de la atención de averías, por medio del análisis, control y seguimiento del método de trabajo para aumentar la calidad del servicio y la satisfacción del cliente”, (Castro, 2018). Para lograrlo, se procedió a medir las variables que podían estar afectando el tiempo de atención, también se analizó el proceso de atención de las averías con el fin de ver en que punto se podía mejorar y elaborar un plan de recomendaciones para lograr cumplir con los tiempos establecidos.

Estos puntos son similares a algunos del presente proyecto de investigación, debido a que también se busca disminuir los tiempos de respuesta, en este caso del LHE del Hospital México, y para esto se procede a analizar la manera en la que se llevan a cabo los procesos actualmente y proponer mejoras, junto con la elaboración de un plan de acciones que permita fortalecer las falencias encontradas y la determinación de las variables que debían mejorarse para aumentar la capacidad del laboratorio.

También se pudo encontrar un proyecto de investigación realizado en la Caja Costarricense del Seguro Social, específicamente en el Hospital Calderón Guardia, realizado por Erick Alfaro Barrientos en el año 2019, denominado: “Propuesta para el mejoramiento del proceso productivo de órtesis orales del laboratorio dental de odontología del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, para el primer cuatrimestre del 2019”.

Dicho proyecto tenía como objetivo general: “mejorar la capacidad de producción de órtesis oral del laboratorio dental, mediante la evaluación de la demanda de mayor impacto, que permita disminuir la lista de espera de los pacientes con edentulismo que son atendidos en la CCSS”, (Alfaro, 2019). Para esto, se realizó un diagnóstico de la situación actual, se identificaron las causas que causaban los atrasos en la fabricación de las órtesis orales y se desarrolló una propuesta de mejora que ayudara a combatir dichas causas.

El autor de la investigación en cuestión utilizó herramientas de la ingeniería industrial que también se utilizaron en el presente proyecto, como lo es el caso de la ingeniería de métodos, el análisis de las actividades para buscar la forma de mejorarlas, el Diagrama de Pareto e Ishikawa y el análisis del costo beneficio, con el fin de lograr cumplir con los objetivos trazados.

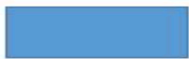








## **2.5 Diagrama multicolumnar**

Este tipo de diagramas son muy similares a los diagramas de flujo, ya que muestran cada paso de un proceso productivo, pero con la diferencia que se delimita la persona o departamento encargado de realizar cada parte del proceso. Similar a los carriles de una piscina, este tipo de diagramas colocan los distintos pasos de un proceso en cada uno de estos carriles, que

corresponden a las tareas que tiene que realizar un determinado empleado o departamento de la organización.

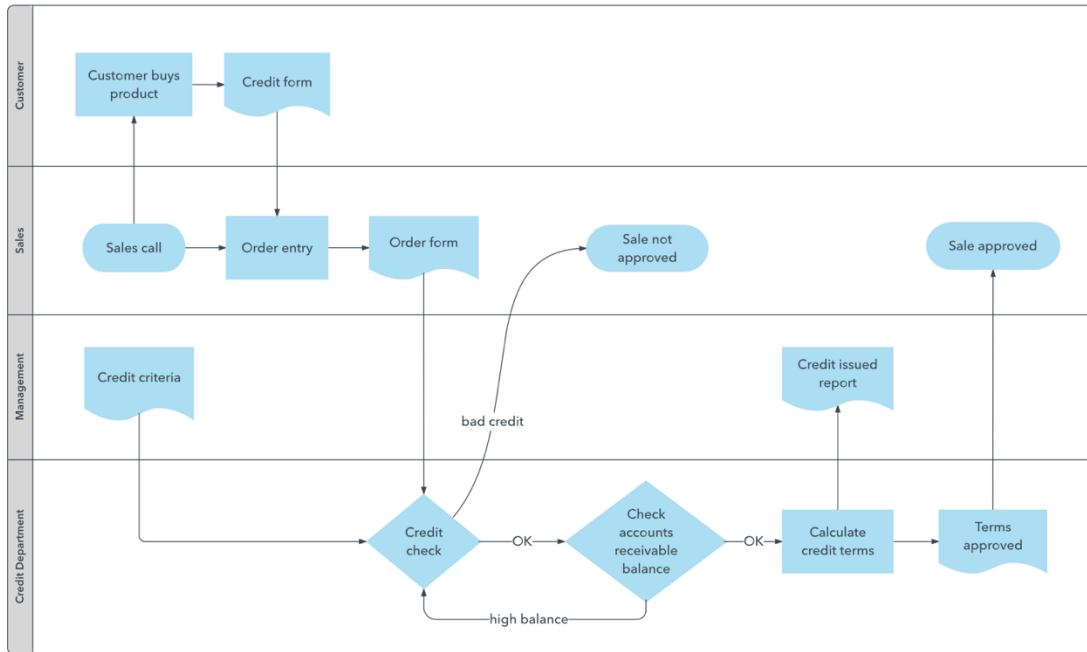
De esta forma, se muestran las conexiones, comunicaciones y transferencias entre cada uno de dichos carriles y de esta manera poder visualizar si se está presentando algún derroche, paso innecesario o ineficiencia en el proceso de interés (Lucidchart, 2020). La Figura 4 muestra el significado de cada uno de los símbolos utilizados en este tipo de diagramas y la Figura 5 muestra un ejemplo de uno de estos.

**Figura 4.** Simbología utilizada en los diagramas multicolumnares

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	<b>Operación:</b> Se usa para describir cualquier actividad. En el interior del rectángulo se escribe una breve descripción de la actividad.
	<b>Límites del Proceso:</b> Indica el inicio y el final de un proceso. En el interior del eclipse aparece la palabra inicio o fin.
	<b>Punto de Decisión:</b> Denota que en ese punto se toma una decisión. Los outputs salidas del diamante, son siempre dos y del tipo SI / No.
	<b>Movimiento:</b> Muestra el movimiento de un output entre distintos puntos de la organización.
	<b>Conector:</b> Señala que el output de ese proceso puede ser el input de otro ( la letra indica el proceso de entrada)
	<b>Dirección del flujo:</b> Denota la dirección y el orden de los pasos del proceso
	<b>Documento:</b> Documento/registro.
	<b>Listados:</b> Listados / notas de trabajo acumulado, información referente a la actividad.
	<b>Base de datos:</b> Punto de archivo donde se retiene temporalmente la información, en espera que se cumplan otras condiciones para continuar el proceso. Puede llevar asociada una tarea de administración de almacenamiento.

Fuente: Fuente: Lucidchart (2020).

**Figura 5.** Ejemplo de diagrama multicolumnar



Fuente: Lucidchart (2020).

## 2.6 Clasificación ABC

De acuerdo a Rivera (2019), esta clasificación se utiliza como un método de control de inventarios que permite relacionar el valor de los productos con su demanda, con el fin de determinar el valor que tiene cada producto dentro de la organización y de esta forma poder priorizarlos de forma descendente y así lograr una mejor gestión de los inventarios y poder realizar una correcta toma de decisiones en cuanto al manejo de estos.

Esta clasificación está basada en el principio 80/20 de Pareto, que en este caso podría indicar que el 20% de los materiales representa el 80% de

los costos o viceversa. Este análisis permite identificar los materiales que requieren de mayor atención y de esta forma no gastar recursos de más en aquellos artículos que no lo requieren. El significado de cada producto según su clasificación es la siguiente:

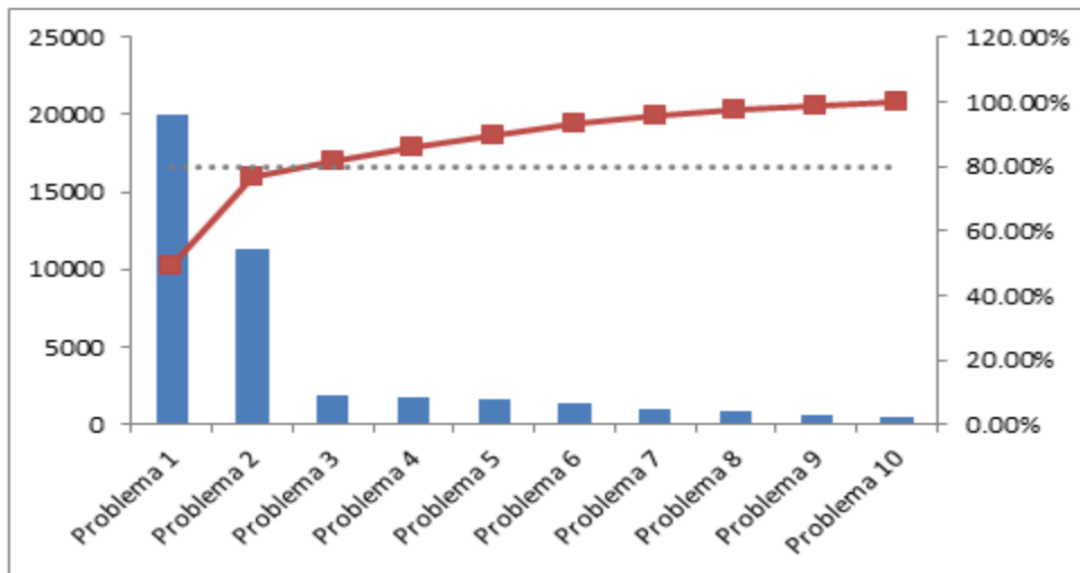
1. Productos tipo A: son aquellos que representan la mayor ganancia para la empresa, ya que representan el 20% de los productos que produce la organización y dan como resultado el 80% de la ganancia total, por lo que son los de mayor valor para la misma y es por esto que se necesita emplear la mayor cantidad de recursos para resguardarlos.
2. Productos tipo B: después de los productos tipo A, son los siguientes a los que les corresponde la mayor ganancia generada, consisten en alrededor del 30% del total de los artículos producidos y representan el 15% de la ganancia total.
3. Productos tipo C: son aquellos que representan un gran número de productos producidos pero generan la menor ganancia, consisten en alrededor del 50% de los artículos y producen apenas el 5% de la ganancia, por lo que no vale la pena realizar mayor inversión resguardando estos productos dentro del inventario, ya que la ganancia que estos generan es poca.

## 2.7 Diagrama de Pareto

Este diagrama es una de la principales herramientas que se utilizan en calidad, ya que tiene la ventaja de que permite colocar por orden de importancia los problemas que se están presentando en un proceso determinado y de esta manera facilita el análisis de las posibles causas que afectan dicho proceso y saber exactamente en cuáles se debe trabajar. Permite numerar en orden de prioridad la situaciones que deben tratarse con mayor grado de urgencia, lo que evita perder tiempo y recursos abordando todos los problemas que se presentan, y sólo enfocarse en aquellos realmente importantes que van a solucionar la mayoría de las situaciones que se estén dando.

Este diagrama está basado en el Principio de Pareto, donde un pequeño porcentaje del total de las causas, alrededor del 20%, producen alrededor del 80% de los efectos observados, dado a que el resto de causas afecta en medida muy pequeña, por lo que se procede a emplear tiempo y recursos en solucionar aquellas que sean consideradas como las más importantes (Alfaro 2019). La Figura 6 muestra un ejemplo de un Diagrama de Pareto.

**Figura 6.** Ejemplo del Diagrama de Pareto.



Fuente: Alfaro (2019).

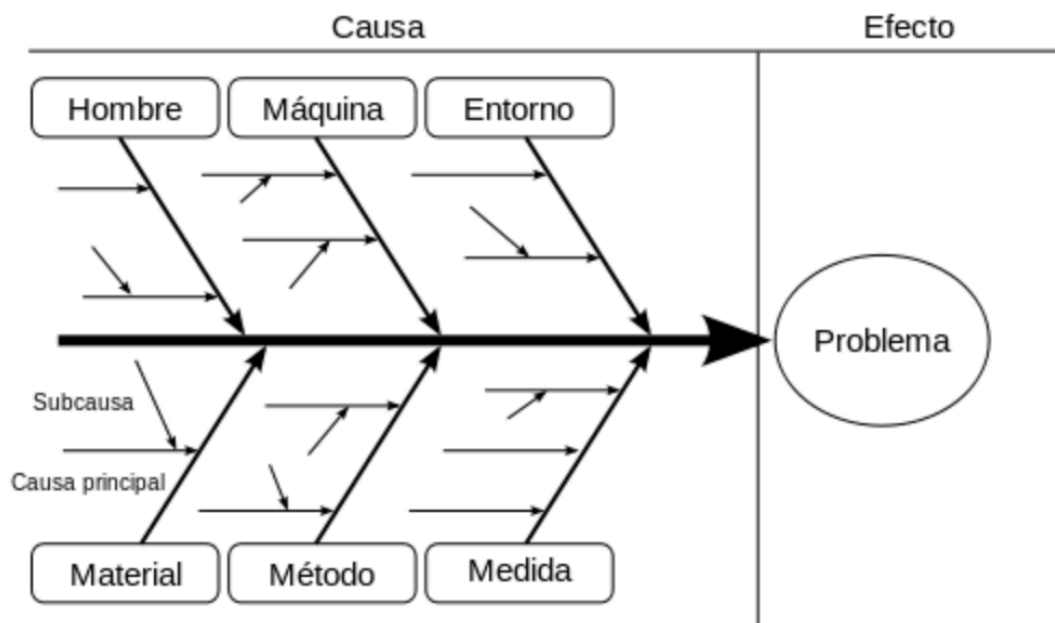
## 2.8 Diagrama de Ishikawa

De acuerdo con Alfaro (2019), el Diagrama de Ishikawa o de Causa-Efecto, fue creado por Kaoru Ishikawa en 1943, y consiste en un gráfico formado por líneas y símbolos que permiten evidenciar la relación que se da entre un efecto determinado y las diferentes causas que pueden estar originándolo. Las diferentes causas se agrupan de acuerdo a las 6M que se relacionan a los procesos, como lo es el método de trabajo, máquinas, mediciones, medio ambiente, mano de obra y los materiales.

Es de esta manera que el eje central del diagrama va dirigido a encontrar la causa principal conocida como causa raíz del problema que se está presentando, por lo que al tener identificadas cada una de las subcausas

que afectan cada apartado del diagrama, será posible realizar un análisis que permita brindar la solución más adecuada. La Figura 7 muestra un ejemplo de como es una Diagrama de Ishikawa.

**Figura 7.** Ejemplo del Diagrama de Ishikawa



Fuente: Alfaro (2019).

## 2.9 Pronósticos de demanda

Los pronósticos de demanda consisten en estimaciones que se realizan, ya sea de ventas de productos o servicios en un período de tiempo determinado a futuro. Es importante conocer la demanda que tendrá un producto en particular para de esta manera poder predecir las ventas que este

tendrá y de esta forma contar con el inventario necesario para no desabastecerse o tener cantidades que no se van a utilizar en el corto plazo.

Estos pronósticos dan cabida a una serie de proyecciones que ayudan a crear un plan específico de comercialización. El modelo que se aplique para realizar dichas proyecciones depende del período de tiempo a pronosticar y al hecho de si se cuenta o no con los datos históricos de ventas del producto. Los modelos a corto plazo son los más precisos, ya que a largo plazo pueden presentarse una serie de factores que pueden hacer que el pronóstico sea inexacto.

Los pasos a seguir para realizar un pronóstico son: determinar con qué fin se va a utilizar, se seleccionan los aspectos que se desean pronosticar, se determina el período de tiempo del pronóstico a realizar, se selecciona el modelo que mejor se ajuste a las necesidades, se recopilan los datos necesarios, se realiza el pronóstico y se validan e implementan los resultados obtenidos (Blog de Drew, 2021).

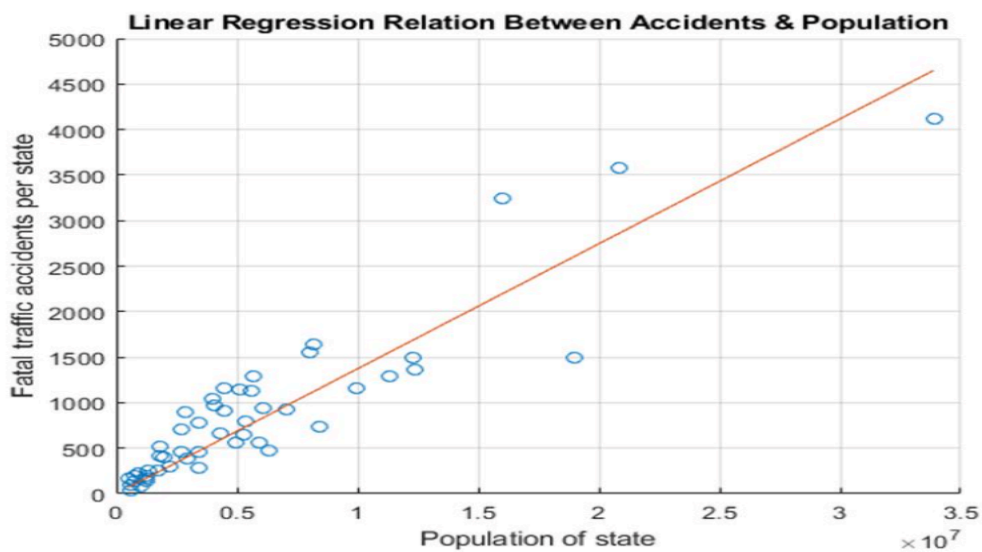
## **2.10 Regresión lineal**

Según Amat (2016), la regresión lineal es una herramienta que se utiliza en el modelado estadístico para explicar la relación que se da entre la variable dependiente o de respuesta “Y” y un conjunto de variables independientes o explicativas “ $X_1 \dots X_n$ ”. Esta técnica de regresión lineal simple permite crear un modelo lineal que va a ayudar a describir la relación que se da entre una variable Y sobre una variable X, y utiliza la ecuación:  $Y = \alpha + \beta x + \epsilon$ , donde de acuerdo al autor: “ $\alpha$  es la ordenada en el origen (el valor que toma Y cuando

X vale 0),  $\beta$  es la pendiente de la recta e indica cómo cambia Y cuando X incrementa en una unidad y  $\epsilon$  es el error.”

Este modelo de regresión lineal cuenta con características que lo hacen ideal para utilizarlo para crear un modelo de predicción o pronóstico para determinada serie de datos, ya que permite predecir valores de respuesta cuando sólo se cuenta con los valores predictivos. La Figura 8 muestra un ejemplo donde se emplea un gráfico de regresión lineal.

**Figura 8.** Ejemplo de gráfico utilizando regresión lineal.



Fuente: Amat (2019).

### 2.10.1 Correlación lineal

La correlación permite medir el grado de relación entre la variable dependiente y la independiente y es necesario contar con parámetros que permitan medir cuantitativamente dicha relación. La covarianza es uno de los parámetros más utilizados para hacerlo, ya que indica el grado de variación que hay entre dos variables aleatorias (Amat, 2019). La Figura 9 muestra la fórmula para calcular la covarianza muestral.

**Figura 9.** Fórmula para calcular la covarianza muestral.

$$\text{Covarianza muestral} = \text{Cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N - 1}$$

Fuente: Amat (2019).

De acuerdo a la figura anterior  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  corresponden a la media de cada variable y  $x_i$  e  $y_i$  al valor de dichas variables para determinada observación  $i$  y  $n$  es el número total de observaciones. Dado a que la covarianza es dependiente de las escalas con las que se midieron las variables en estudio, no es posible realizar una comparación entre pares de variables diferentes. Para poder hacerlo es necesario estandarizar la covarianza utilizando lo que se conoce como coeficientes de correlación, que se pueden denotar con el símbolo  $R^2$ .

Estos coeficientes varían entre +1 y -1, siendo +1 una correlación positiva perfecta y -1 una correlación negativa perfecta. El valor del coeficiente

de correlación señala el grado de asociación entre las dos variables de la siguiente forma:

0: asociación nula.

0.1: asociación pequeña.

0.3: asociación mediana.

0.5: asociación moderada.

0.7: asociación alta.

0.9: asociación muy alta.

## **2.11 Capacidad de producción**

Según Montes (2014), la capacidad es la tasa del nivel de producción que se logra obtener de un proceso determinado y debe medirse en términos de sus unidades de salida por unidad de tiempo y se divide en dos tipos:

1. Capacidad efectiva: la máxima cantidad de producción que un proceso es capaz de sostener económicamente bajo condiciones normales.
2. Capacidad pico: es el nivel de producción más alto que se puede lograr cuando se utilizan de forma adecuada los recursos productivos.

Es importante anotar la capacidad de producción utilizando una unidad específica de venta, tipo de productos que se comercializan, unidades, kilos, toneladas, etc.

## **2.12 Estandarización de proceso**

Este concepto de acuerdo con Carcache (2021), consiste en unificar y sistematizar un determinado proceso dentro de una organización, para crear un patrón fijo de cada una de las tareas que lo componen. Esto con el fin de que todas las personas involucradas en el proceso trabajen de igual manera siguiendo los mismos pasos en el orden correspondiente. De esta manera se logra garantizar disminuir al mínimo los errores y la variabilidad, logrando obtener mayor estándares de calidad .

Para poder implementar la estandarización de un proceso se deben seguir los siguientes pasos: realizar un mapeo de procesos, involucrar a todos los equipos que participan del mismo, documentar adecuadamente cada tarea realizada, entrenar correctamente a los colaboradores y estar realizando análisis y monitoreo constantes.

## **2.13 Plan de control**

Un plan de control consiste en un documento que contiene las características críticas de calidad de un determinado proceso y de esta forma permite velar para que se cumplan las necesidades del cliente y así reducir la tasa de variación de dicho proceso y permite mantener en el tiempo cualquier cambio implementado con el fin de mejorar alguna tarea del mismo (Rodríguez, 2019).

Se debe colocar a una persona encargada de velar que se sigan las pautas indicadas en el plan de control y mantener una comunicación directa con el encargado del proceso para transmitir cualquier incumplimiento que pueda causar que los logros obtenidos se puedan perder.

## 2.14 Diagrama de Gantt

Este tipo de diagrama consiste en un sistema de coordenadas que tiene dos ejes, uno vertical donde se ubican las tareas a realizar y otro horizontal se ponen los tiempos que se espera que duren dichas tareas. Los valores que se coloquen en el eje horizontal deben utilizar unidades de tiempo como días, semanas meses y años. Luego, a cada tarea se le asigna un bloque rectangular que indique su grado de progreso y el tiempo que le falta para que sea ejecutado completamente.

Entre los beneficios que brinda el Diagrama de Gantt es que permite una simplificación de la visualización de las tareas de un proyecto y muestras todas las etapas del mismo en un único lugar, ayuda a administrar proyectos y reducir problemas y tiempos de programación y permite identificar más fácilmente los puntos críticos para trabajarlos de la forma adecuada (Pérez, 2021).

Los pasos para realizar un Diagrama de Gantt son los siguientes:

1. Realizar una lista de todas las actividades que componen el proyecto, para de esta forma establecer los tiempos, prioridades y orden de ejecución de las mismas.
2. Realizar el diseño del diagrama de la forma más esquemática posible, dado a que debe transmitir lo más importante, todas aquellas personas implicadas en el proyecto deben ser capaces de tener una idea clara de cada etapa que se está ejecutando en cada momento.
3. La persona encargada de ejecutar el proyecto puede contar con su versión más detallada del Diagrama de Gantt para de esta forma poder

visualizar los puntos críticos y evitar cualquier atraso en la implementación del proyecto.

La Figura 10 muestra un ejemplo de un Diagrama de Gantt.

**Figura 10.** Ejemplo del Diagrama de Gantt

ACTIVIDADES	TIEMPO DE DURACION.												
	ABRIL				MAYO				JUNIO				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Programar jornadas de alfabetización tecnológica a usuarios.	■	■											
Verificar el estado de los equipos informáticos.		■	■										
Gestionar recursos para el mantenimiento y reparación de las P.C.				■									
Realizar mantenimiento a las P.C.					■	■	■						
Facilitar talleres a usuarios tecnológicos de la Institución.								■	■	■			
Jornada de cierre de proyecto en la Institución.												■	■

Fuente: Pérez (2021).

## 2.15 Indicadores

De acuerdo con Hevia y Aziz (2019), los indicadores son una medida que ayuda a cuantificar la eficiencia y eficacia de un proceso, sirven como instrumentos que dan información sobre una determinada actividad para saber si esta se está realizando correctamente o hay espacio para mejorar. Consisten en una relación entre variables, por lo que son determinados a partir

de una comparación entre dos o más tipos de datos con el fin de obtener una medida cuantitativa para la toma de decisiones.

Actualmente hay diferentes tipos de indicadores y el uso de cada uno de estos depende de la planificación o etapa del proyecto donde se quiera medir que tan bien se está realizando una tarea de algún proceso. Los principales tipos son los indicadores de proceso como la programación del trabajo y la ejecución de recursos, los indicadores de gestión como por ejemplo la medidas de eficiencia, eficacia y calidad, y los indicadores de resultados como los resultados obtenido de producción y de uso adecuado de recursos.

Para formular un buen indicador es necesario validar que cumpla con las siguientes características:

1. Validez: debe ser capaz de representar adecuadamente el fenómeno que se está midiendo.
2. Objetividad: se debe de tratar de información observable, veraz y fácil de reproducir.
3. Sensibilidad: debe ser capaz de medir las distintas variaciones del fenómeno observado.
4. Especificidad: debe estar enfocado en el aspecto que se desea medir, recogiendo los datos esenciales de lo observado.
5. Simplicidad: debe ser fácil de realizar.
6. Disponibilidad: la información obtenida debe de estar al alcance de todos los involucrados del proceso.

Una vez que se valide que se cumplen las características anteriores se procede a elaborar el indicador, para esto se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Diagnosticar la situación actual y las acciones y tareas específicas a realizar.
- b) Determinar las distintas variables involucradas.
- c) Determinar la mejor manera de medir cada una de las variables de interés
- d) Definir las escalas de medida y forma de calcularlas.
- e) Constatar de que los indicadores seleccionados cumplan con los requisitos para ser buenos indicadores.

### **2.16 Productividad**

El autor Gutiérrez Pulido (2020) define la productividad como: “los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, en función de los recursos empleados, por lo que, en general, se mide por el cociente formado por los resultados logrados versus los recursos empleados. Los resultados pueden medirse en unidades producidas o vendidas, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.”.

La productividad consiste en la relación entre los recursos utilizados en determinado proceso y la cantidad producida, y de esta forma mostrar la eficiencia de un proceso en particular dentro de la organización (Mata, 2021).

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Metodología para la definición del problema**

El presente proyecto de investigación se clasificó dentro de la línea de operaciones industriales, ya que busca la optimización de procesos ya establecidos dentro de una organización y busca aumentar la productividad de dichos procesos, así como su eficacia y eficiencia, y para esto se utilizó la metodología DMAIC para poderle encontrar la mejor solución al problema encontrado (Fernández y Leandro, 2021).

#### **3.1.1 Tipo de enfoque de la investigación**

Para poder definir el problema de la investigación, se utilizó un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo, por lo que tiene un enfoque mixto, ya que se procedió al análisis los datos estadísticos de producción con los que cuenta el LHE, junto con los tiempos de respuesta con los que se contaba en dicho momento para brindar los resultados de los exámenes de laboratorio, y se pudo observar que con el pasar de los años se venía dando un aumento sostenido en la demanda de exámenes mientras se contaba con el mismo personal.

Pero también cuenta con un enfoque cualitativo ya que se procede al análisis de los métodos de trabajo, la manera como se llevan a cabo los procesos se determinó si la distribución de funciones era la adecuada, por lo que mediante instrumentos como entrevistas a los funcionarios del LHE se pudo observar que mediante los métodos de trabajo con los que se contaba y el personal limitado que se tenía no era suficiente para hacerle frente a dicho aumento de la demanda.

### **3.1.2 Herramientas utilizadas para la definición del problema**

Por estas situaciones mencionadas anteriormente fue que se pudo plantear el problema que se estaba presentando en el laboratorio, que consiste en la búsqueda de cuáles podrían ser las estrategias de mejora a implementar en el LHE para poder aumentar su capacidad y disminuir los tiempos de respuesta para que los pacientes que asisten a ese servicio no tuvieran que esperar tiempos tan prolongados.

Mediante una conversación con la jefatura del LHE, se pudo constatar que era importante corregir dicha situación, porque los pacientes que asisten a ese servicio son personas con padecimientos hematológicos tales como leucemias y anemias que ponen en peligro sus vidas, sin contar que muchos de ellos llegan a realizarse las pruebas con muchas horas de ayuno y hasta con niveles muy bajos de hemoglobina, sumado a los padecimientos típicos de sus enfermedades, por lo que tener que esperar tanto tiempo por un resultado para poder ser atendidos por su médico tratante en esas condiciones era peligroso para su estado de salud. El Cuadro 2 muestra las herramientas utilizadas para la definición del problema.

**Cuadro 2.** Herramientas utilizadas para la definición del problema.

Herramienta	Descripción
Análisis de datos	Se analizaron datos de producción anual, capacidad de producción y de tiempos de respuesta.
Encuesta a los funcionarios del LHE	Se realizaron consultas sobre cómo se percibía el flujo de trabajo y la distribución de funciones.
Proyección de demanda	Se realizó una proyección de la demanda a futuro en el corto plazo para constatar si el aumento siguiese siendo sostenido.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3 Fuentes de información

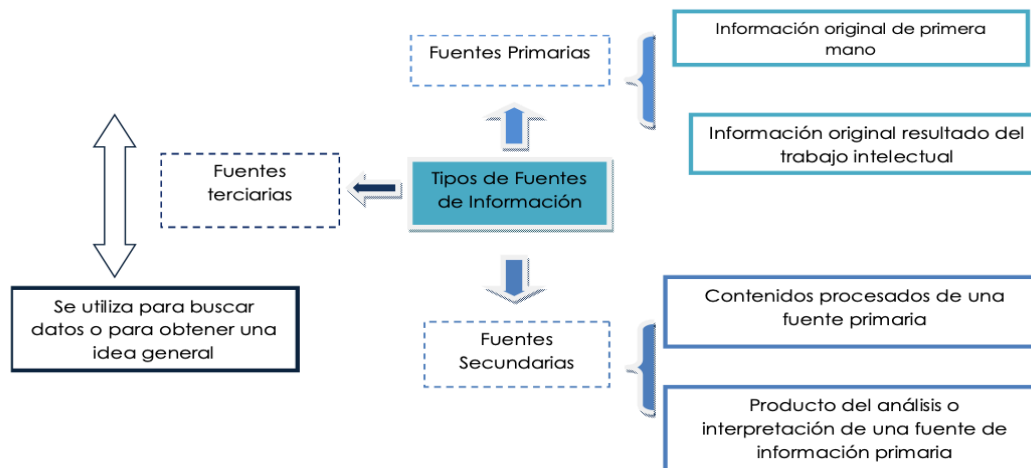
De acuerdo con Maranto y González (2015), las fuentes de información consisten en aquellos recursos que proporcionan información que permita reconstruir hechos y aportan conocimiento sobre un tema en específico. Existen diferentes tipos de fuentes de información dependiendo del tipo de búsqueda de información que se realice, estas son las fuentes primarias, secundarias y terciarias que se detallan a continuación:

1. Fuentes primarias: consisten en información original o directa sin haber sido interpretada, surgen como resultado de ideas, investigaciones y teorías que proviene directamente del autor. Entre este tipo de fuentes se encuentran los libros, monografías, tesis, investigaciones y artículos.

2. Fuentes secundarias: este tipo de fuente ya hubo un procesamiento o parafraseo de la información que proviene de una fuente primaria, ya hubo una interpretación o parafraseo de la información obtenida. Entre los ejemplos de este tipo de fuente están las tesis, artículos obtenidos de internet y libros donde se cita a autores ajenos al mismo.
3. Fuentes terciarias: son aquellas que reúnen fuentes de información ya sea primaria o secundaria, ya que se utilizan para obtener una idea general de la información deseada, entre estas se encuentran las bibliografías, directorios, títulos de revistas y publicaciones.

Para la presente investigación se obtuvo la información de los tres tipos de fuentes mencionados. La Figura 11 muestra un resumen de los distintos tipos de fuentes de información.

**Figura 11.** Resumen de los tipos de fuentes de información utilizados.



Fuente: Maranto y González (2015).

### **3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto**

Para realizar la medición y respaldo cualitativo del proyecto se utilizó principalmente la fase de medir del DMAIC, que consiste en medir las variables críticas de calidad establecidas en la etapa de definir, para esto, se obtuvieron los datos necesarios para tener una idea clara del comportamiento y desempeño del proceso en estudio (León & Ferreiro, 2020).

#### **3.2.1 Definición y delimitación de la magnitud del problema**

En esta etapa se analizaron los datos históricos de producción del LHE y se realizó una proyección de demanda a futuro para ver cómo se comportaba la demanda de exámenes de laboratorio y de esta manera poder tomar decisiones sobre las necesidades del laboratorio. También se cuantificaron los errores preanalíticos que ocurrían en promedio mensualmente ya que estos aumentan los tiempos de respuesta, y se analizó la capacidad de producción de los equipos automatizados para ver si estos limitaban de alguna manera el flujo de trabajo.

El medir dichas variables críticas de calidad permitió delimitar el problema del presente proyecto de investigación, ya que se pudo establecer las necesidades del laboratorio y los parámetros que podrían estar influyendo en los tiempos de respuesta con los que contaba el LHE, y así fue como se delimitó el problema que buscaba darle solución a las situaciones que se estaban presentando.

### 3.2.2 Diagnóstico de las posibles causas del problema

Mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial como los diagramas de flujo multicolumnares fue posible analizar paso a paso cada proceso del laboratorio con el fin de observar posibles mejoras en el flujo de trabajo, se cuantificaron los errores preanalíticos y se clasificaron según el tipo de error que se presentaba, luego se realizó una clasificación ABC para determinar cuáles eran las pruebas más importantes que se realizan en el laboratorio para saber en cuáles valía la pena enfocarse para trabajar, también, mediante el uso del Diagrama de Pareto se pudieron ordenar en orden de importancia los factores que podrían estar influyendo en los tiempos de respuesta y posterior a esto, con ayuda del Diagrama de Ishikawa se pudo detectar la causa raíz de que podría influir en los elevados tiempos de respuesta y todas sus subcausas.

Mediante una proyección de demanda a futuro utilizando la regresión lineal simple se pudo determinar la demanda de cada una de las pruebas que realiza el LHE con el fin de analizar que tanto iba a aumentar el trabajo de sus funcionarios mientras se seguía con la misma cantidad de personal y posterior a esto se analizó la capacidad de producción de cada uno de los equipos del laboratorio y los tiempos de respuesta de las pruebas que se realizan, para determinar si eran los adecuados o se necesitaban realizar ajustes. Los datos necesarios para realizar el capítulo de línea base y análisis se causas fueron recolectados mediante el análisis de las estadísticas de producción del LHE, también se realizaron entrevistas a los funcionarios y otros fueron recolectados mediante observación directa.

### **3.3 Metodología para la propuesta de mejora**

Una vez diagnosticados las posibles causas que podrían influir en los tiempos de respuesta del laboratorio, fue posible establecer tanto el objetivo general como los específicos necesarios para poder darle una solución adecuada. Se empezó con la disminución de los errores preanalíticos, para esto se creó un manual de procedimientos estandarizados para disminuir al mínimo estos errores que aumentan el tiempo de respuesta, también se creó un plan de control para asegurar en el tiempo que se cumpla con el nuevo procedimiento estandarizado.

Seguidamente, se realizó una redistribución de las funciones del personal del LHE, la cual fue posible gracias a la solicitud para incorporar 2 nuevas plazas, una de MQC2 y otra de T1TS, y de esta manera eliminar el recargo de funciones de otros puestos que tenían algunos funcionarios del laboratorio. También se estandarizó mediante la creación de un manual de procedimientos, el procesamiento de los hemogramas de prioridad 1, para de esta forma disminuir el tiempo de procesamientos de estos.

Por último, se creó un plan de mejora para disminuir las causas de merma de la productividad que habían sido diagnosticadas, para esto, se creó un plan de mejora para la distribución de las citas del laboratorio, el cual fue posible mediante modificaciones al sistema Labcore para lograr una asignación de citas homogéneo entre todos los días de la semana. También se decidió crear un programa de capacitación para entrenar a nuevo personal para que fuera elegible para cubrir incapacidades y rol de vacaciones de los funcionarios del LHE, para esto, mediante el uso de un Diagrama de Gantt fue posible establecer el cronograma, duración, temas a tratar y el encargado de impartir la capacitación.

Por último, se decidió establecer el uso de indicadores estadísticos para la toma de decisiones y monitoreo de la productividad, para esto se estableció un encargado de llevar las estadísticas del laboratorio y la frecuencia con la que debía hacerlo, para de esta forma llevar los datos de forma organizada dentro de una hoja de Excel en la cual sólo la oficinista y la jefatura del laboratorio podrían ingresar los datos para evitar cualquier manipulación de los mismos o el ingreso de datos erróneos.

### **3.4 Metodología para la implementación del proyecto**

Dado al tipo de proyecto no se llevó a cabo la implementación de todas las soluciones planteadas en el mismo, sin embargo, el LHE cuenta con facilidades para poder implementar las que no se pudieron realizar durante el tiempo establecido para la investigación. En el caso de la mejora en el flujo de trabajo de los hemogramas de prioridad 1 mediante la estandarización del proceso, esta si se pudo implementar ya que la jefatura del laboratorio hizo los cambios pertinentes en el flujo de trabajo de estos, tal y como se recomendó, y se pudo observar las mejoras en los tiempos de procesamiento.

En el caso de la redistribución de funciones del personal del laboratorio, es potestad de la jefatura realizarlas de la manera que lo considere conveniente, por lo que su aplicación es fácil de realizar y de efecto inmediato. Con respecto a la solicitud de las nuevas plazas de MQC2 y T1TS, este proceso debe realizarse en conjunto con la Dirección del Laboratorio Clínico, y debe hacerse una solicitud formal debidamente justificada ante la Gerencia Médica de la CCSS y seguir el procedimiento establecido para tal efecto.

Para la correcta distribución de las citas del laboratorio sólo fue necesario solicitarle a la empresa proveedora del servicio readecuar el sistema Labcore para que brinde de forma homogénea entre cada día de la semana las citas a los pacientes, con el fin de dejar de saturar ciertos días de la semana con respecto a otros.

En el caso de la capacitación al personal nuevo, se le pidió a la jefatura que estableciera un temario para la misma y la duración del estudio de cada tema para de esta forma contar con el personal de respaldo suficiente y preparado adecuadamente para cubrir incapacidades y vacaciones. Para la implementación del establecimiento de los indicadores estadísticos del laboratorio se cuenta con la facilidad del uso de software que permite llevar el control necesario de los mismos.

### **3.5 Metodología para el verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados**

Para el aseguramiento de que se mantengan los resultados obtenidos gracias a la implementación de las diferentes soluciones propuestas en el presente proyecto se utilizan herramientas como los cuadros de control, en el que se asignan las diferentes variables a controlar, los parámetros esperados y el encargado de supervisar su cumplimiento.

También, gracias al establecimiento de los nuevos indicadores estadísticos del laboratorio para el control del trabajo y la toma de decisiones, es posible monitorear todos los procesos que se llevan a cabo, junto con la productividad del laboratorio y de esta forma poder dar el seguimiento adecuado para asegurar que los resultados obtenidos y los nuevos lineamientos establecidos se mantengan.

**CAPÍTULO IV**  
**LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

#### **4.1 Descripción del procesamiento de los diferentes tipos de muestras del LHE**

Los diferentes tipos de muestras que son procesadas por el LHE, a excepción de los líquidos cefalorraquídeos, que se detallarán más adelante, tienen una parte en común; la de verificación de los datos del paciente, el ingreso de estos al sistema Labcore y la obtención de las muestras por medio de la venopunción, para luego ser trasladadas a la sección correspondiente del laboratorio. En cuanto a las muestras procedentes de consulta externa, al analizar el flujo de procesamiento de las muestras por medio de diagramas multicolumnares, se puede observar que todas cuentan con el siguiente flujo de trabajo en común:

El proceso inicia cuando la persona que desarrolla el puesto de Asistente Técnico en Salud 1 (ATS1), se encarga de recibir la boleta de exámenes de laboratorio de los pacientes que se encuentran haciendo fila para ser atendidos, luego ingresa los datos del paciente al sistema Labcore, una vez ingresados procede a devolver la boleta a los pacientes y les indica donde sentarse para que les tomen la muestra una vez llegue su turno.

La muestra de sangre puede ser tomada por el Técnico 1 de Tecnologías en Salud (T1TS), el Diplomado de Apoyo o por el Microscopista 1, los dos últimos hasta su respectiva hora de atención. Estos cuando reciben al paciente, se encargan de revisar que los datos de la boleta concuerden con los de los códigos de barras que imprime el sistema Labcore, si no concuerdan deben devolver la boleta al ATS1 para que haga las correcciones pertinentes.

Si los datos son correctos entonces se procede a realizar la extracción de sangre por medio de la venopunción, se colocan los respectivos códigos de

barras a los tubos del paciente según la prueba y el tipo de tubo que corresponda, se envuelve la muestra con su boleta respectiva y se colocan en la caja de cada sección del laboratorio donde serán procesadas, para que el Asistente Técnico en Salud 2 (ATS2) se las lleve cada hora y media a repartirlas según corresponda el lugar donde serán procesadas.

#### **4.1.1 Procesamiento de los hemogramas de consulta externa**

El Técnico 2 en Tecnologías en Salud (T2TS) del LHE recibe las muestras de hemogramas por parte del ATS2, separa las muestras de las boletas, mete las muestras en racks de 10 al equipo automatizado, este realiza los conteos respectivos de las células e imprime el reporte preliminar con los resultados. Una vez que salen todos los reportes de las muestras procesadas, el T2TS compagina la boleta con el reporte respectivo de cada paciente, luego procede a realizar el frotis sanguíneo en una lámina de vidrio conocida como portaobjetos, esto para su posterior observación microscópica.

Una vez hechos los frotis sanguíneos, se dejan secando durante 10 minutos, luego se ponen en un equipo de tinción para que sean teñidos, este equipo utiliza colorante de Giemsa que permite diferenciar entre el núcleo y el citoplasma de las células, también permite observar la morfología de las plaquetas y de los glóbulos rojos. El proceso de tinción dura aproximadamente 7 minutos, y una vez teñidas las láminas son colocadas en la mesa de microscopía para que sean repartidas por el personal correspondiente.

Para la repartición de las láminas con su respectivo reporte y boleta, se turnan entre el Microscopista 1, el Microscopista 2, el Diplomado de Apoyo y el Microbiólogo Químico Clínico 2 (MQC 2). Estos separan las boletas por

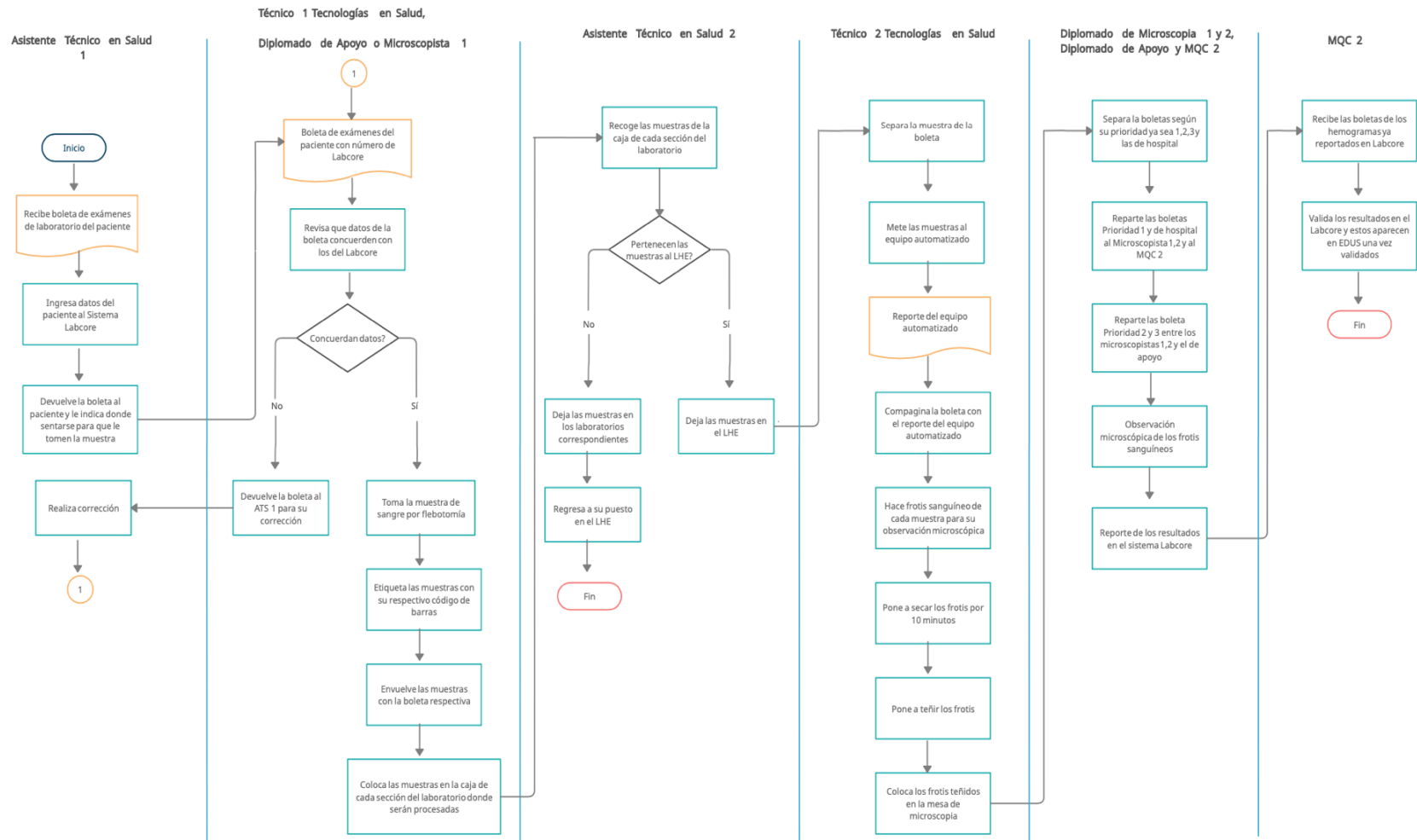
prioridad, ya sea 1, 2 o 3 y también las que provienen de pacientes hospitalizados. Las boletas prioridad 1 y las de hospital se reparten al Microscopista 1, 2 y al MQC 2. Las de prioridad 2 y 3 se reparten a los Microscopistas 1, 2 y al Diplomado de Apoyo. Una vez hecha la repartición, los encargados proceden a realizar la observación microscópica de los frotis sanguíneos, realizan el conteo de 100 leucocitos por muestra, reportan el tipo de leucocito, si la morfología es normal o patológica y hacen las anotaciones pertinentes que le permitan al médico conocer el estado de salud del paciente.

En el caso de los eritrocitos se analiza su morfología, se anota si presentan cambios en su forma, tamaño o color. Si todos son normales entonces se reportan como normocíticos-normocrómicos, lo cual indica que tienen forma, tamaño y color normales. Con respecto a las plaquetas se procede a evaluar su forma y tamaño y también el recuento de estas.

El análisis de los leucocitos permite diagnosticar si el paciente es sano o se encuentra en remisión de alguna enfermedad, o si se está ante algún padecimiento hematológico como lo son las leucemias, linfomas o síndromes mielodisplásicos. El de los eritrocitos permite ver si se presenta algún tipo de anemia y clasificarla, y el de plaquetas ver si hay alguna alteración en las mismas, las cuales son muy importantes en los procesos de coagulación.

Una vez vistos y anotados los resultados en el reporte y boleta del paciente, se ingresan en el sistema Labcore, y se le pasa la boleta al MQC 2 para que este la valide de forma digital y automáticamente aparece en EDUS una vez validado. El flujo del proceso de la realización de los hemogramas se encuentra detallado en la Figura 12.

**Figura 12.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de los hemogramas de consulta externa.



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2 Procesamiento de los hemogramas de pacientes hospitalizados.**

El médico residente de hematología llega al LHE con las boletas de los pacientes hospitalizados que necesita que tome el personal del LHE. Estas muestras se toman solamente los lunes, miércoles y viernes por decisión médica, al personal del LHE le corresponde tomar estas muestras de los pacientes internados en el hospital como un recargo en sus funciones debido a que no cuentan con una plaza que se encargue solamente de eso, por lo que deben hacerlo y cuando terminan se reincorporan a sus funciones diarias. Este es un proceso que toma en promedio hora y media, y se realiza de 06:00am a 07:30am, de acuerdo con la jefatura del LHE en promedio cada funcionario debe sangrar de 5 a 6 pacientes hospitalizados.

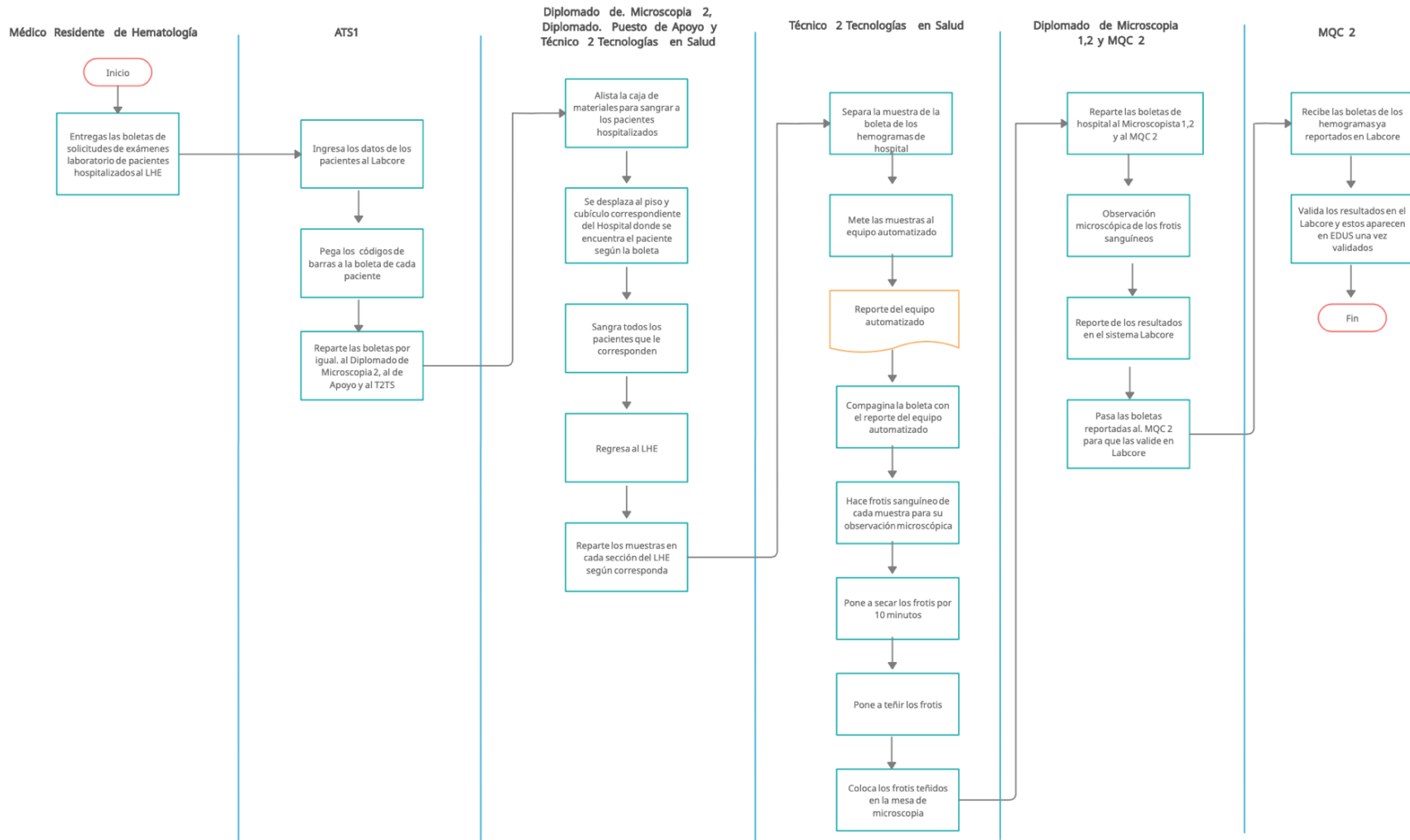
El ATS1 es el encargado de recibir las boletas del residente de hematología un día laboral antes de la toma de la muestra y las ingresa al sistema Labcore, pega los códigos de barras con la información del paciente a la boleta correspondiente y reparte las boletas por igual al Diplomado del Puesto de Microscopia 2, al del Puesto de Apoyo y al T2TS, quienes son los encargados de ir a los diferentes pisos del hospital a tomar las muestras.

El día de la toma de la muestra a las 06:00am llega cada encargado a su puesto de trabajo y alista la caja de materiales, donde hay tubos, agujas, algodones y demás materiales necesarios para la toma de muestras por flebotomía, luego se desplaza donde se encuentran los pacientes hospitalizados según el cubículo y piso descrito en la boleta de los pacientes que le corresponden.

Se procede a sangrar a cada paciente según el cubículo y piso en el que se encuentre, esta información se encuentra en la boleta de solicitud de exámenes de laboratorio, cuando termina baja de regreso al LHE. Cada encargado debe repartir las muestras que tomó en cada sección del LHE según corresponda, ya sea en hemogramas, coagulación o pruebas especiales. Las muestras de otras divisiones del Laboratorio Clínico las deja en la caja correspondiente en LHE para que los asistentes técnicos en salud las repartan durante sus rondas.

El procesamiento de los hemogramas es el mismo que para los hemogramas de consulta externa descrita en la sección anterior, solamente que se reparten entre los Microscopistas 1, 2 y el MQC2. El Diplomado de Apoyo no debe observar estas láminas ya que tiene el recargo de sangrar la consulta externa hasta las 09:00am y de realizar los Líquidos Cefalorraquídeos. El procesamiento de las muestras de hemogramas de hospital se ilustra en la Figura 13.

**Figura 13.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de hemogramas de pacientes hospitalizados.



Fuente: Elaboración propia.

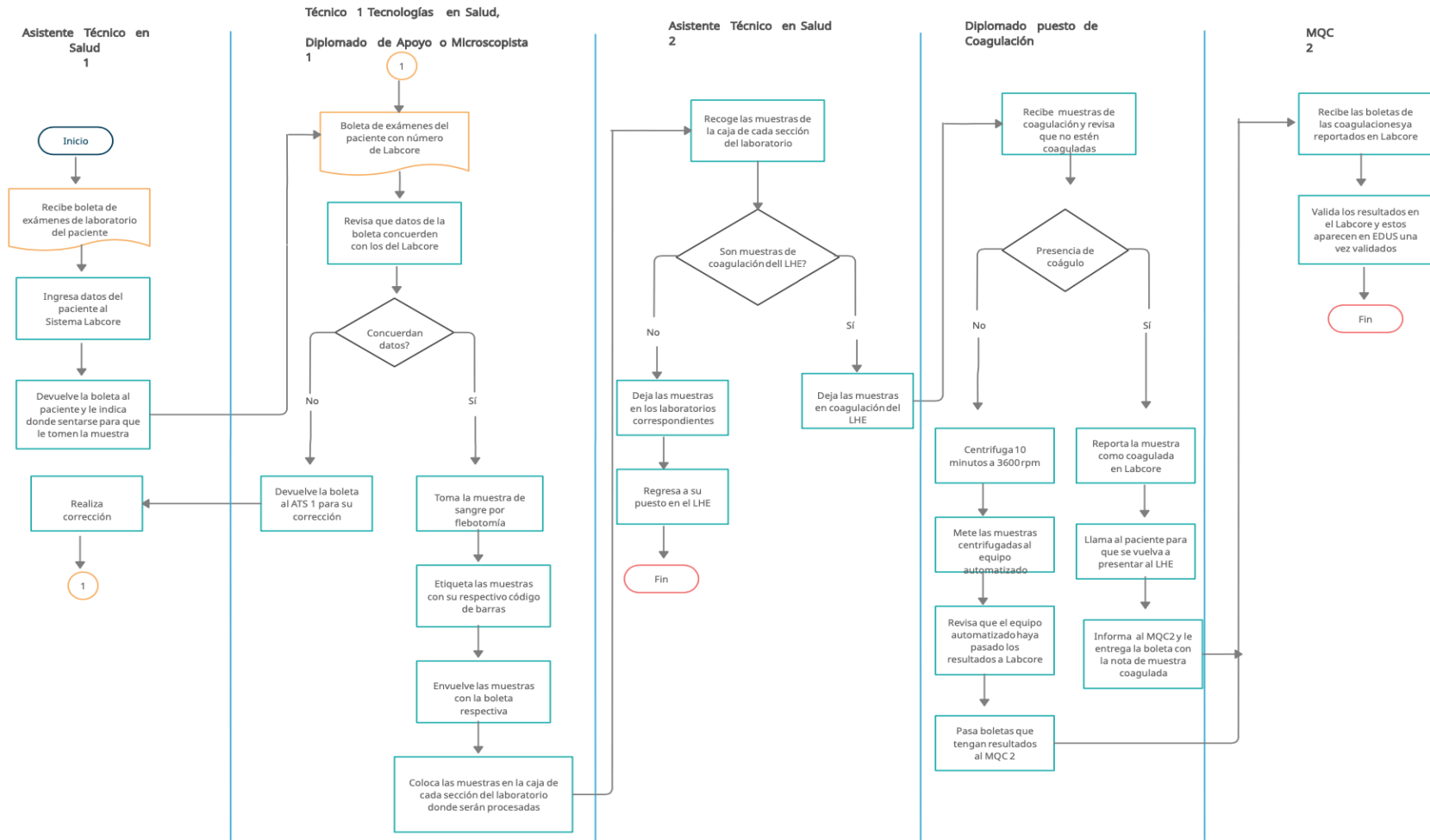
#### **4.1.3 Procesamiento de muestras de coagulación sin tamizaje.**

El Diplomado del Puesto de Coagulación recibe las muestras de coagulación que le entrega el ATS2, las separa de la boleta y revisa que las muestras no estén coaguladas, ya que la presencia de coágulo arroja resultados totalmente erróneos, si está coagulada procede a reportar la muestra como coagulada en Labcore y la descarta, luego le pasa la boleta al MQC2 para que la valide. En caso de no estar coagulada las pone a centrifugar a 3600rpm durante 10 minutos, luego procede a meter las muestras al equipo automatizado que procesa las coagulaciones.

Dentro de las pruebas de coagulación sin tamizaje se encuentra la determinación del Tiempo de Protrombina (TP), Tiempo de Tromboplastina Parcial (TTP), Fibrinógeno (FIB), Dímero D, las Pruebas de Trombofilia, todos los factores de la coagulación, y el monitoreo de medicamentos anticoagulantes como lo son el Rivaroxaban, Apixaban y Klexane. Se les conoce como que no requieren tamizaje debido a que solamente se procesan y sin importar el resultado obtenido se reportan en el sistema y se acaba el proceso.

Una vez que salen del equipo las muestras, el diplomado procede a revisar que se hayan pasado los resultados al sistema Labcore, y luego le pasa las boletas al MQC2, el cual recibe las boletas de las coagulaciones ya reportadas, las valida y los resultados de estas aparecen inmediatamente en EDUS, el procesamiento de las muestras de coagulación sin tamizaje se ilustra en la Figura 14.

**Figura 14.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de coagulaciones sin tamizaje.



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.4 Procesamiento de las muestras de coagulación con tamizaje.**

El Diplomado del Puesto de Coagulación recibe las muestras de coagulación del ATS2, las separa de la boleta, revisa que las muestras no estén coaguladas, de estarlo debe reportarlo como muestra coagulada en Labcore y pasarle la boleta al MQC2 para que la valide, si no hay presencia de coágulo, se centrifuga la muestra 10 minutos a 3600 rpm, se separa el plasma; que es la fase líquida de la sangre que aún contiene todos los factores de coagulación intactos, este se separa del paquete de glóbulos rojos, se debe colocar en un tubo plástico, ya que el vidrio activa la coagulación, lo etiqueta con el código de Labcore correspondiente al paciente, y lo centrifuga 10 minutos a 3600 rpm.

Luego pasa la muestra a otro tubo de plástico, esto para asegurarse que sea plasma pobre en plaquetas, ya que estas pueden interferir en la determinación del Anticoagulante Lúpico, se procede a procesar las pruebas en el equipo automatizado de coagulación, y se revisan los resultados obtenidos. Si el tamizaje es negativo, esto quiere decir que no se observan resultados alterados en ninguna de las pruebas, entonces se pasa la boleta al MQC 2 para que lo valide en Labcore y se acaba el proceso, pero si el tamizaje es positivo debido a algún resultado fuera del rango de referencia normal, se procede a congelar la muestra a  $-80^{\circ}$  C, ya que esta temperatura mantiene todos los factores de la coagulación estables, hasta el día que se vayan a montar las pruebas confirmatorias del tamizaje.

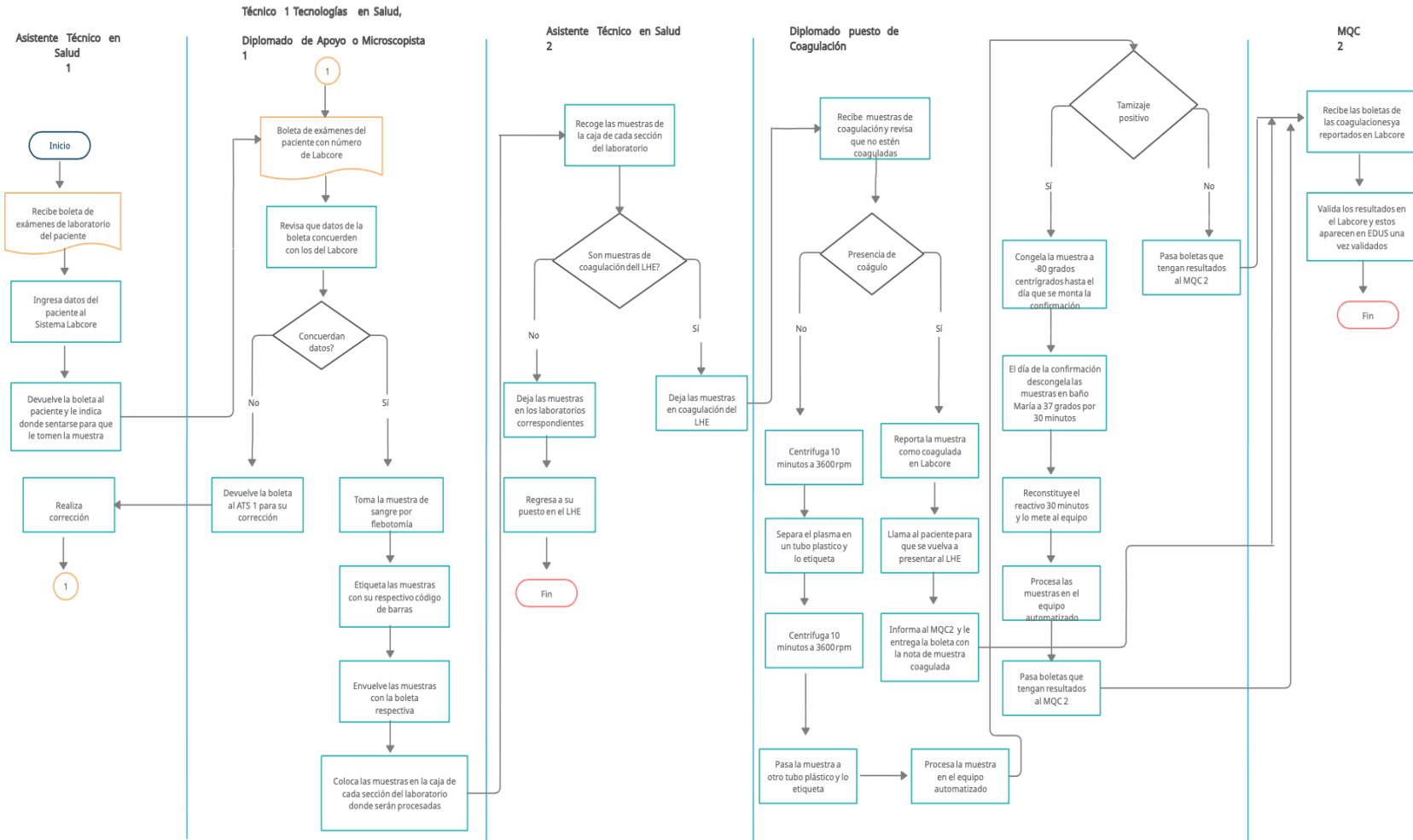
Las muestras confirmatorias se guardan hasta otro día debido a que el Diplomado no tiene tiempo para hacer todo el proceso desde el inicio hasta el final debido a que es muy largo y también debe estar haciendo otras funciones

y procesando los otros tipos de muestras de coagulación como las coagulaciones sin tamizaje que llegan todos los días durante todo el día y los inhibidores. Muchas veces los médicos hematólogos llegan a pedir resultados de las otras pruebas de coagulación que los están atrasando para poder ver al paciente en su cita médica, por lo que este único Diplomado que se encarga de todas estas pruebas de esa sección del LHE, tiene que estar realizando distintas tareas al mismo tiempo y atendiendo a los médicos que llegan precisados por resultados urgentes.

Cuando llega el día de montar las pruebas confirmatorias se deben descongelar a 37° C en Baño María durante 30 minutos, esto debido a que esa es la temperatura corporal normal, entonces de esta manera no afecta a los factores de coagulación ni al anticoagulante Lúpico y este mantiene todas sus propiedades. Luego se meten correspondientes al equipo, y se procesan las muestras en el equipo automatizado. Se revisa que los resultados se hayan pasado al Labcore y se le entregan las boletas al MQC2 para que este las valide y aparezcan los resultados en EDUS.

Estas pruebas son conocidas como de coagulación con tamizaje debido a que se tamizan y según el resultado obtenido, en caso de ser un tiempo prolongado se procede a realizar las pruebas confirmatorias. Dentro de las pruebas que componen este panel que requiere tamizaje se encuentra el Anticoagulante Lúpico y sus pruebas confirmatorias. El proceso de este tipo de muestras se encuentra ilustrado por la Figura 15.

Figura 15. Gráfico multicolumnar del procesamiento de coagulaciones con tamizaje.



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.5 Procesamiento de muestras de inhibidores de la coagulación.**

El Diplomado del Puesto de Coagulación recibe las muestras de inhibidores de la coagulación del ATS2, las separa de la boleta, revisa que las muestras no estén coaguladas, en caso de estarlo se reporta como tal en Labcore y se pasa al MQC2 para su validación, en caso de no haber presencia de coágulo estas se centrifugan 10 minutos a 3600 rpm y se meten al equipo automatizado a que les realice pruebas de coagulación de rutina, como lo son el TTP y el TP y los factores de la coagulación que el médico tratante sospeche que puedan estar presentando inhibidores en su función, como son los Factores 8 o 9, que son los que presentan este problema. En el caso del Factor 8 se espera que el TTP sea el que esté alterado en el caso del Factor 9 el TP.

Dado a que los pacientes a los que se les solicitan los inhibidores de la coagulación son personas que el médico en la cita previa de mandarle los exámenes de laboratorio sabe que tienen problemas de sangrado, se espera de antemano que tengan alguna de las pruebas de coagulación de rutina con tiempos prolongados, por lo que una vez que salen estas muestras del equipo, se procede a revisar el resultado de las pruebas que se realizaron y se corrobora cual prueba tuvo tiempos prolongados para saber con cual de los dos factores se continua el estudio, que lleva el mismo procedimiento en ambos casos, con la diferencia de que al posterior estudio de mezclas se cuantifica el factor 8 o el 9 según la prueba que haya dado prolongada.

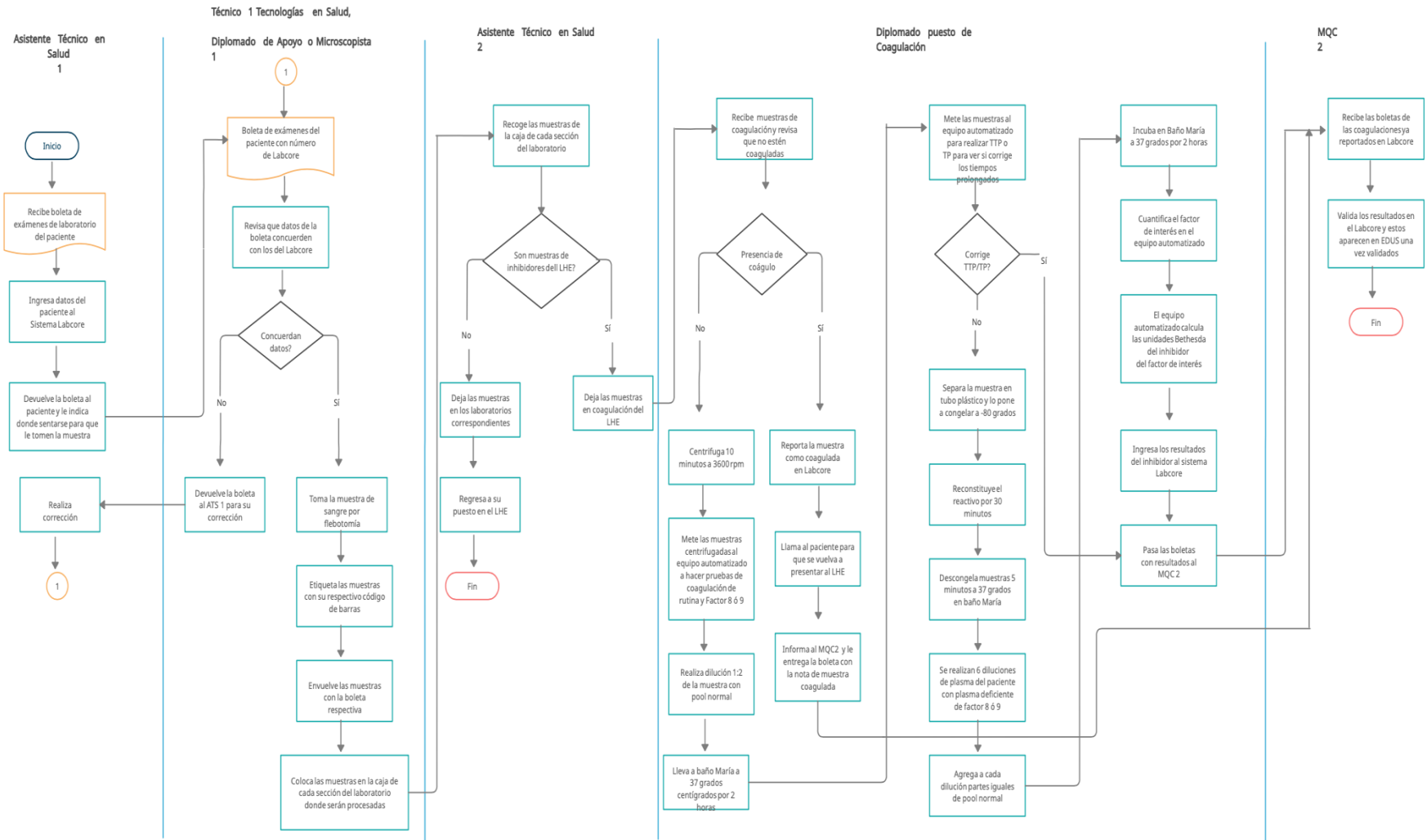
A continuación, se procede con el estudio de mezclas, en el cual se realiza una dilución 1:2 del plasma del paciente con pool normal, ya que, si el paciente tiene deficiencia del factor de interés, se espera que el tiempo prolongado corrija con la mezcla con pool normal que tiene todos los factores

en los niveles normales, pero si hay presencia de un inhibidor se espera que aún mezclándolo con pool normal no corrijan los tiempos, ya que el inhibidor va a atacar el factor en concentraciones normales del pool. Se lleva a Baño María a 37° C durante 2 horas para permitir la reacción del inhibidor con el pool normal y que se mezclen correctamente los factores del plasma del paciente y del pool normal.

Una vez transcurrido este tiempo se mete la mezcla al equipo automatizado y se cuantifica el TTP o TP según corresponda, si corrige y se obtienen parámetros normales entonces se pasa la boleta al MQC2 para que valide los resultados y estos aparezcan en EDUS y de esta manera el médico tratante sepa que se trataba de la deficiencia del factor. Si no corrige el estudio de la mezcla y siguen prolongados los tiempos, quiere decir que, hay presencia de un inhibidor, entonces se realizan 6 diluciones del plasma del paciente con plasma deficiente de factor 8 o 9, según corresponda, estas diluciones son 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 y 1:64.

A cada una de estas diluciones se les agrega partes iguales de pool normal y se incuban a Baño María a 37° C durante 2 horas, una vez transcurrido el tiempo se meten al equipo automatizado a cuantificar el factor de interés en cada una de las 6 diluciones, y con esto el equipo calcula las unidades Bethesda del inhibidor del factor y se envían los resultados a Labcore. Se pasan las boletas con resultados al MQC2 para que las valide y aparezcan en EDUS. El proceso de los inhibidores de la coagulación se encuentra ilustrado por la Figura 16.

**Figura 16.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de inhibidores de la coagulación.



Fuente: Elaboración propia.

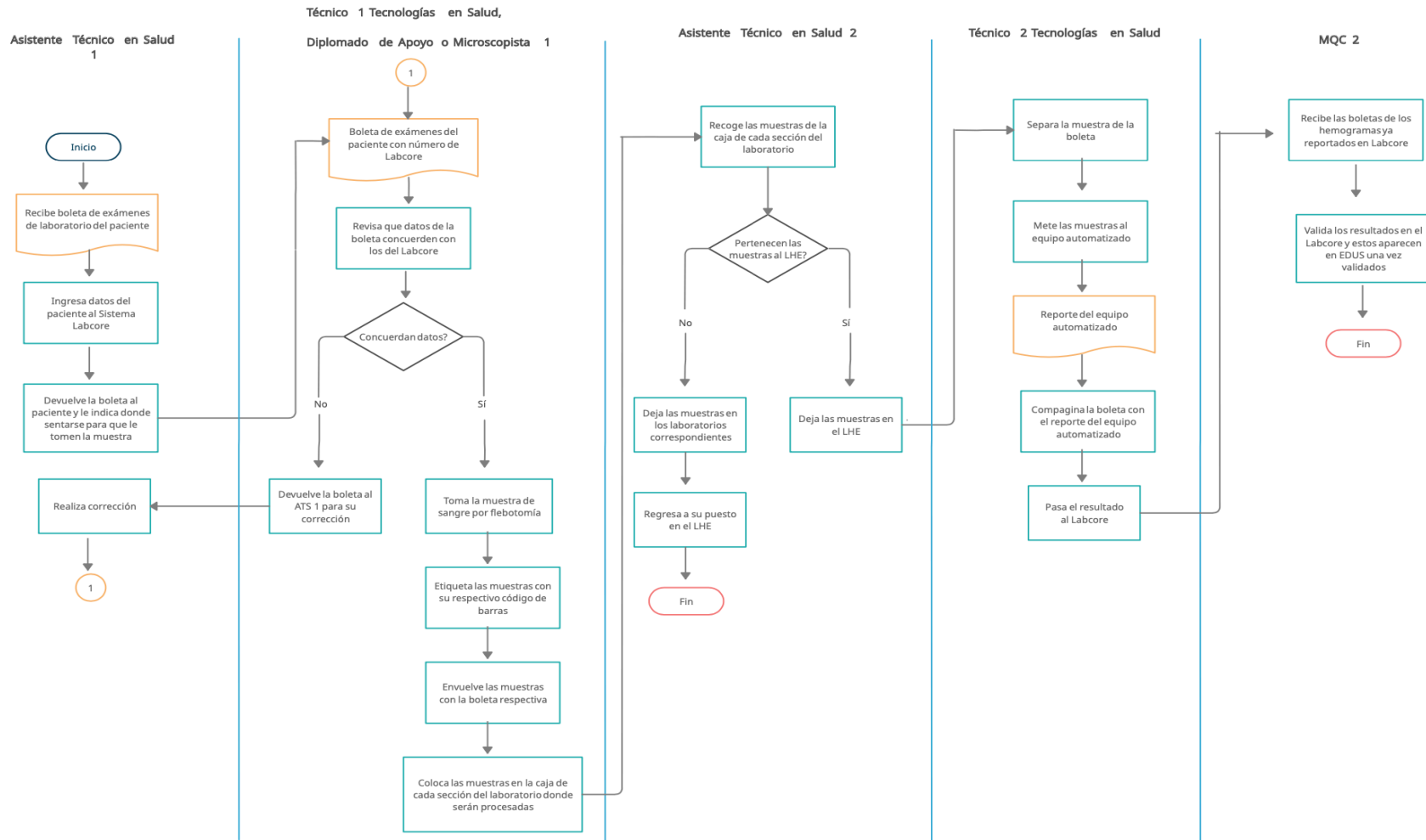
#### **4.1.6 Procesamiento de muestras de Velocidad de Eritrosedimentación**

La persona encargada del puesto de T2TS recibe las muestras de Velocidad de Eritrosedimentación (VES) del ATS2, estas muestras utilizan un tubo especial, por lo que se debe tomar un tubo aparte de todas las demás pruebas del LHE, el TS2TS se encarga de separar la muestra de la boleta, mete las muestras al equipo automatizado que se encarga de medir la VES, este equipo al cabo de 30 minutos genera un reporte con el resultado numérico de cuanto sedimentaron los eritrocitos en mm/hora.

Dado que este equipo no se encuentra conectado a la red del Labcore, el T2TS debe transcribir manualmente el resultado en este sistema y pegarle el reporte del equipo a la boleta del paciente y pasárselo al MQC2 para que este lo valide en el Labcore y aparezca en EDUS.

Cabe mencionar que los microscopistas utilizan este resultado de VES de los pacientes que presentan enfermedades como el Mieloma, ya que es una gammapatía monoclonal que hace que los eritrocitos presenten un fenómeno denominado Rouleaux, en el cual los eritrocitos se agrupan en forma de pila de monedas, y debe ser reportado en cruces a la hora de ver el frotis sanguíneo del hemograma, ya que le permite al médico saber que tan avanzada está la enfermedad, por lo que requieren que el T2TS tenga los resultados de VES a tiempo. Dado a que la muestra de VES llega al mismo tiempo del hemograma, es importante que sean procesados simultáneamente. El proceso de las muestras de VES se encuentra ilustrado por la Figura 17.

**Figura 17.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de Velocidad de Eritrosedimentación.



Fuente: Elaboración propia.

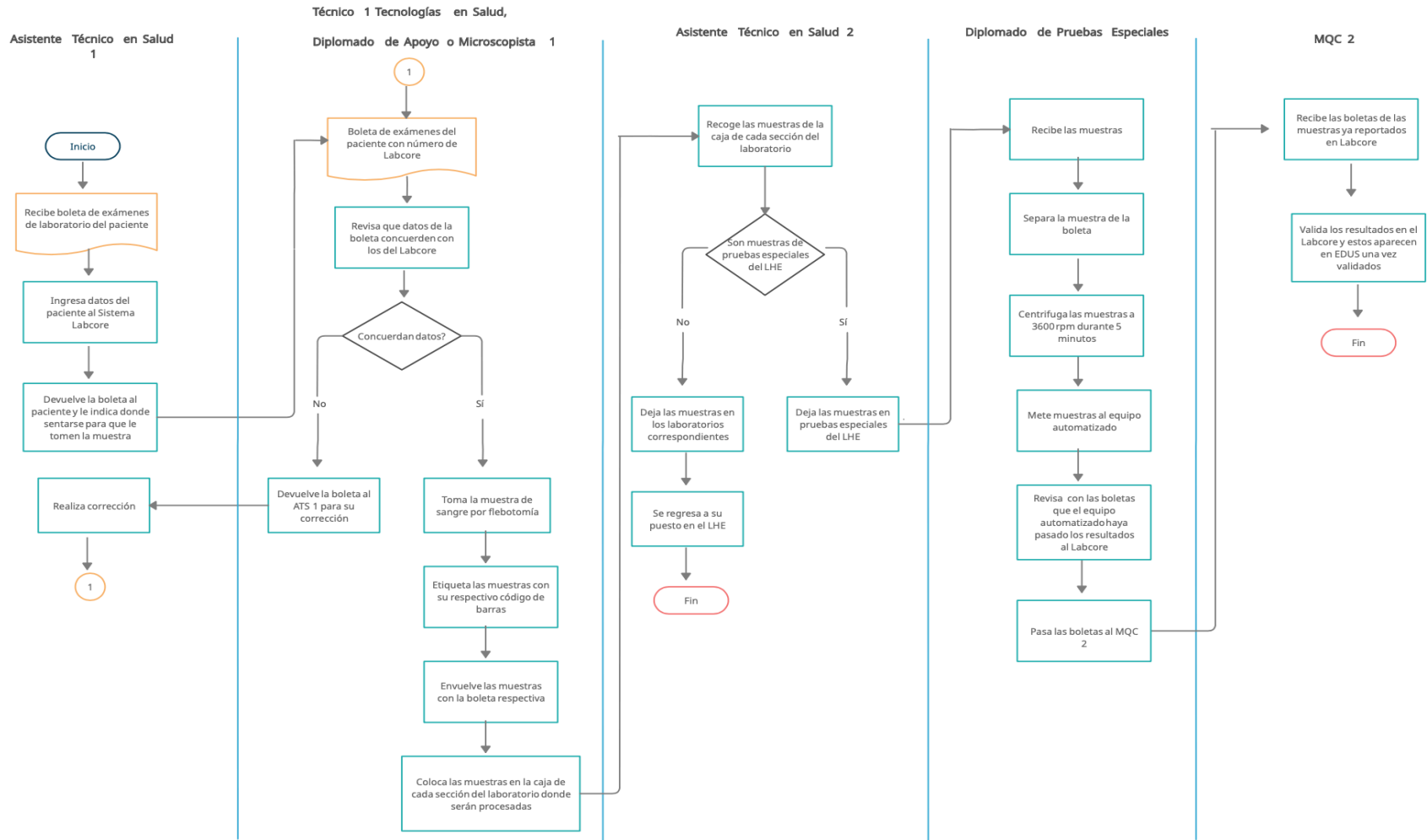
#### **4.1.7 Procesamiento de muestras de Pruebas Especiales**

El Diplomado del puesto de Pruebas Especiales recibe dichas muestras por parte del ATS2, separa los tubos de la boleta, centrifuga a 3600 rpm durante 5 minutos para separar el suero de los glóbulos rojos, para estas pruebas se utiliza tubo sin anticoagulante. Luego procede a meter las muestras al equipo automatizado de pruebas especiales.

Una vez que salen del equipo, el encargado revisa en Labcore que se hayan pasado los resultados y pasa las boletas al MQC2 para que las valide en el sistema. Dentro de las pruebas que componen el panel de pruebas especiales está la Vitamina B12 y el Ácido Fólico, que sirven para monitorear la Anemia Megaloblástica o por deficiencia de estas vitaminas, el Hierro Sérico, que sirve para diagnosticar o controlar la Anemia Ferropriva o por deficiencia de hierro y también para hacer diferenciación entre esta anemia y la Talasemia, y también la Ferritina que también es un parámetro de diagnóstico para la Anemia Ferropriva.

Debido a la pandemia de COVID-19, se han incrementado significativamente las solicitudes de exámenes para cuantificación de la Ferritina, ya que los médicos han observado que, en casos de COVID graves, los niveles de Ferritina aumentan drásticamente en el paciente, por lo que empezaron a solicitarlo mucho más, lo que recarga al encargado de este puesto en sus funciones. El flujo de procesamiento de las Pruebas Especiales está dado por la Figura 18.

**Figura 18.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de Pruebas Especiales.



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.8 Procesamiento de muestras de Líquidos Cefalorraquídeos.**

Las muestras de Líquidos Cefalorraquídeos (LCR) solo pueden ser tomadas por médicos, ya que son obtenidas por punción lumbar, y son los únicos capacitados para realizar dicha tarea. El médico residente de hematología es el encargado de tomar y llevar las muestras de LCR de pacientes hematológicos al LHE, las deja en un cajón asignado para este tipo de muestras en la mesa de microscopía donde se encuentran los microscopistas viendo los frotis sanguíneos de los hemogramas.

Los LCR son muestras de prioridad 1, ya que en el caso de los pacientes hematológicos sirven para diagnosticar infiltración de células cancerígenas, ya sean de leucemias o linfomas a nivel cerebral. También es una muestra que no se puede desperdiciar o perder ya que el proceso para obtenerla es sumamente doloroso para el paciente, ya que se obtiene directamente de la medula espinal y pueden hacer complicaciones para el paciente si no se hace correctamente.

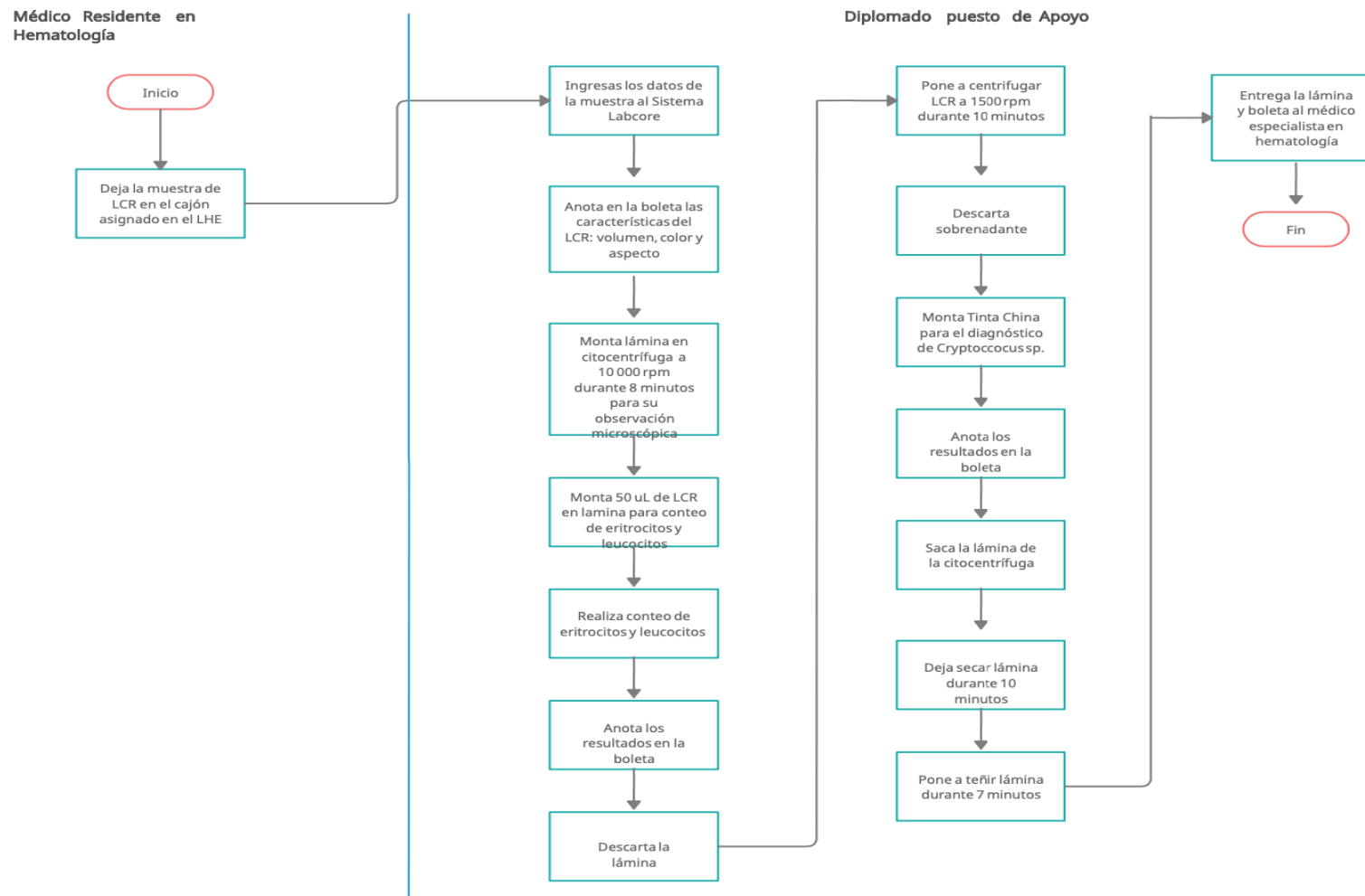
El Diplomado del Puesto de Apoyo es el encargado de realizar los análisis de estas muestras, por lo que apenas lleguen al cajón asignado debe dejar lo que esté haciendo y procesarlas inmediatamente. Primero ingresa los datos al sistema Labcore generando un código de barras con los datos del paciente, luego procede a anotar las características físicas de la muestra, como lo es el volumen, color y aspecto. Luego monta una lámina en la citocentrífuga usando 50 microlitros de muestra y la pone a ultracentrifugar a 10 000 rpm durante 8 minutos, esta lámina será usada posteriormente por el médico especialista en hematología para su observación microscópica, proceso independiente del LHE y sus competencias.

Mientras se centrifuga la lámina, el diplomado monta otros 50 microlitros de LCR en una Cámara de Neubauer, la cual sirve para la observación de eritrocitos y leucocitos, realiza el conteo de dichas células con ayuda del microscopio y anota los resultados en la boleta, descarta la lámina y pone a centrifugar el tubo en el que viene la muestra de LCR a 1500 rpm por 10 minutos. Una vez que sale procede a descartar el sobrenadante y con el sedimento monta la Tinta China, que es una prueba para diagnosticar *Cryptococcus sp.*, que es una levadura que infecta a pacientes inmunosupresos como lo es el caso de los pacientes con leucemias y linfomas debido a la quimioterapia a la que son sometidos, y anota los resultados obtenidos en la boleta.

Luego saca la lámina que estaba en la citocentrífuga y la deja secando 10 minutos al aire libre y luego pone a teñir la lámina al igual que los hemogramas durante 7 minutos con tinción de Giemsa. Terminado este proceso le entrega la lámina y la boleta con los resultados al médico especialista en hematología para que realice la observación microscópica de la misma y valore al paciente.

El flujo de procesamiento de las muestras de LCR está dado por la Figura 19.

**Figura 19.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de LCR.



Fuente: Elaboración propia.

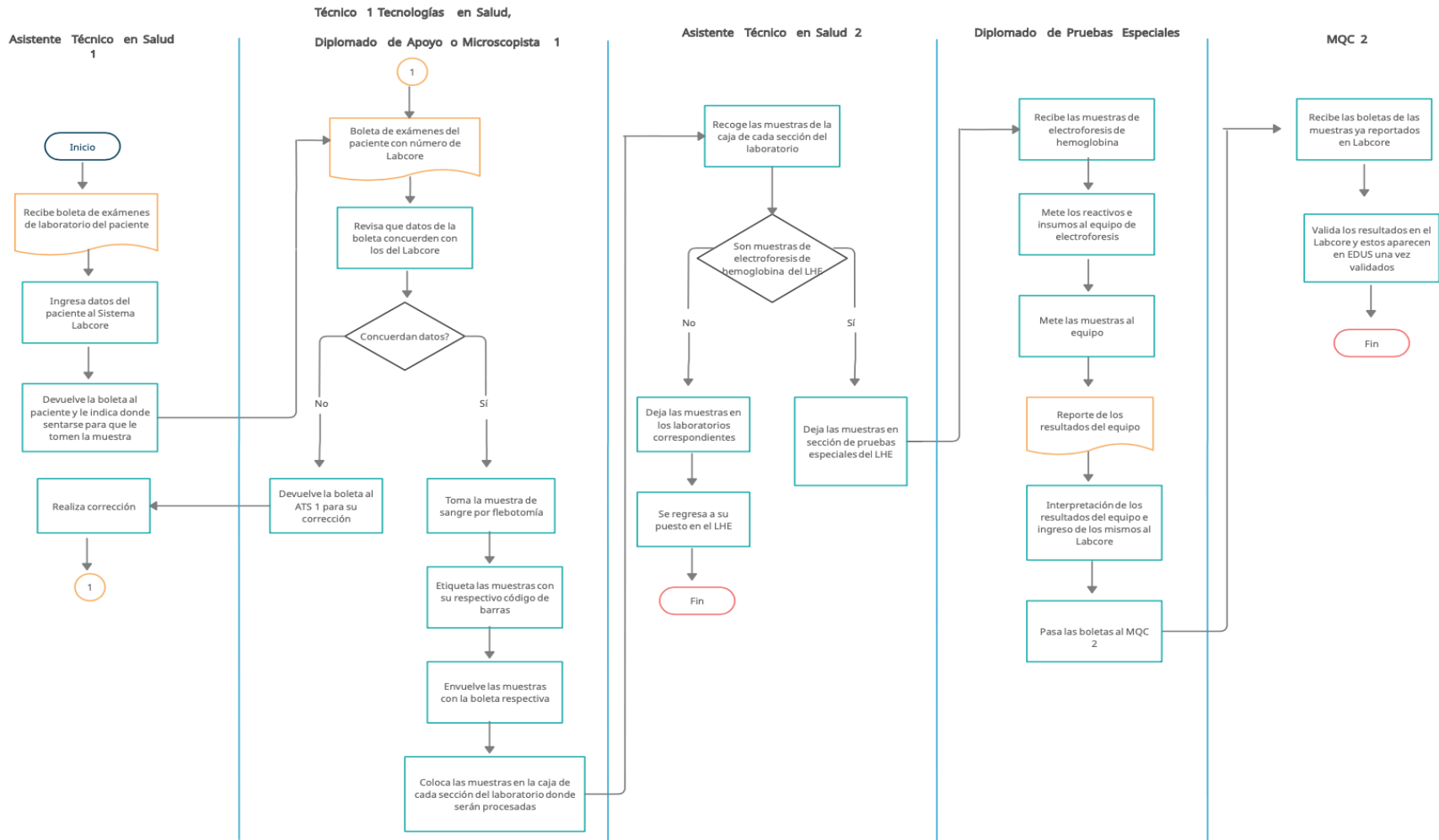
#### **4.1.9 Procesamiento de muestras de electroforesis de hemoglobina**

El Diplomado de Pruebas Especiales recibe las muestras de electroforesis de hemoglobina en su puesto de trabajo por parte del ATS2. El equipo que se utiliza requiere que los reactivos estén refrigerados, por lo que se debe colocarlos al equipo junto con los insumos que este requiere antes de utilizarlo. Luego se meten las muestras al equipo, este dura 1 hora procesando 9 muestras, y genera un reporte con el patrón electroforético de las mismas.

Una vez obtenido el reporte del equipo, el Diplomado del puesto de Pruebas Especiales hace la interpretación de los resultados, lo cual requiere de gran conocimiento técnico del tema, y dado a que el equipo no está conectado con la red Labcore, debe transcribir los resultados de las interpretaciones al sistema, y luego pasarle las boletas de las muestras ya reportadas al MQC2, para que este las valide y aparezcan en EDUS.

La interpretación de las electroforesis de hemoglobina permite el diagnóstico de los distintos tipos de anemias. El flujo de trabajo para el procesamiento de las electroforesis de hemoglobinas está dado por la Figura 20.

**Figura 20.** Gráfico multicolumnar del procesamiento de muestras de electroforesis de hemoglobina.



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Errores preanalíticos en el LHE

Es importante tomar en cuenta los errores preanalíticos, ya que estos afectan los resultados de los exámenes de laboratorio del LHE e impactan en los tiempos de respuesta de este, ya que se debe volver a tomar la muestra. Entre los errores preanalíticos más comunes se encuentran: errores de ingresar datos del paciente al sistema Labcore, volumen de muestra inadecuado, muestras coaguladas tanto de hemograma como de coagulación y muestras mal rotuladas. Cuando se da alguno de estos errores el protocolo a seguir es descartar la muestra y volver a llamar al paciente para que regrese al LHE y volverle a tomar la muestra y procesarla nuevamente.

Los errores de ingresar datos del paciente al Labcore se dan cuando se escribe mal la cédula o nombre del paciente en el sistema, por lo que no coincide con el que viene indicado en la boleta, lo cual hace que el resultado no sea confiable. El volumen de muestra inadecuado se presenta cuando no se llena el tubo respectivo de muestra hasta la marca indicada por el fabricante, para de esta manera asegurar que se cumplen con la relación sangre-anticoagulante estandarizada para los rangos de referencia de cada prueba.

Las muestras cuando presentan coágulo no pueden ser procesadas, ya que este consume todos los factores y parámetros de coagulación, lo cual ocasionaría resultados falsamente prolongados o inclusive imposibles de cuantificar. En el caso de las muestras mal rotuladas se presentan cuando se ingresan datos de otro paciente en lugar del correcto, por lo que viene un nombre y cédula totalmente diferente con respecto a la boleta, lo cual es de cuidado ya que los resultados de un paciente se le asignan al que no

corresponde, lo que puede ocasionar un diagnóstico incorrecto o que se le envíe el tratamiento que no corresponde.

Según estadísticas del LHE, en el año 2020 se tuvo mensualmente 40 errores preanalíticos. Los cuales pueden visualizarse en la Figura 21.

**Figura 21.** Frecuencia mensual de errores preanalíticos del LHE durante el año 2020.



Fuente: Jefatura LHE

De acuerdo con el gráfico anterior se puede observar que el error más común fue el ingreso incorrecto de datos al sistema Labcore, ya que se dan 20 al mes, lo que corresponde al 50% del total, seguido por muestras mal rotuladas, lo cual sucede aproximadamente 8 veces, para un 20%, y, por último, se tuvo un 15% de muestras coaguladas y 15% de muestras con

volumen inadecuado para su correcto procesamiento, lo que corresponde a 6 errores de este tipo de forma mensual.

#### **4.3 Clasificación ABC y Diagrama de Pareto de las pruebas realizadas en el LHE.**

El LHE realiza una gran variedad de pruebas, sin embargo, para analizar el impacto en la carga laboral que estas generan en el personal del laboratorio, se puede hacer uso de la Clasificación ABC junto con el Diagrama de Pareto. Dado a que analizar individualmente cada una de las pruebas sería una tarea muy tediosa y poco práctica, es más fácil agruparlas en familias y de esta manera utilizar políticas de control en cada una de estas. Cabe resaltar que la Clasificación ABC sigue el Principio de Pareto o Regla 80-20, la cual aplicada en este caso indica que el 20% del total de pruebas que ofrece el LHE genera el 80% del total de la carga laboral (Zuluaga et al., 2017).

Clasificar las pruebas en grupos, ya sea A, B o C, permite ordenar los ítems de forma descendente según el criterio de su peso en la demanda de la producción anual del laboratorio, y de esta forma es más fácil visualizar la cantidad reducida de los ítems en la parte superior de la tabla, que corresponden al Grupo A, y que demandan la mayor atención por parte de la jefatura del laboratorio, ya que son las que producen mayor cantidad de trabajo, y por ende requieren mayor control para distribuir adecuadamente las cargas laborales y de esta manera agilizar el flujo de trabajo, aumentando la productividad y disminuyendo los tiempos para la generación de los resultados de los exámenes del LHE.

Las pruebas correspondientes al Grupo B son las que se encuentran en la mitad de la clasificación y requieren mediana atención, y, por último, las del

Grupo C, que es donde se ubica la mayor cantidad de pruebas, se ubican al final y son las que aportan menor cantidad de carga laboral, por lo que serán las que requieran menos atención, y de esta manera no se perderá tiempo ni recursos trabajando en ellas, ya que el impacto en los tiempos de respuesta no será significativo. En la Tabla 1 se puede observar dicha clasificación aplicada a las pruebas del LHE.

**Tabla 1. Clasificación ABC de las pruebas de laboratorio realizadas en el LHE.**

Prueba	Participación		Año				Demanda Total	Demanda	
	%	% Acum	2017	2018	2019	2020		%	% Acum
Coagulación rutina (TP y TTP)	3,70	3,70	12188	29359	34464	36405	112416	30,52	30,52
Hemograma	3,70	7,41	17947	19547	21234	24378	83106	22,56	53,07
Fibrinógeno	3,70	11,11	3351	7717	11181	11343	33592	9,12	62,19
Trombofilia	3,70	14,81	3731	3686	5008	5276	17701	4,80	67,00
Ferritina	3,70	18,52	2685	2792	3721	8480	17678	4,80	71,80
Anticoagulante Lúpico	3,70	22,22	2961	2790	4632	4884	15267	4,14	75,94
Vitamina B12	3,70	25,93	3419	3407	4163	4205	15194	4,12	80,06
Dímero D	3,70	29,63	2800	2896	3435	3839	12970	3,52	83,59
VES	3,70	33,33	1722	2899	3548	4203	12372	3,36	86,94
Ácido Fólico	3,70	37,04	2007	2174	2947	3175	10303	2,80	89,74
Hierro Sérico	3,70	40,74	987	1654	1875	2298	6814	1,85	91,59
Factor VIII	3,70	44,44	452	1589	2102	2240	6383	1,73	93,32
Electroforesis de Hemoglobina	3,70	48,15	761	1124	1112	1223	4220	1,15	94,47
Anticoagulantes (medicamentos)	3,70	51,85	607	757	937	1095	3396	0,92	95,39
Confirmación Lúpico	3,70	55,56	664	618	936	1036	3254	0,88	96,27
Factor von Willebrand	3,70	59,26	332	681	1088	1135	3236	0,88	97,15
LCR	3,70	62,96	300	366	585	619	1870	0,51	97,66
Factor IX	3,70	66,67	318	334	548	532	1732	0,47	98,13
Factor VII	3,70	70,37	170	402	510	520	1602	0,43	98,56
Factor V	3,70	74,07	236	245	360	360	1201	0,33	98,89
Factor XI	3,70	77,78	58	226	252	418	954	0,26	99,15
Factor X	3,70	81,48	100	125	292	312	829	0,23	99,37
Factor XII	3,70	85,19	54	160	175	340	729	0,20	99,57
Inhibidor Factor 8	3,70	88,89	136	156	174	182	648	0,18	99,75
Factor II	3,70	92,59	80	111	124	127	442	0,12	99,87
Inhibidor Factor 9	3,70	96,30	41	89	110	144	384	0,10	99,97
Factor XIII	3,70	100,00	12	15	27	47	101	0,03	100,00
<b>TOTAL</b>							<b>368394</b>		

Fuente: Jefatura LHE

En la Tabla 1 se puede observar el porcentaje de participación tanto individual como acumulado de cada una de las pruebas realizadas, así como el volumen total de producción anual desde el año 2017 al 2020, de esta manera al sumarlos se obtiene la demanda total de los exámenes que realizó el LHE en esos 4 años y fue posible calcular la demanda de producción porcentual tanto individual como acumulada de las pruebas y así realizar la Clasificación ABC. En la parte superior de color gris se pueden observar los productos del Grupo A, cuya demanda acumulada es del 80,06%, y como se mencionó anteriormente son los que mayor importancia se les debe dar, ya que manteniendo un flujo adecuado de trabajo con estos será posible crear un impacto positivo en la productividad del laboratorio.

En el medio de la clasificación de color celeste se pueden observar las pruebas del Grupo B y al final de color verde las del Grupo C. La Tabla 2 muestra el porcentaje de participación y demanda de las pruebas según su clasificación y el número de pruebas que pertenece a cada grupo del total de 27 que se realizan.

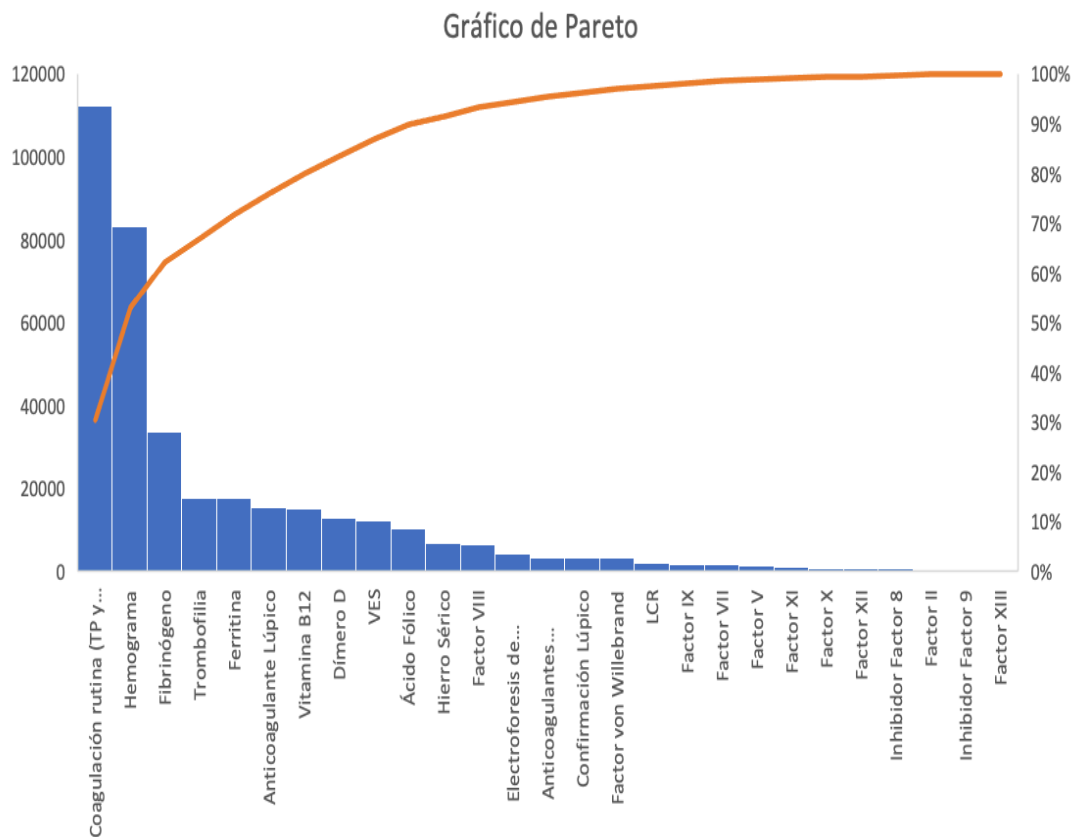
**Tabla 2.** Número de pruebas que pertenecen a cada grupo de la Clasificación ABC según su porcentaje de participación y demanda.

<b>Clasificación ABC</b>			
<b>Clasificación</b>	<b>Participación %</b>	<b>Demanda %</b>	<b># Pruebas</b>
<b>A</b>	25,93	80,05	7
<b>B</b>	22,22	16,21	8
<b>C</b>	51,85	3,74	12

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Figura 22, que corresponde al Diagrama de Pareto, se puede observar cada una de las pruebas en orden descendente según su producción anual desde el 2017 al 2020, en forma similar de un gráfico de barras y se puede observar una curva de tipo creciente de izquierda a derecha que representa de forma decreciente la importancia que tienen las diferentes pruebas que realiza el LHE a nivel de carga laboral para los empleados.

**Figura 22.** Diagrama de Pareto.



*Nota.* Elaboración propia. Fuente: Jefatura LHE

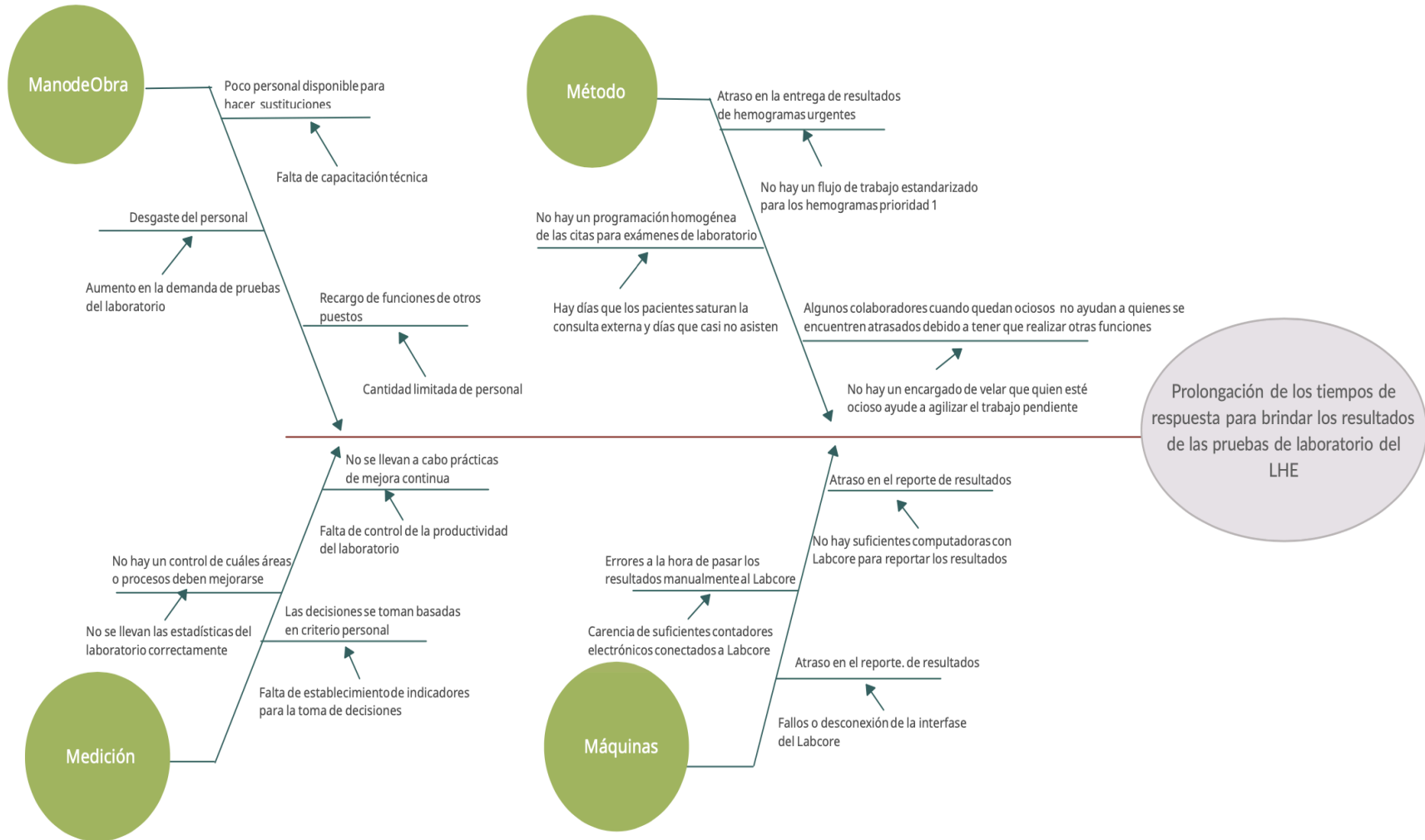
Como se puede observar en la Figura 22, si se trazara una línea horizontal desde el 80% hasta la curva, las pruebas que se encuentran a la izquierda de esta intersección corresponden a las del Grupo A, las cuales son: la rutina de coagulación, hemograma, fibrinógeno, trombofilia, ferritina, anticoagulante lúpico y la vitamina B12. Estas 7 pruebas representan el 80% de la carga laboral del LHE.

#### **4.4 Diagrama de Ishikawa**

El Diagrama de Ishikawa permite encontrar la causa raíz de un problema que se esté presentando, en este caso se analizó las posibles causas de merma de la capacidad del LHE, que pueden involucrar factores muy importantes en los métodos de trabajo del laboratorio como lo es la medición, mano de obra, máquinas y método. Esta herramienta mediante el análisis de estas causas permite comprobar cuales están causando el problema y trabajar en ellas para solucionarlo.

La Figura 23 muestra el Diagrama de Ishikawa para diagnosticar el problema y las posibles causas que lo estén originando, que se están presentando en el flujo de trabajo del LHE.

Figura 23. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procede a explicar cada una de las espinas que conforman el Diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 23, se realizó una encuesta a los 12 colaboradores del LHE para conocer su opinión basada en su experiencia de trabajo sobre cada una de las variables que conforman el diagrama, como lo es la mano de obra, método, medición y máquinas. Esta encuesta se encuentra en el Anexo 3, y los gráficos con los resultados obtenidos se pueden observar en el Anexo 4.

#### **4.4.1 Mano de Obra**

En este caso, se observan varios problemas que afectan la mano de obra como lo es el recargo de las funciones de otros puestos que debe hacer el personal, por ejemplo, el Diplomado de Apoyo y el T2TS deben subir los lunes, miércoles y viernes a los diferentes pisos del hospital a sangrar a los pacientes internados, funciones que corresponden a un T1TS, por lo que debe dejar a un lado sus funciones para sumir esta tarea, esto debido a la cantidad limitada del personal con el que cuenta el laboratorio. Un 42% del personal está totalmente de acuerdo y un 41% dijo estar de acuerdo con el hecho de que sienten que realizan funciones de otros puestos que no les corresponden.

El 60% de los funcionarios indicó que sienten que el aumento que se ha venido dando en la demanda de pruebas del LHE ha ido generando un desgaste al personal, lo que puede ocasionar que su trabajo no tenga la calidad ni la productividad esperada. Otro problema es la falta de personal capacitado para realizar las labores, dado a que ver las láminas de los hemogramas de los pacientes hematológicos es de gran dificultad técnica, si alguno de los microscopistas del LHE se incapacitara o sale a vacaciones, no hay personal capacitado para cubrirlos, lo cual los obligaría a trabajar con

menos personal de lo habitual. Un 50% de los funcionarios está totalmente de acuerdo y el otro 50% de acuerdo con el hecho de que este problema existe.

#### **4.4.2 Método**

En este apartado se ha podido observar que no hay una programación homogénea de las citas del laboratorio, siendo los lunes los días en los que llega mayor cantidad de pacientes, y no hay una distribución equitativa con respecto a los demás días de la semana. Según las estadísticas del Labcore, los lunes se cita en promedio el 32% del total de pacientes de consulta externa, los martes el 17%, los miércoles un 22%, los jueves el 15% y los viernes el 14%. El 83% del personal estuvo totalmente de acuerdo con dicho enunciado.

Se pudo observar que los hemogramas prioridad 1 no tienen un proceso estandarizado con una persona encargada de velar que las muestras se procesen cuanto antes, lo que puede generar atrasos. También se da que muchas veces vienen mezclados de la consulta externa con los de prioridad 2 o 3 y no se separan, por lo que se confunden y se tarda en procesarlos, por lo que 42% de los funcionarios está de acuerdo con que ese problema se presenta en el LHE.

El 42% de los colaboradores están de acuerdo en que no hay una persona encargada de velar si algún colaborador del LHE ha terminado sus tareas y se encuentra ocioso, que ayude a algún compañero que aún no haya terminado sus funciones, con el fin de agilizar el trabajo, ya que algunas personas terminan su trabajo antes que otras y prefieren no hacer nada que ayudar a sus compañeros. Como ejemplo, algún microscopista que vea sus láminas antes que los demás y vea que sus compañeros estén atrasados con

sus láminas y prefiera estar ocioso a ayudarles a terminar, recordando que algunos se atrasan por que tienen el recargo de funciones de otros puestos.

#### **4.4.3 Medición**

Con respecto a la medición se da el caso de que las decisiones se hacen basadas en criterio personal por parte de la jefatura del laboratorio, en lugar de hacerse basado en indicadores establecidos que le indiquen qué áreas o procesos requieren de supervisión para agilizar el trabajo. Por lo que al hacer la consulta sobre este apartado un 25% de los encuestados estuvo totalmente de acuerdo y un 33% de acuerdo.

También se pudo observar que no se lleva un control de la productividad, no se realiza esta medición que brindaría la medida de eficiencia y eficacia de los procesos realizados dentro del laboratorio y de esta manera a parte de llevar un control de la productividad también podrían ponerse en marcha prácticas de mejora continua con el fin de mejorar el servicio que se le brinda al usuario, siendo que un 42% del personal del LHE está de acuerdo con que tienen dicho problema.

El 34% de los colaboradores está de acuerdo y un 25% totalmente de acuerdo en que no se llevan las estadísticas del laboratorio adecuadamente, las únicas estadísticas que se llevan son las de producción anual de todas las pruebas que se realizan, y recientemente desde el año 2020 la de cada tipo de hemograma según su prioridad que se procesa en el LHE, por lo que no hay un control de cuales áreas o procesos pueden mejorarse.

#### 4.4.4 Máquinas

En este caso se observó que no se cuenta con suficientes computadoras conectadas a Labcore tanto para digitar las muestras que llegan como para pasar los resultados de la parte de microscopía de los hemogramas, sólo se encuentra la del MQC2, la del Diplomado del Puesto de Coagulación, la de la jefatura y una adicional en el área de digitación, para un total de 4, por lo que los 3 diplomados de microscopia y los 2 asistentes técnicos en salud deben esperar cuando esta computadora se encuentra ocupada, lo cual retrasa todo el proceso. Un 58% del personal está totalmente de acuerdo con dicha situación.

También se pudo observar que no hay suficientes contadores hematológicos conectados a Labcore para enviar los resultados de lo que ven en el microscopio en los hemogramas, solo se cuenta con tres, cuando hay tres microscopistas y el MQC2, quien también debe ver láminas, por lo que el Diplomado del Puesto de Apoyo y el MQC2 deben pasar sus resultados manualmente, lo cual les suma tiempos innecesarios a sus labores. Un 33% está en desacuerdo en que se necesitan más contadores, un 33% de acuerdo y un 17% totalmente de acuerdo, probablemente debido a que una persona es la que no tienen contador conectado a Labcore, lo cual atrasa el reporte de sus resultados, el cual debe hacerlo de forma manual.

Por último, se ha observado que cuando hay un fallo de red o corte de corriente se pierde la comunicación de los equipos del LHE con la interfase de Labcore, por lo que hay que reiniciar todas las computadoras y muchas veces sin causa alguna no se pasa la información de forma automática, aún sin cortes de corriente, por lo que el encargado debe esperar a que se reestablezca o

pasar los resultados manualmente, proceso que resulta muy lento y tedioso, atrasando el reporte de los resultados. El 25% del personal está totalmente de acuerdo y otro 25% de acuerdo con esta situación.

#### **4.5 Gráfico de Pareto de las posibles causas de los tiempos prolongados de respuesta del LHE encontrados en el Diagrama de Ishikawa**

Con base en el Diagrama de Ishikawa anteriormente descrito y a los resultados de la encuesta del Anexo 3 se realizó un Gráfico de Pareto, con el fin de encontrar entre todas las posibles causas de los tiempos prolongados de respuesta del LHE, las que a criterio de los encuestados son las más importantes y por ende, en las que se debe enfocar la presente investigación con el fin de acortar dichos tiempos. Para esto, se le asignó un puntaje a cada una de las opciones de las preguntas de la encuesta de la siguiente manera:

- 1) Totalmente en desacuerdo: 0 puntos.
- 2) En desacuerdo: 10 puntos.
- 3) Ni en desacuerdo ni de acuerdo: 40 puntos.
- 4) De acuerdo: 70 puntos.
- 5) Totalmente de acuerdo: 100 puntos.

Para encontrar el puntaje obtenido de cada una de las causas enlistadas en cada pregunta de la encuesta, se realizó la sumatoria de la cantidad de personas que eligió cada una de las opciones anteriormente descritas multiplicada por su respectivo puntaje, luego con el puntaje obtenido se realizó el Gráfico de Pareto para saber cuáles son las causas más importantes y en las que se debe trabajar. Para realizar el cálculo, el número

fuera del paréntesis corresponde a la cantidad de personas que eligió esa opción y el número dentro del paréntesis es el puntaje de la opción escogida. El cálculo del puntaje de cada pregunta se enlista a continuación.

Pregunta 1:  $2(40) + 5(70) + 5(100) = 930$  puntos

Pregunta 2:  $3(40) + 6(70) + 1(100) = 640$  puntos

Pregunta 3:  $6(70) + 6(100) = 1020$  puntos

Pregunta 4:  $2(70) + 10(100) = 1140$  puntos

Pregunta 5:  $1(0) + 3(10) + 1(40) + 5(70) + 2(100) = 620$  puntos

Pregunta 6:  $1(10) + 2(40) + 5(70) + 4(100) = 840$  puntos

Pregunta 7:  $2(10) + 3(40) + 4(70) + 3(100) = 720$  puntos

Pregunta 8:  $1(10) + 2(40) + 4(70) + 5(100) = 870$  puntos

Pregunta 9:  $1(0) + 1(10) + 3(40) + 4(70) + 3(100) = 710$  puntos

Pregunta 10:  $2(40) + 3(70) + 7(100) = 990$  puntos

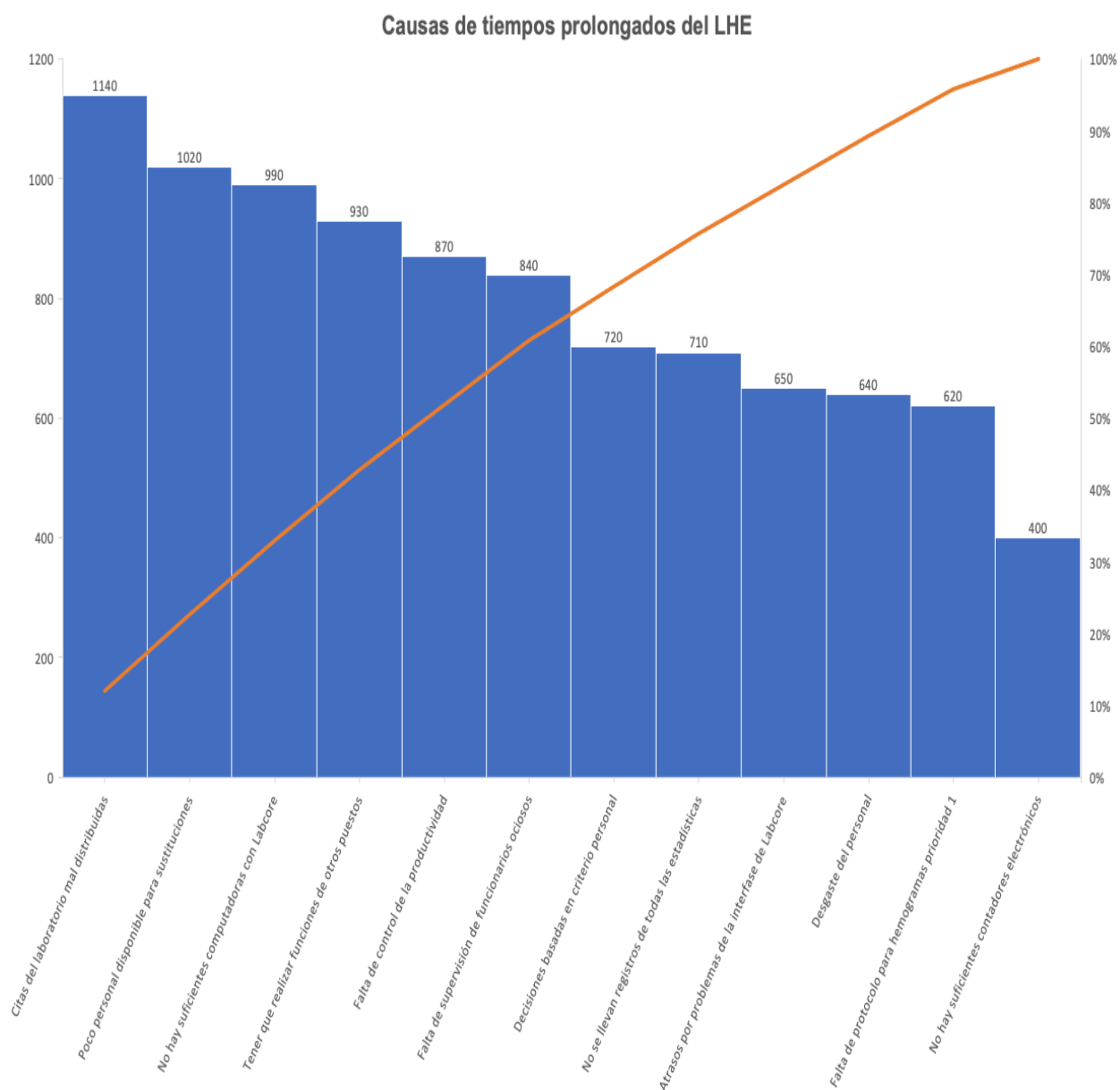
Pregunta 11:  $2(0) + 4(10) + 2(40) + 4(70) = 400$  puntos

Pregunta 12:  $1(0) + 2(10) + 3(40) + 3(70) + 3(100) = 650$  puntos

Una vez obtenidas las puntuaciones por pregunta, se procedió a realizar el Gráfico de Pareto, en el cual se ordenan de mayor a menor puntaje las posibles causas de los tiempos prolongados del LHE, permitiendo observar cuales son las causas que el personal del LHE considera son las que más influyen en los tiempos con los que cuenta el laboratorio actualmente, que son: las citas del laboratorio mal distribuidas, poco personal disponible para hacer sustituciones, no hay suficientes computadoras con Labcore, el hecho de tener que realizar funciones de otros puestos, la falta de control de la productividad, la falta de supervisión de funcionarios ociosos, las decisiones basadas en criterio personal y no estadístico, el hecho de no tener registro de todas las estadísticas y los atrasos ocasionados cuando hay problemas con la interfase del Labcore.

En la Figura 24 se puede observar el Gráfico de Pareto basado en los puntajes de las preguntas de la encuesta del Anexo 3, sobre las causas que influyen en los tiempos con los que cuenta el laboratorio actualmente.

**Figura 24.** Gráfico de Pareto de las posibles causas de los tiempos prolongados de respuesta del LHE.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 24, las causas más importantes y por ende las que requieren mayor atención para poder disminuir los tiempos de respuesta son: la mala distribución de las citas del laboratorio, el poco personal disponible para hacer sustituciones, el no haber suficientes computadoras con Labcore, el tener que realizar funciones de otros puestos, la falta de control de la productividad, la falta de supervisión de los funcionarios ociosos, el hecho de que las decisiones se toman basadas en criterio personal y no estadístico y el no llevar registros de todas las estadísticas del laboratorio.

#### **4.6 Aumento anual sostenido en la producción de exámenes de laboratorio del LHE**

El LHE ha venido experimentando un aumento sostenido en la demanda de exámenes de laboratorio desde el año 2017 en casi el 100% de las pruebas que este ofrece a los asegurados, sin embargo, desde el año 2008 no se han creado plazas adicionales para ayudar a alivianar la carga laboral que esto genera, por lo que al personal del LHE le ha correspondido sobrecargarse en sus funciones para hacer frente a este aumento sostenido en la demanda.

Dado a que la jefatura del LHE cuenta con las estadísticas de la producción anual de pruebas, fue posible agrupar estos datos para una visualización más sencilla y poder observar el aumento sostenido en la demanda que se viene presentando, y también con estos datos es posible utilizar la correlación lineal junto con la regresión lineal simple para hacer el pronóstico de la demanda de los 3 años siguientes. Dado a que el laboratorio empezó a contabilizar las estadísticas de producción anual desde el 2017 al 2020, con este método de regresión lineal simple es posible estimar la

demanda de los 3 períodos siguientes, lo que corresponde del año 2021 al 2023 y de esta forma analizar de mejor forma las necesidades del laboratorio para hacerle frente a dicho panorama.

En la Tabla 3 se puede observar la producción por pruebas del LHE desde el 2017 al 2020, también los pronósticos de la demanda que tendrá el LHE del 2021 al 2023, y revisar las tasas de variación, para de esta manera visualizar fácilmente el aumento lineal que se ha experimentado en dicho período tan corto de tiempo.

**Tabla 3.** Datos de producción anual por pruebas del LHE y pronósticos de demanda a futuro.

Período	1	2	3	4	5	6	7	Aumento en producción en el
Prueba	2017	2018	2019	2020	Proyección 2021	Proyección 2022	Proyección 2023	año 2023 respecto al 2017 (%)
Vitamina B12	3419	3407	4163	4205	4577	4888	5200	52,09
Ácido Fólico	2007	2174	2947	3175	3645	4073	4500	124,24
Anticoagulante Lúpico	2961	2790	4632	4884	5720	6481	7242	144,57
Hierro Sérico	987	1654	1875	2298	2742	3157	3573	261,99
LCR	300	366	585	619	762	879	997	232,23
Dímero D	2800	2896	3435	3839	4157	4522	4888	74,56
Factor II	80	111	124	127	149	164	180	124,75
Factor V	236	245	360	360	422	471	519	120,08
Factor IX	318	334	548	532	647	733	818	157,30
Factor VII	170	402	510	520	690	806	922	442,12
Factor VIII	452	1589	2102	2240	3065	3653	4240	838,14
Factor X	100	125	292	312	408	488	569	468,60
Factor XI	58	226	252	418	515	626	736	1169,31
Factor XII	54	160	175	340	401	488	575	965,00
Factor XIII	12	15	27	47	55	66	78	549,17
Factor von Willebrand	332	681	1088	1135	1513	1795	2076	525,36
Ferritina	2685	2792	3721	8480	8998	10829	12661	371,54
Fibrinógeno	3351	7717	11181	11343	15258	18002	20746	519,10
Electroforesis de Hemoglobina	761	1124	1112	1223	1399	1536	1673	119,88
Hemograma	17947	19547	21234	24378	26022	28120	30218	68,37
Inhibidor Factor 8	136	156	174	182	201	217	232	70,74
Inhibidor Factor 9	41	89	110	144	179	212	245	496,34
Trombofilia	3731	3686	5008	5276	5915	6510	7106	90,46
Anticoagulantes (medicamentos)	607	757	937	1095	1260	1424	1589	161,75
Confirmación Lúpico	664	618	936	1036	1172	1315	1459	119,70
Coagulación rutina (TP y TTP)	12188	29359	34464	36405	47543	55319	63094	417,67
VES	1722	2899	3548	4203	5116	5925	6734	291,08
<b>TOTAL</b>	<b>58119</b>	<b>85919</b>	<b>105540</b>	<b>118816</b>	<b>142527</b>	<b>162698</b>	<b>182869</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 3, todas las pruebas del LHE presentan un aumento sostenido de demanda y gracias a que el coeficiente de determinación  $R^2$  es alto, por encima de 0,80 en todas las pruebas, es que se pudo utilizar la regresión lineal simple para pronosticar. También se hace una comparación porcentual entre el pronóstico del 2023 con respecto a la demanda que hubo en el 2017 y se puede observar que el aumento se da desde un 52% hasta un 1169%.

En el Anexo 2 se puede observar las ecuaciones obtenidas gracias a la regresión lineal simple, las cuales permitieron calcular la proyección de acuerdo con el período de interés, ya que de acuerdo con Amat (2016), estas funcionan como modelo que se basa en la relación que se da entre las variables en estudio, las cuales son la demanda y el período de interés. También se puede observar la correlación entre cada período y su respectiva demanda, dicha correlación está dada por el  $R^2$ , la cual es independiente del orden o asignación de cada variable.

El coeficiente de determinación  $R^2$ , es el porcentaje de variación que explica la correlación entre las variables en estudio, esto indica que entre mayor sea este, mejor es el ajuste del modelo con respecto a los datos. La correlación permite cuantificar que tan bien explica el tiempo (período de interés) la variable en estudio, y tal como se puede ver en el Anexo 2, todas las correlaciones obtenidas son superiores a 0,7. Esto indica que tienen una asociación muy alta entre ellas, dejando a entrever que el pronóstico realizado es confiable (Amat, 2016).

#### **4.7 Tiempos de respuesta de los exámenes de laboratorio del LHE**

Los diferentes tipos de pruebas que procesa el LHE cuentan con distintos tiempos de respuesta, algunos de ellos muy prolongados, causando el retraso de la cita médica del paciente, debido a que el médico tratante requiere de tener los resultados en el sistema para poder valorar, diagnosticar y medicar a los usuarios que atienden según el padecimiento que estén presentando.

El Cuadro 3 muestra los distintos tiempos de respuesta de cada una de las pruebas del LHE, cabe destacar que no se cuenta con un sistema que indique desde la hora de ingreso de la muestra al sistema del Labcore hasta la hora que el resultado es validado en EDUS, esta es una de las estadísticas que no se han implementado en el laboratorio, por lo que los tiempos de respuesta mostrados en dicho cuadro son de acuerdo con la forma en que se encuentra programado el trabajo en el LHE.

En el caso de las pruebas que duran de 8 a 15 días es debido a que se espera a agrupar una cierta cantidad de muestras de la misma prueba para procesarlas, la cantidad de días entre los que se monta cada prueba es basado en criterio de la jefatura del LHE, que justifica que no vale la pena colocar el reactivo correspondiente solo por una pequeña cantidad de muestras, ya que estos tienen una estabilidad limitada dentro del equipo automatizado.

**Cuadro 3.** Promedio de pruebas mensuales realizadas en el LHE en el año 2020 y sus respectivos tiempos de respuesta.

Prueba	Promedio demanda mensual año 2020	Tiempo de respuesta
Vitamina B12	350	24 horas
Ácido fólico	265	24 horas
Anticoagulante lúpico	407	8 días
Hierro Sérico	192	24 horas
LCR	52	4 horas
Dímero D	320	8 horas
Factor II	11	8 días
Factor V	30	8 días
Factor IX	44	8 días
Factor VII	43	8 días
Factor VIII	187	8 días
Factor X	26	8 días
Factor XI	35	8 días
Factor XII	28	8 días
Factor XIII	4	8 días
Factor von Willebrand	95	8 días
Ferritina	707	48 horas
Fibrinógeno	945	8 horas
Electroforesis de hemoglobina	102	8 días
Hemograma Prioridad 1	406	3 horas
Hemograma Prioridad 2	102	5 horas
Hemograma Prioridad 3	1036	8 horas
Hemograma Hospital	488	5 horas
Inhibidor Factor VIII	15	15 días
Inhibidor Factor IX	12	15 días
Trombofilia	440	8 horas
Anticoagulantes (medicamentos)	91	8 horas
Confirmación Lúpico	86	15 días
Coagulación rutina (TP y TTP)	3034	8 horas
VES	350	8 horas

Fuente: Jefatura LHE.

Como se puede apreciar en el Cuadro 3, hay pruebas que actualmente tienen tiempos de respuesta muy prolongados, algunas de ellas de hasta 15 días, lo que significa que ese paciente deberá esperar todo ese tiempo para poder ser visto por su médico y recibir el tratamiento necesario, o inclusive para poder ser diagnosticado o dar seguimiento a su padecimiento. En el caso de la mayoría de las determinaciones de factores de la coagulación, muchos de estos pacientes presentan sangrados, y el tener que esperar 8 días para

obtener el resultado es un tiempo muy alto que puede poner en riesgo su salud y calidad de vida.

Con respecto a los hemogramas, es importante tomar en cuenta que aquellos que son prioridad 1 corresponden a pacientes que tienen cita el mismo día que llegan a tomarse la muestra, y que sólo deben esperar el resultado del laboratorio para ser vistos por su médico. Esta prioridad se les asigna a aquellos pacientes que tienen su enfermedad activa y que requieren de forma urgente conocer los resultados, ya que estos le permiten al médico saber si debe colocar algún tratamiento como quimioterapia o si debe realizar alguna transfusión de sangre que ayude a aliviar el cuadro clínico que genera el padecimiento que presenta el paciente en el momento.

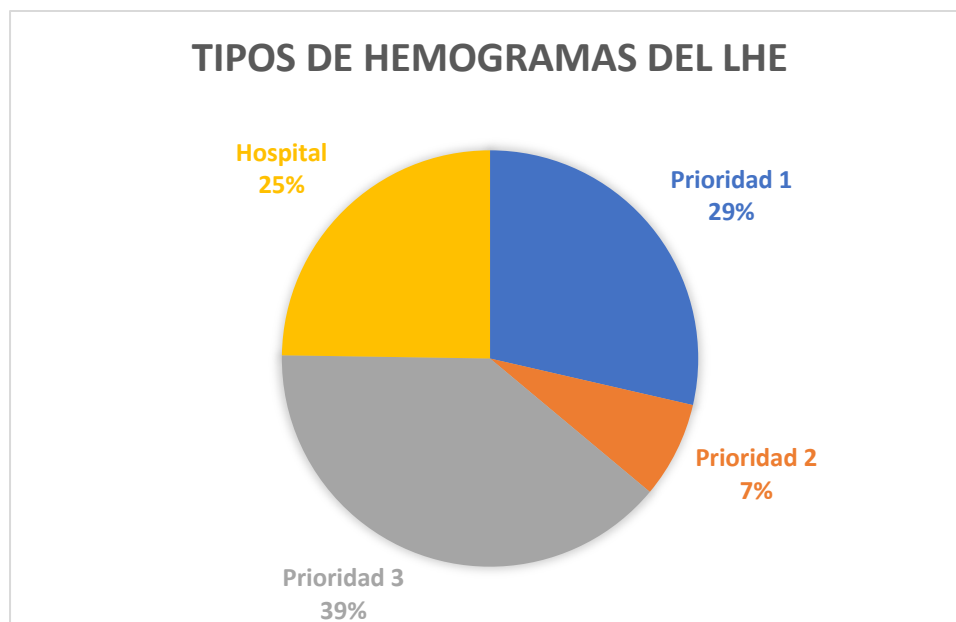
En estos casos, para pacientes con leucemias, con sangrados por problemas de coagulación y aquellos con hemoglobinas muy bajas debido a anemias, el hecho de tener que esperar 3 horas en promedio y en veces hasta más tiempo para contar con el resultado de laboratorio para poder ser valorado y recibir tratamiento, hace que 3 horas sea un tiempo prolongado, más tomando en cuenta que muchos tienen que asistir con ayunos de hasta 12 horas debido a que se les toma de una vez la muestra de otros laboratorios que si requieren ayunas.

Los hemogramas prioridad 2 son aquellos que llegan a tomarse la muestra en la mañana, pero serán vistos en horas de la tarde, tardando en promedio 5 horas en obtener sus resultados, estos pacientes no fueron catalogados como urgentes por el médico según el criterio que este utiliza, el cual es ajeno al laboratorio. Los hemogramas prioridad 3 serán vistos otro día diferente al que se toman la muestra y por lo general son pacientes que se encuentran en ese momento en remisión de su enfermedad y sólo se

encuentran en control, por lo que no urgen ser valorados de inmediato. Por último, están los hemogramas de los pacientes hospitalizados, que junto con los de prioridad 1, son los que requieren obtener el resultado más rápidamente.

Actualmente el orden de atención de los hemogramas según su procedencia es: los de prioridad 1, luego hospital, seguido de los de prioridad 2 y por último los de prioridad 3. La Figura 25, muestra el porcentaje de hemogramas que son prioridad 1,2,3 y de hospital que procesó el LHE durante el año 2020.

**Figura 25.** Tipos de hemogramas realizados en el LHE según su prioridad en el año 2020.



Fuente: Jefatura LHE.

Como se puede observar en la Figura 25, los hemogramas prioridad 3 son los que más llegan al LHE, los cuales son los de menos urgencia, pero si se suman los de prioridad 1 y los de hospital se obtiene un 54% del total de hemogramas recibidos, y dado al carácter de urgencia de estos, es importante agilizar los tiempos de respuesta del laboratorio. Cabe destacar que los hemogramas de pacientes hospitalizados son de menor urgencia que los de prioridad 1, ya que estos pacientes están internados bajo observación médica.

Se ha podido determinar la cantidad de pacientes de prioridad 1 que han tenido que esperar de más para asistir a su cita médica porque su resultado de laboratorio no se entregó en un tiempo aceptable, y su médico tuvo que ir al LHE a esperar por el resultado para poder valorar al paciente. Según estadísticas de la Jefatura Médica de Hematología, aproximadamente un 18% de los hemogramas de prioridad 1 presentan este tipo de atrasos.

#### **4.8 Capacidad de producción de los equipos automatizados del LHE**

Ya habiendo analizado el flujo de trabajo de las diferentes pruebas del LHE, el recurso humano con el que cuenta y el volumen de producción, ahora corresponde analizar la cantidad de pruebas que pueden procesar los diferentes equipos del LHE en una unidad de tiempo. El Cuadro 4 ilustra capacidad de producción de todos los equipos de procesamiento de muestras utilizados en el LHE.

**Cuadro 4.** Capacidad de producción por unidad de tiempo de los equipos del LHE.

<b>EQUIPO</b>	<b>CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN (HORAS)</b>
<b>Sysmex XN-1000</b>	<b>100 muestras/hora</b>
<b>Stago STA R Max</b>	<b>100 muestras/hora</b>
<b>Minicap Sebia</b>	<b>9 muestras/hora</b>
<b>Aerospray HematologyPro</b>	<b>100 láminas/hora</b>
<b>Beckman Coulter Access 2</b>	<b>100 muestras/hora</b>
<b>Greiner BIO-ONE SRS-20/11</b>	<b>24 muestras/hora</b>

*Nota.* Elaboración propia. Fuente: Jefatura LHE.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4, se observan todos los equipos del LHE para procesamiento de muestras, cabe mencionar que sólo se cuenta con una unidad de cada uno de los equipos mencionados. Para el procesamiento de hemogramas, se cuenta con un equipo Sysmex XN-1000 todos los hemogramas del LHE y que cuenta con una capacidad de procesar hasta 100 muestras/hora mediante carga continua. En el caso de las coagulaciones, estas se procesan en el Stago STA R Max que también puede procesar 100 muestras/hora, también mediante carga continua.

Las electroforesis de hemoglobina se procesan en el equipo Minicap Sebia, que procesa 9 muestras cada hora. En el caso del Aerospray HematologyPro, se utiliza para la tinción de las láminas de los hemogramas

para poder ser vistas en el microscopio, este equipo puede teñir hasta 100 láminas/hora. El Beckman Coulter Access 2 se utiliza para procesar las pruebas especiales como la ferritina, vitamina b12, ácido fólico y hierro sérico y cuenta con una capacidad de 100 muestras/hora. Por último, las velocidades de Eritrosedimentación se procesan en el Greiner BIO-ONE SRS-20/11, este equipo puede procesar 24 muestras/hora, ya que dura media hora procesando 12 muestras, que es la cantidad máxima de muestras que se le puede meter cada vez al mismo.

#### **4.9 Tiempo promedio de observación de láminas de hemogramas al microscopio**

Se determinó el tiempo promedio que tardaban los microscopistas para observar cada lámina de hemograma al microscopio, con el fin de determinar la capacidad de procesamiento de láminas/hora con la que cuenta el LHE. Para esto se utilizó una muestra de 10 hemogramas por cada encargado y se determinó el tiempo que tardaron en observarlas, para finalmente calcular el tiempo promedio, dicha información se presenta a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Tiempo promedio de observación de láminas de hemogramas al microscopio.

Observación	Tiempo (min)			
	Microscopista 1	Microscopista 2	Diplomado Apoyo	MQC 2
1	05:09	08:15	06:15	07:51
2	07:14	06:21	08:16	07:14
3	04:54	06:44	07:07	05:56
4	09:14	07:10	05:59	06:24
5	06:01	05:09	08:34	11:01
6	04:45	07:11	04:52	04:55
7	05:11	08:32	05:20	06:55
8	06:00	11:11	06:44	06:13
9	05:52	05:22	07:11	05:33
10	07:24	06:06	07:55	06:10
<b>Tiempo promedio:</b>				<b>06:45 min</b>

Nota: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior se tarda en promedio 6 minutos con 45 segundos por lámina, lo que equivale a 6,75 minutos. Para calcular la cantidad de láminas/hora se realiza la siguiente conversión:

$$\frac{1 \text{ lámina}}{6,75 \text{ minutos}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 9 \text{ láminas/hora}$$

**CAPÍTULO V**  
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA**  
**SOLUCIÓN**

## **5.1 Importancia del diseño de la solución**

La búsqueda de alternativas para aumentar la capacidad de procesamiento de muestras del LHE para la mejora de los tiempos de respuesta de los exámenes de laboratorio es de suma importancia ya que se detectaron debilidades en diferentes aspectos en los métodos actuales de la distribución del trabajo. Una propuesta de acción para corregir estos defectos permitirá reducir el tiempo de espera de los pacientes hematológicos que asisten a este servicio y optimizar el uso del recurso humano del laboratorio.

En el capítulo anterior se encontraron distintas debilidades en los métodos de trabajo con los que contaba el LHE, entre ellas se encuentran: los errores preanalíticos que se dan antes de procesar las muestras, las distintas causas de merma de la productividad que fueron determinadas, el aumento anual sostenido de la demanda de exámenes de laboratorio manteniendo el mismo personal y distribución del trabajo desde hace muchos años y la falta de estandarización del procesamiento de los hemogramas de prioridad 1.

Parte de las alternativas para solucionar dichas debilidades consiste en crear un plan de estandarización de los procesos, la implementación de un sistema de control para mantener en el tiempo las soluciones propuestas, diseñar un plan de capacitación y, por último, el establecimiento de un cronograma de implementación de las propuestas de mejora establecidas.

## **5.2 Disminución de los errores preanalíticos**

En el caso de los errores preanalíticos que se dan en el LHE, estos involucran el error de ingresar datos del paciente de forma errónea al Labcore, que significó un 50% del total, seguido por las muestras que fueron mal

rotuladas, que representaron un 20%, y, por último, un volumen inadecuado de muestra y muestras que llegaron coaguladas, ambas correspondieron a un 15% del total cada una. Actualmente el protocolo consiste en que, si sucede alguna de las situaciones anteriormente mencionadas, se procede a descartar la muestra y volver a llamar al paciente para que este se presente para repetir la prueba.

Este proceso conlleva tiempo, tanto para el laboratorio ya que tardará más tiempo en dar el resultado y también para el paciente ya que deberá desplazarse nuevamente al hospital. Dado a que no existe en el LHE un plan normalizado que indique el procedimiento a seguir para evitar este tipo de situaciones, se ha establecido un procedimiento estandarizado, que deberán seguir los funcionarios del LHE.

### **5.2.1 Manual de procedimiento estandarizado para la disminución de los errores preanalíticos**

1. El ATS1, al recibir la boleta de exámenes de laboratorio por parte del paciente, debe verificar que la información como número de cédula, nombre completo, edad, fecha de nacimiento y sexo esté completa. De lo contrario debe pedirle la identificación para completar la información que haga falta.
2. Se debe revisar que la información de procedencia del paciente aparezca en la solicitud, ya sea consulta externa, otros centros u hospital. Si fuese de hospital, debe aparecer el piso, cubículo y número de cama en el que se encuentra el paciente. De no ser así no debe aceptarse la boleta hasta ser corregida.

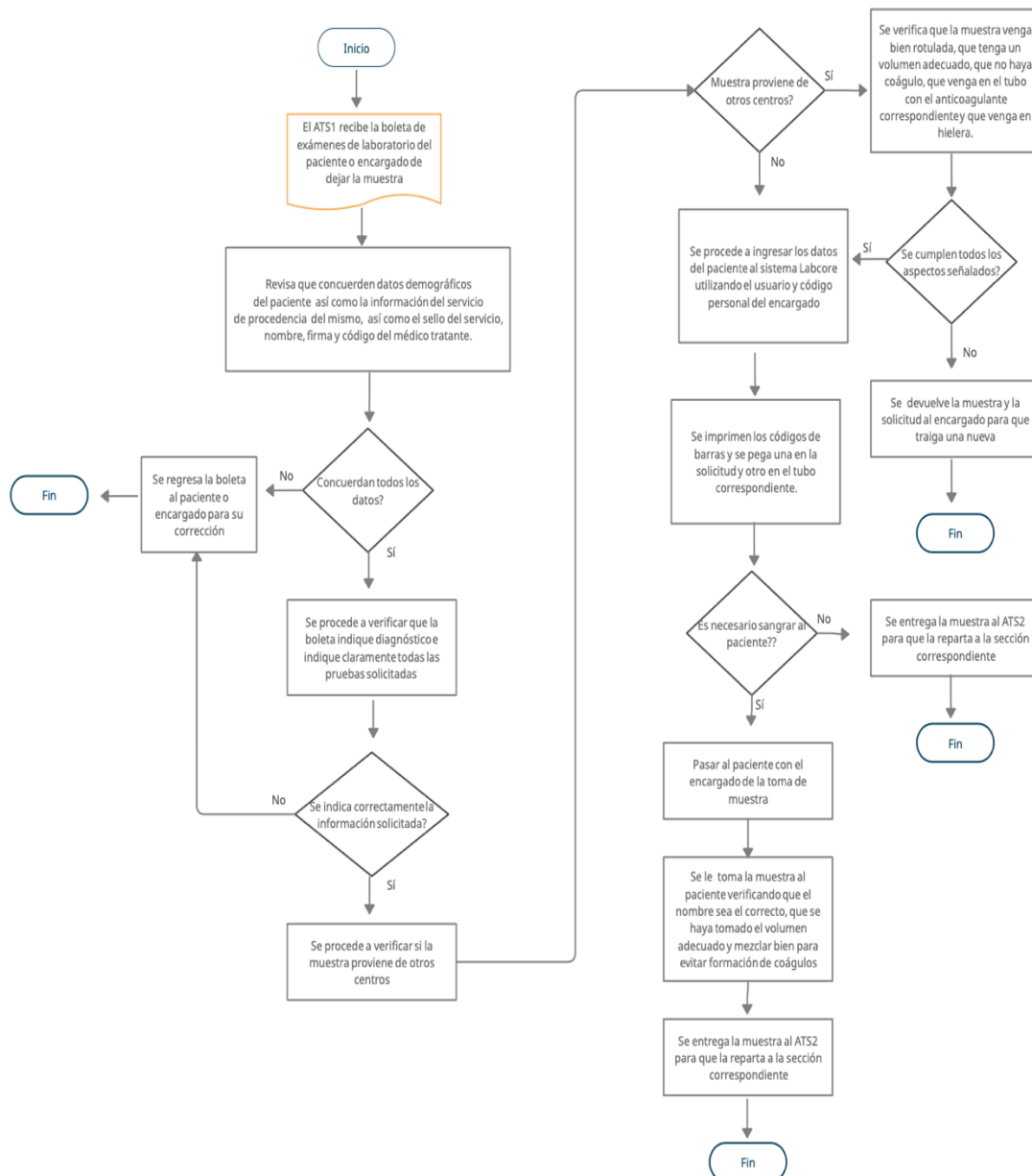
3. Se debe verificar que la solicitud tenga el sello del servicio que envía la solicitud de exámenes, nombre, firma y código del médico tratante. No se deben aceptar solicitudes que no tengan alguno de estos datos.
4. Se debe verificar que la solicitud tenga el diagnóstico del paciente e indique claramente cada una de las pruebas de laboratorio que se desean realizar, de lo contrario la solicitud debe ser devuelta.
5. En el caso de muestras ya tomadas que son enviadas por los médicos o que vienen de otros centros, se debe verificar antes de aceptarla que estas estén debidamente rotuladas con el nombre del paciente, que este coincida con el de la boleta, que tenga un volumen adecuado de sangre hasta la marca del tubo, que no tenga coágulo y que venga en el tubo con el anticoagulante correspondiente según el tipo de muestra. También se debe verificar que la muestra venga en hielera para mantenerse correctamente. Todo esto se debe realizar antes de que el médico o mensajero que trajo la muestra se retire.
6. Ya verificada la muestra y la solicitud, se debe ingresar al Labcore, esto se debe hacer utilizando el usuario y código personal de quien realiza esta tarea, para que esta información quede guardada y poder darle trazabilidad.
7. Se debe ingresar al Labcore en el espacio correspondiente la información del paciente como los datos demográficos ya mencionados, procedencia y pruebas de laboratorio solicitadas, no se deben ingresar pruebas de más ni deben faltar.

8. A la hora de crear la solicitud nueva en Labcore, cuando se imprimen los códigos de barras se pega uno en la solicitud y otro en el tubo correspondiente, siempre verificando que los datos coincidan.
9. En caso de tener que sangrar al paciente se le debe preguntar el nombre completo como paso adicional para corroborar que coincide con el de la boleta y Labcore.
10. Antes de envolver la muestra en la boleta correspondiente para enviarlas al laboratorio se debe revisar que se haya mezclado correctamente con el anticoagulante, que no haya presencia de coágulo y que se haya tomado en el tubo correspondiente, todo esto antes de que se retire el paciente.

Con la correcta implementación de este manual de procedimiento estandarizado se impactaría positivamente el problema de los 40 errores preanalíticos que tiene en promedio mensualmente el LHE, ya que corrige las deficiencias que tiene el laboratorio en la etapa de obtención y preparación de las muestras para iniciar su procesamiento, y de esta forma lograr disminuir los errores preanalíticos al mínimo.

Esto permitiría mejorar la atención de los pacientes que utilizan el servicio del LHE, ya que no tendrán atrasos en sus resultados de exámenes de laboratorio, ni tendrían que ser llamados a desplazarse nuevamente al LHE para tener que volver a tomar la muestra. Cabe mencionar que muchos de los pacientes son de zonas alejas y de bajos recursos económicos, por lo que esto dificulta tener que desplazarse nuevamente al laboratorio. A continuación, en la Figura 26, se detalla el diagrama de flujo del nuevo manual de estandarización creado para disminuir los errores preanalíticos.

**Figura 26.** Diagrama de flujo con el nuevo procedimiento estandarizado para la disminución de los errores preanalíticos.



Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2 Plan de control para asegurar en el tiempo la disminución de los errores preanalíticos

Es necesario establecer un plan de control que permita asegurar en el tiempo que se cumpla con el procedimiento estandarizado para la disminución de errores preanalíticos. En el Cuadro 5 muestra dicho plan de control, la oficinista del laboratorio será la encargada de velar que se cumpla e informarle a la jefatura cualquier anomalía que se presente.

**Cuadro 5.** Plan de control de los errores preanalíticos.

Actividad	Variable a controlar	Manera en que se lleva a cabo el control	Indicador	Método	Medida correctiva	Registro del control	Responsable
Recibir la solicitud de exámenes de laboratorio del paciente	Datos demográficos del paciente	Revisión de los datos de la solicitud	Número de solicitudes con datos que coinciden	Corroborar con cédula de identidad	Corregir datos erróneos	Iniciales del encargado de revisar la solicitud	Oficinista
Análisis de exámenes solicitados y procedencia de la solicitud	Pruebas solicitadas y servicio que solicita las pruebas	Revisar que se indique procedencia, firma y sello del médico	Cantidad de solicitudes con pruebas y servicio especificados correctamente	Revisión visual	Devolver solicitud para que completen datos	Iniciales del encargado de revisar la solicitud	Oficinista
Aceptación de muestras procedentes de otros centros o enviadas de hospital	Datos, pruebas solicitadas y rotulación de la muestra	Revisar que datos de la muestra coincidan con los de la solicitud	Cantidad de muestras de otros centros enviadas adecuadamente	Comparación visual	Rechazar muestra y solicitud	Iniciales del encargado de recibir las muestras	Oficinista
Revisión de presencia de coágulo o volumen de muestra inadecuado	Presencia de coágulos sanguíneos o volumen inadecuado	Revisar que la muestra llegue a la marca del tubo y no haya coágulo	Cantidad de muestras sin coágulo y con volumen adecuado	Revisión visual	Rechazar muestra y volver a tomarla	Iniciales del encargado de recibir las muestras	Oficinista
Ingreso de datos del paciente al sistema Labcore	Ingreso correcto de los datos del paciente a Labcore	Revisar que los datos ingresados a Labcore coincidan con la solicitud	Cantidad de boletas ingresadas a Labcore de forma adecuada	Corroborar datos de la solicitud con Labcore	Corregir datos erróneos	Iniciales del encargado de recibir las muestras	Oficinista
Toma de muestra sanguínea del paciente	Utilización de los tubos con el anticoagulante adecuado	Revisar que el tubo utilizado sea el de la prueba solicitada	Número de tubos tomados adecuadamente	Revisión del tubo del tubo tomado	Volver a tomar muestra en el tubo correcto	Iniciales del encargado de recibir las muestras	Oficinista
Rotulación de la muestra	Nombre del tubo coincide con el de la boleta	Comparar nombre del tubo con el de la solicitud	Número de muestras rotuladas correctamente	Comparación de datos del tubo y la boleta	Volver a tomar muestra y rotular correctamente	Iniciales del encargado de recibir las muestras	Oficinista

Fuente: Elaboración propia.

### **5.3 Propuesta de redistribución de funciones de los empleados del LHE y de la creación de dos plazas nuevas para mejorar el flujo de trabajo.**

Al realizar el análisis de los flujos de trabajo señalados en el capítulo anterior, se pudo observar que hay funcionarios que realizan funciones de otros puestos, y que luego de esto, deben volver a sus funciones pertinentes a su perfil, por lo que se atrasan en la realización de dichas funciones. Este es el caso del Diplomado del Puesto de Apoyo, quien debe ir los lunes, miércoles y viernes a los distintos pisos del hospital a sangrar a los pacientes internados. Luego debe devolverse al LHE, ayudar a sangrar en la consulta externa hasta las 09:00am. Después de esto se reincorpora a su puesto de microscopia y análisis de LCR.

El T2TS y el Diplomado de Microscopia 2 también deben ir a los pisos del hospital junto con el Diplomado de Apoyo a sangrar los pacientes hospitalizados y luego se reincorporan a sus funciones. Cabe destacar que esta función de sangrar a los pacientes tanto hospitalizados como de consulta externa corresponde a un T1TS, quienes se dedican a la recolección y rotulado de muestras sanguíneas, estos no utilizan equipos automatizados ni ven al microscopio, por lo que la creación de una plaza con este perfil va a permitir que los funcionarios mencionados no deben perder tiempo sangrando pacientes y se dediquen exclusivamente a sus funciones desde que entrar a laborar a las 06:00am, lo cual mejorará los tiempos de respuesta del laboratorio.

En el caso del MQC2, este debe ver láminas de hemogramas de alta complejidad y actualmente valida los resultados de todas las pruebas realizadas en el LHE por todos los puestos, esto debido a que la otra MQC del LHE, quien desempeña el puesto de jefatura se dedica a labores

administrativas y de capacitación, por lo que debido al aumento sostenido de la demanda que ha venido experimentando el laboratorio en los últimos años y a las proyecciones realizadas para los años venideros, se espera que la cantidad de hemogramas para analizar microscópicamente aumenten aún más, junto con todas las pruebas que este MQC2 debe validarle a los otros puestos del laboratorio, es por esto que también se propone la creación de una plaza adicional de MQC2 que ayude a validar y ver hemogramas.

### **5.3.1 Propuesta de redistribución de funciones del personal del LHE para eliminar el tener que realizar funciones de otros puestos y agilizar los tiempos de respuesta del laboratorio.**

Dado a que se determinó como se ha mencionado anteriormente que algunos funcionarios deben realizar funciones de otros puestos y que se atrasan en las de sus puestos respectivos, y debido al aumento de la demanda de exámenes de laboratorio que se viene dando y que se espera que siga aumentando de acuerdo con las proyecciones realizadas, se propuso la contratación de un T1TS y de un MQC2. Al incorporar estas nuevas plazas al flujo de trabajo del LHE, se hace necesario redistribuir algunas funciones de los puestos involucrados para que puedan incorporarse con las nuevas contrataciones, evitando la duplicidad de funciones y que el personal se encuentre subutilizado el menor tiempo posible.

El Cuadro 6, muestra la propuesta de redistribución de funciones del personal del laboratorio del LHE, para de esta forma mejorar el flujo de trabajo del laboratorio y acortar los tiempos de respuesta.

**Cuadro 6.** Propuesta de redistribución de funciones del personal del LHE.

Puesto	Redistribución de funciones principales	Principales cambios
MQC 3 (Jefatura)	Administrativas y de capacitación de personal. Supervisión de personal ocioso y le asignara las funciones que considere pertinentes o que ayude a otro compañero que se encuentre saturado de trabajo	Mayor supervisión del personal a su cargo y se encargará de darle funciones al personal que se encuentre ocioso con el fin de aligerar el trabajo de otro compañero que esté saturado
MQC 2	Observación microscópica de hemogramas de prioridad 1 y de hospital. Se encarga del control de calidad de hematología y coagulación. Valida boletas de hemogramas y de pruebas especiales.	Ya no tendrá que validar todos los hemogramas del laboratorio, llevar todo el control de calidad y verá menos hemogramas
Nueva plaza de MQC2	Observación microscópica de hemogramas de prioridad 1 y de hospital. Se encarga del control de calidad de coagulación. Valida boletas de coagulación y hemogramas prioridad 1 de los otros microscopistas.	Ayudará al otro MQC2 y microscopistas con los hemogramas prioridad 1 y de hospital. También ayudará con el control de calidad y validación de resultados
Diplomado puesto de Apoyo	Ayuda de 06:00am a 07:30am en la toma de muestras en la Consulta Externa y luego empieza a ver láminas y LCR desde las 07:30am	Ya no debe ir a hospital a sangrar a los pacientes internados y podrá empezar sus funciones más temprano
Diplomado Microscopista 1	Observación microscópica de hemogramas desde las 06:00am	Ya no debe ir a sangrar pacientes y empieza sus funciones más temprano
Diplomado Microscopista 2	Observación microscópica de hemogramas desde las 06:00am	Sin cambios
Diplomado Pruebas Especiales	Se encarga de las pruebas especiales desde las 06:00am	Ya no debe ir a hospital a sangrar a los pacientes internados y podrá empezar sus funciones más temprano
Diplomado Puesto de Coagulación	Se dedica desde las 06:00am a funciones del puesto de coagulación, si necesita ayuda por exceso de trabajo debe avisarle a la Jefatura para que le indique a alguno de los otros Diplomados que le ayude cuando se desocupe de sus funciones.	Podrá recibir ayuda de alguno de sus compañeros que esté desocupado para de esta manera agilizar el trabajo de coagulación
T2TS	Se encarga de procesar los hemogramas en el equipos automatizado y realizar las láminas para observación microscópica y tinción de hemogramas desde las 06:00am	Ya no debe ir a hospital a sangrar a los pacientes internados y podrá empezar sus funciones más temprano
T1TS	Se encarga del sangrado de pacientes desde las 06:00am	Sin cambios
Nueva plaza de T1TS	Se encarga de la toma de muestras de todos los pacientes hospitalizados los lunes, miércoles y viernes y cuando regresa al LHE ayuda a sangrar pacientes de consulta externa hasta el fin de su turno laboral. Martes y jueves sangra desde las 06:00am	Ayudará al otro T1TS en el sangrado de pacientes de consulta externa y y con su ayuda los otros microscopistas ya no deben ir a sangrar pacientes hospitalizados
ATS1	Recepción de muestras y solicitudes de exámenes y en tiempos libres ayuda al ATS2 si este está saturado de trabajo	La Jefatura velará que ayude al ATS2 en tiempos ociosos
ATS2	Distribución de muestras en los horarios establecidos y en tiempos libres ayuda al ATS1 si este está saturado de trabajo.	La Jefatura velará que ayude al ATS1 en tiempos ociosos
Oficinista	Funciones administrativas de su puesto	Sin cambios

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el Cuadro 6, se hace una redistribución de las funciones de los colaboradores del LHE, ya tomando en cuenta la incorporación de las nuevas plazas, y gracias a esto, a pesar de que son solamente dos nuevos funcionarios lo que se incorporan, esto permite reorganizar el trabajo de los demás puestos. Gracias al nuevo MQC2, va a ser posible alivianar la cantidad de láminas de hemogramas que tiene que ver el otro MQC2, y también se van a dividir lo que corresponde a la validación de exámenes de laboratorio y el control de calidad.

En el caso del nuevo T1TS, este se encargará de la toma de muestras de pacientes hospitalizados, lo que permitirá que el Microscopista 1 y el T2TS inicien su turno de trabajo en el laboratorio desde que inician labores a las 06:00am, ya que no deberán perder hora y media yendo a sangrar pacientes internados, y también ayudará al otro T1TS en el sangrado de pacientes de consulta externa cuando haya terminado con los de hospital.

En el caso del Diplomado del Puesto de Apoyo, tampoco tendrá que subir a sangrar, sin embargo, este debe ayudar al T1TS que se queda todo el día sangrando la consulta externa, desde las 06:00am a las 07:30am, ya que el T1TS no puede encargarse de toda la consulta por su cuenta mientras el otro T1TS anda sangrando pacientes de hospital.

El Diplomado del Puesto de Pruebas Especiales también podrá empezar sus funciones apenas entra a trabajar, y el MQC3, quien desempeña el rol de jefatura sigue con sus funciones habituales con la única variante de que debe supervisar al personal ocioso e inculcar el ayudar al compañero que esté saturado de trabajo, para que este salga lo antes posible, esto con el fin de mejorar los tiempos de respuesta del laboratorio.

### 5.3.2 Estimación del costo/beneficio de la contratación de las plazas adicionales de T1TS y MQC2.

El hecho de contratar dos nuevas plazas genera costos adicionales por el salario que estos devengan mensualmente, estas plazas son de tiempo completo en un horario de 06:00am a 03:00pm de lunes a viernes. La Tabla 5 resume cada rubro del salario del MQC2 y la Tabla 6 la del T1TS.

**Tabla 5.** Costos incurridos por la contratación de la plaza adicional de MQC2.

Rubro	Monto
Salario base	Ø940.158,00
Antigüedad pre ley	No aplica
Antigüedad post ley	Ø0,00
Carrera profesional	No aplica
Retribución por riesgo laboral	Ø47.007,90
Incentivo de zona rural	Ø0,00
Asignación por vivienda	No aplica
Dedicación exclusiva adicional	Ø159.826,86
Dedicación exclusiva	Ø240.868,48
<b>TOTAL</b>	<b>Ø1.387.861,24</b>

Fuente: Gestión de personal CCSS.

**Tabla 6.** Costos incurridos por la contratación de la plaza adicional de T1TS.

Rubro	Monto
Salario base	¢465.650,00
Ajuste salario mínimo	¢68.869,64
Antigüedad	No aplica
Retribución por riesgo laboral	¢23.282,50
<b>TOTAL</b>	<b>¢557.802,14</b>

Fuente: Gestión de personal CCSS.

Al realizar la sumatoria del salario mensual del MQC2 y del T1TS descritos en las tablas anteriores, el costo total por la incorporación de estos nuevos funcionarios corresponde a ¢1.945.663,38 mensuales. Este costo adicional al que se incurre trae consigo el beneficio de evitar sobrecargas de trabajo de los empleados del LHE, permite que se haga la redistribución del trabajo para evitar que se tenga que realizar funciones de otros puestos y le permite a los funcionarios empezar con las labores propias de su puesto desde que entran a laborar y de esta manera impactar positivamente en los tiempos de respuesta del LHE.

En cuanto a los beneficios obtenidos por la contratación de estas nuevas dos plazas, cabe mencionar que no se obtienen beneficios de carácter económico por tratarse de una entidad pública, sin embargo, se aumenta la capacidad de procesamiento por hora de la observación microscópica de láminas de hemogramas por parte de los microscopistas, ya que el nuevo

MQC2 va a ayudar en la observación de las mismas. Dado a que en el capítulo anterior se definió que cada microscopista ve en promedio 9 láminas por hora, dado a que antes habían 4 microscopistas en total contando al diplomado de apoyo y al MQC2, al realizar la multiplicación se obtiene que estos veían en total 36 láminas por hora, y dado a que ahora son 5 debido a la incorporación del nuevo MQC2, entonces la capacidad de procesamiento subió a 45 láminas por hora.

Para calcular el beneficio de las nuevas contrataciones se procede a calcular el cambio porcentual de procesamiento por hora de las láminas para observación microscópica de los hemogramas. La Tabla 7 muestra el porcentaje de mejora de la capacidad de procesamiento de dichas láminas. Para el cálculo del cambio porcentual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de mejora} = \frac{X2 - X1}{X1} \times 100\%$$

Donde:

X1= Capacidad de procesamiento anterior de 36 láminas/hora

X2= Nueva capacidad de procesamiento de 45 láminas/hora

**Tabla 7.** Porcentaje de mejora obtenido en la capacidad de procesamiento de láminas por hora gracias a la incorporación de las nuevas plazas.

Nueva capacidad de procesamiento (láminas/hora)	Capacidad de procesamiento anterior (láminas/hora)	Porcentaje de mejora
45	36	25%

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4 Estandarización del procesamiento de los hemogramas de prioridad 1.

En el capítulo anterior se evidenció que no hay un procedimiento estandarizado para el procesamiento de los hemogramas de prioridad 1 del LHE, con una persona encargada de velar su cumplimiento y que los resultados se entreguen lo antes posible. Para esto, se establece la estandarización del procesamiento de estos hemogramas de la siguiente manera:

1. Cuando se inicia el sangrado de pacientes de la consulta externa a las 06:00am se le dará prioridad a los pacientes que en su boleta de solicitud de exámenes de laboratorio indique que son de prioridad 1, por lo que se dejará ingresar al área de sangrado sólo a estos pacientes, y se les tomará la muestra siguiendo el manual de procedimiento estandarizado para la disminución de los errores preanalíticos descrito anteriormente.
2. El ATS2 será el encargado de hacer rondas cada hora a partir de las 06:30am para asegurarse de trasladar al LHE todas las muestras

prioridad 1 y dejarlas en el puesto respectivo dentro del laboratorio. Para esto se dispondrá de un cajón rotulado como hemogramas de prioridad 1 en el puesto del T2TS, quien es el encargado de procesar estas muestras en el equipo automatizado respectivo.

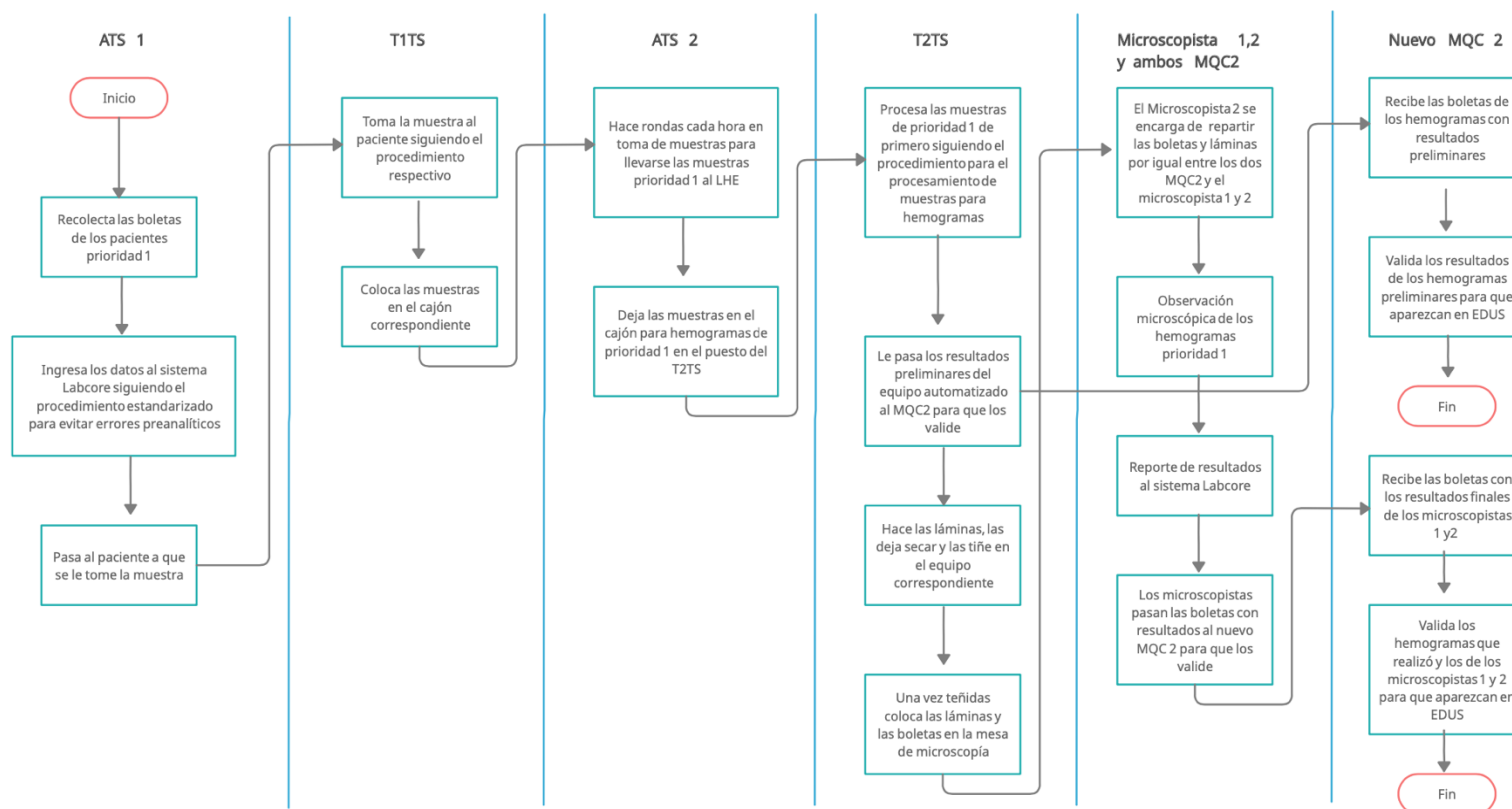
3. La persona de la nueva plaza de MQC2 validará en el Labcore los resultados preliminares del equipo automatizado una vez procesadas las muestras, de esta manera el médico tendrá acceso a los resultados preliminares en caso de necesitar conocer algún parámetro urgente del paciente mientras se realiza la observación microscópica de la lámina.
4. El T2TS deberá darle prioridad a estos hemogramas antes que a los demás, por lo que una vez procesados en el equipo automatizado, les hará la lámina correspondiente para la observación microscópica, la dejará secar el tiempo recomendado, la teñirá en el equipo correspondientes y dejará la boleta y el reporte preliminar en la mesa de microscopía. La cual tendrá un cajón para boleta y láminas de prioridad 1 por aparte de las demás.
5. El microscopista 2 será el encargado de repartir estas boletas y láminas por igual cuando las vea en el cajón correspondiente respetando el carácter de urgencia de estas muestras. Se encargará de repartirlas por igual entre los dos MQC2, el microscopista 1 y el microscopista 2. Una vez vistos estos hemogramas, se ingresan los resultados obtenidos y cada MQC2 valida los hemogramas vistos por ellos y los microscopistas deberán entregarle los suyos al encargado de la nueva plaza de MQC2 para que se los valide.
6. Este MQC2 será el encargado de supervisar el trámite rápido de estos hemogramas. Para esto, cuando vaya a validar los resultados de los

hemogramas una vez estén finalizados, podrá ver en Labcore la hora de ingreso al sistema de estas muestras, ya que este sistema registra este dato y fijarse en la hora en que van a ser finalizados y llevar un control de si se cumplen los tiempos adecuadamente. Para esto deberá tener comunicación periódica con la jefatura médica del servicio de hematología, para saber si están satisfechos con los tiempos de procesamiento, en caso de no ser así podrá realizar los cambios que considere pertinentes para cumplir con la satisfacción del usuario.

La Figura 27 muestra el diagrama de flujo multicolumnar del nuevo procedimiento estandarizado para procesar los hemogramas de prioridad 1.

**Figura 27.** Diagrama de flujo multicolumnar del procesamiento estandarizado de los hemogramas de prioridad 1.

1.



Fuente: Elaboración propia

### 5.5 Mejora obtenida en el tiempo de procesamiento de hemogramas de prioridad 1 siguiendo el nuevo procedimiento estandarizado.

Se tomó el tiempo de procesamiento de 20 hemogramas de prioridad 1 desde que se recibió la boleta del paciente hasta la hora en que fue validado el resultado final en el sistema Labcore, luego se obtuvo el promedio del tiempo de procesamiento de estas muestras y se comparó con el anterior de 03:00 horas que se duraba en promedio antes de la implementación del nuevo procedimiento estandarizado. Los resultados de los tiempos obtenidos se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Tiempo de procesamiento de la muestra de 20 hemogramas prioridad 1 del LHE.

Réplica	Tiempo (horas)	Réplica	Tiempo (horas)
1	02:17	11	02:33
2	01:59	12	02:38
3	02:12	13	02:35
4	02:19	14	02:29
5	02:31	15	02:15
6	02:20	16	02:22
7	02:24	17	02:30
8	02:19	18	02:22
9	02:21	19	02:19
10	02:33	20	02:22

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados de la tabla anterior se procedió a calcular el nuevo tiempo promedio que fue de 2,38 horas y se comparó con el tiempo promedio de respuesta que se tenía anteriormente de 3,00 horas que duraba el LHE en

obtener los resultados de estas muestras de acuerdo a estadísticas de su jefatura. La Tabla 8 muestra estos tiempos y los compara obteniendo la mejora porcentual entre estos, para calcular la mejora se siguió la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de mejora} = \frac{X2 - X1}{X1} \times 100\%$$

Donde:

X1= Tiempo de respuesta promedio anterior de 3,00 horas

X2= Nuevo tiempo de respuesta de 2,38 horas

**Tabla 8.** Porcentaje de mejora obtenido en el tiempo de respuesta del procesamiento de los hemogramas prioridad 1 del LHE.

Nuevo Tiempo Promedio (horas)	Tiempo Promedio Anterior (horas)	Porcentaje de mejora
2,38	3,00	-21%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior el tiempo de respuesta pasa de 3,00 a 2,38 horas, obteniéndose una disminución del 21% en el tiempo de procesamiento, esto significa que los pacientes de prioridad 1 van a tener que esperar un 21% menos de tiempo para poder ser valorados por su médico tratante y también gracias al nuevo procedimiento estandarizado se abre la oportunidad de tener un encargado de velar que estos tiempos se cumplan y de buscar siempre la mejora continua mediante una constante comunicación con la parte médica del servicio.

## **5.6 Plan de mejora de las causas de merma de la capacidad del LHE, involucradas en los tiempos prolongados de respuesta del laboratorio.**

En el capítulo anterior se utilizó el Diagrama de Ishikawa para determinar las posibles causas de merma de la capacidad del LHE ante la creciente demanda de exámenes de laboratorio y buscar un plan de acción para corregirlas, y de esta manera cumplir con el objetivo principal de esta investigación, que consiste en aumentar la capacidad del LHE para mejorar sus tiempos de respuesta.

Mediante la observación de las debilidades en los métodos de trabajo del laboratorio y gracias a la encuesta aplicada a los funcionarios del LHE, donde estos expresaron si estaban de acuerdo en las falencias detectadas que tiene el laboratorio, se pudo hacer un Diagrama de Pareto que permitiera identificar cuales son las causas principales en las que se debe trabajar para disminuir los tiempos de respuesta del laboratorio para dar los resultados de los exámenes.

Esta sección es de gran importancia, ya que permite cumplir con el objetivo de identificar si hay recursos que son subutilizados y procesos que pudiesen estarse llevando a cabo de forma incorrecta que pudieran estar causando la demora en la entrega de los resultados y de establecer otras estrategias de mejora, junto con ya las mencionadas en las secciones anteriores de este capítulo, que se puedan implementar en los procesos del LHE para ayudar a aumentar la capacidad e impactar de manera positiva en los tiempos de respuesta del laboratorio.

### **5.6.1 Implementación de una correcta distribución de las citas del laboratorio**

Dado a que se determinó en el capítulo anterior que hay una distribución heterogénea de la programación de las citas de laboratorio, donde se asignan las citas a antojo de la persona encargada, saturando unos días más que otros, es que surge la necesidad de cambiar ese método de trabajo e instaurar uno donde se distribuyan de manera equitativa entre los 5 días laborales de la semana. El nuevo modelo de distribución de citas a implementar es el siguiente:

1. Se programará el sistema Labcore de tal manera que la persona encargada de entregar las citas del laboratorio, quién es el ATS1 o ATS2, deba ingresar la fecha de la cita del paciente, y el sistema le indicará el día que este deberá presentarse a sangrarse, para esto, deberá ingresar la solicitud de pruebas del paciente, y el sistema tendrá registrados los tiempos de espera según las pruebas solicitadas y de esta manera dará la cita el día pertinente. Esto a excepción de los pacientes prioridad 1 o 2.
2. El sistema estará programado de tal manera que dará las citas entre los 5 días de la semana de manera equitativa conforme se vayan ingresando las citas al sistema. Mostrará una alarma en caso de que detectar alguna variación mayor al 10% entre la cantidad de pacientes citados. La persona encargada deberá reacomodar las citas que sean necesarias para disminuir esta variación.
3. En el caso de los pacientes prioridad 1 o 2, a quienes los ven el mismo día, estos deberán presentarse el día de su cita médica al LHE sin necesidad de cita de laboratorio.

4. La jefatura del LHE será la única persona con el perfil necesario para reprogramarle la cita a un paciente que tenga algún caso especial y ocupe sangrarse un día específico, o inclusive, si la persona pierde su cita, esta deberá solicitar una nueva, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

#### **5.6.2 Colocación de nuevas computadoras con el sistema Labcore integrado.**

Dado a que, en el LHE, la jefatura, los dos MQC2, los 2 ATS, la oficinista y los 5 diplomados necesitan acceso a una computadora que tenga Labcore instalado para revisar o ingresar datos y resultados de las pruebas, y debido a que se pudo observar que el laboratorio sólo cuenta con 4, se hace necesario la instalación de nuevas computadoras con el fin de evitar atrasos en el ingreso de resultados.

Para lograr un flujo de trabajo adecuado, se recomienda instalar al menos una computadora por área, para que de esta manera se pueda compartir por los funcionarios involucrados y no se hagan colas a la espera de una computadora. Para esto, se recomienda una para la jefatura, ya que deberá utilizar Labcore para llevar el control sobre las estadísticas del laboratorio que se analizarán más adelante y llevar a cabo su trabajo administrativo, otra para la oficinista, para que pueda llevar a cabo sus funciones, que son de índole totalmente administrativas.

También se recomienda una para que la utilicen los dos ATS, para que entre ellos la utilicen para ingresar los datos de las boletas de los pacientes al

sistema Labcore, igualmente, se sugiere una computadora para cada uno de los MQC2, ya que estos deben estar validando los resultados de las pruebas que realicen los encargados de los otros puestos, por lo que no podrían compartir una mismo computadoras y también deben llevar el control de calidad correspondiente a cada uno. Por último, se sugiere una para el área de coagulación, para que el encargado no deba salir de su área, al igual que una para la persona de pruebas especiales y otra para los 3 microscopistas que se encuentran viendo láminas.

Por lo tanto, esto conlleva a la necesidad de la instalación de 4 computadoras adicionales a las 4 ya existentes. Cabe mencionar que esto no significa un costo adicional para el Hospital México, ya que la empresa que ganó la licitación del sistema Labcore, tiene bajo contrato la disposición de dotar al laboratorio con las computadoras necesarias para poder llevar a cabo el trabajo del laboratorio, según criterio de la jefatura, por lo que la jefatura del LHE debe solicitarle al Director del Laboratorio Clínico que solicite de manera escrita al proveedor para que este cumpla dicha parte del contrato y dote al laboratorio con las 4 computadoras adicionales que se recomienda.

### **5.6.3 Creación de un programa de capacitación para entrenar personal nuevo para cubrir incapacidades y vacaciones utilizando el Diagrama de Gantt.**

Uno de los problemas detectados es que no hay suficiente personal entrenado adecuadamente para cubrir a los funcionarios del LHE, ya que los hemogramas y pruebas de coagulación que estos procesan son de alta complejidad, por lo que se debe tener conocimiento técnico para poder cubrir

las incapacidades y vacaciones, y de esta forma, el laboratorio no se quede sin menos personal del habitual si algún funcionario llega a ausentarse.

El Diagrama de Gantt permite ver de manera gráfica el tiempo necesario para la realización de diferentes tareas en un tiempo determinado, ya que permite visualizar la fecha de inicio y finalización de un proyecto, las distintas tareas que se realizan, la fecha que se espera que concluya cada una y el encargado de dichas tareas, por lo que es una herramienta útil para crear un cronograma de capacitación, el cual está dado por el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Diagrama de Gantt del programa de capacitación para personal elegible para hacer vacaciones y sustituciones en el LHE.

Temas de capacitación	Encargado	Inicio	Final	6-dic	7-dic	8-dic	9-dic	10-dic	13-dic	14-dic	15-dic	16-dic	17-dic	20-dic	21-dic	22-dic	23-dic	24-dic
Análisis de la serie roja del hemograma	Jefatura LHE	6/12/21	6/12/21	■														
Análisis de la serie blanca del hemograma	Jefatura LHE	7/12/21	7/12/21		■													
Análisis de plaquetas	Jefatura LHE	8/12/21	8/12/21			■												
Hallazgos morfológicos de las anemias	Jefatura LHE	8/12/21	9/12/21			■	■											
Alteraciones morfológicas de los linfomas y leucemias	Jefatura LHE	10/12/21	14/12/21					■	■	■								
Interpretación de electroforesis de hemoglobinas	Jefatura LHE	15/12/21	15/12/21								■							
Procesamiento de pruebas especiales	Jefatura LHE	16/12/21	17/12/21									■	■					
Procesamiento de LCR	Jefatura LHE	20/12/21	20/12/21											■				
Procesamiento de pruebas de la coagulación	Jefatura LHE	21/12/21	22/12/21												■	■		
Estudio de inhibidores de la coagulación	Jefatura LHE	23/12/21	24/12/21														■	■

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, se ha desarrollado un programa de capacitación de 3 semanas para el personal que desee entrenarse para hacer sustituciones en el LHE, de esta forma ya habrá personas capacitadas para suplir a algún funcionario que esté de vacaciones o se debido ausentar. Este programa de capacitaciones no genera costo adicional, ya que el encargado de realizarlo es la jefatura del LHE dentro de su horario de trabajo, por lo que no es necesario contratar ninguna persona adicional para realizar esta función.

#### **5.6.4 Establecimiento de indicadores estadísticos para la toma de decisiones y control de la productividad.**

En el capítulo de diagnóstico se pudo observar que algunos funcionarios terminaban sus funciones antes que otros, esto debido a que algunos tenían que realizar funciones de otros puestos y se atrasaban en las propias, mientras los otros que terminaban sus funciones quedaban ociosos. También se observó que en el LHE no se lleva un control estadístico de la productividad de sus empleados, por lo que es necesario instaurar una medida correctiva para este caso, ya que es importante saber que tan productivos son para poder llevar un control de qué tan bien se está realizando el trabajo.

Dado a que se redistribuyeron las funciones de tal manera que ya ningún funcionario tenga sobrecargo de trabajo por realizar tareas ajenas a su puesto de trabajo, se le indicó a la MQC3, quién realiza la función de jefatura del LHE, que debe estar pendiente de monitorear la productividad de sus subalternos, y de esta forma maximizar los recursos con los que cuenta el laboratorio. Para esto, se debe llevar registro de las estadísticas de este y del personal, y se deben establecer indicadores de productividad.

Actualmente el LHE sólo lleva estadísticas de su producción mensual de pruebas, cantidad de errores preanalíticos, los tiempos de respuesta para los exámenes de laboratorio y la capacidad de producción de los equipos que se utilizan en el mismo, por lo que se ha decidido implementar el establecimiento de diferentes indicadores que permitan visualizar como se lleva a cabo el trabajo y poder realizar una gestión más eficiente del mismo. La persona encargada de llevar estas estadísticas será la oficinista del laboratorio y entregará un informe mensual a la jefatura del LHE para que pueda analizar los datos obtenidos y tomar las decisiones pertinentes. El Cuadro 8, muestra los nuevos indicadores que serán establecidos.

**Cuadro 8.** Establecimiento de nuevos indicadores estadísticos para la toma de decisiones del LHE.

Indicador de gestión	Indicador de proceso	Indicador de resultados
Muestras procesadas diariamente por cada equipo automatizado	Número de repeticiones por prueba	Porcentaje de reclamaciones por resultados no recibidos
Hora de llegada de las muestras de otros centros	Tiempo desde que se recibe hasta que se procesa	Porcentaje de incidencias preanalíticas que impiden la entrega del resultado
Grado de cumplimiento del control de calidad	Número de repeticiones necesarias	Número de reglas de control de calidad fuera del rango permitido
Ingreso de resultados a Labcore	Tiempo transcurrido desde resultado hasta validación	Porcentaje de resultados que debieron corregirse por errores
Ausencias de personal por incapacidades o vacaciones	Cantidad de veces que el personal no es sustituido	Porcentaje de atrasos en la entrega de resultados por falta de personal
Número de láminas de hemograma vistas por microscopista	Tiempo promedio de procesamiento por lámina	Porcentaje de variación entre la cantidad de láminas que ve cada microscopista
Cantidad de hemogramas prioridad 1 o 2 atrasados	Tiempo de procesamiento	Porcentaje de atrasos según el tiempo de respuesta establecido
Pacientes de consulta externa que pierden cita de laboratorio	Número de citas reagendadas	Porcentaje de atrasos en la entrega de resultados por pérdida de citas
Personal calificado para laborar en el LHE	Cantidad de personas que aprueban capacitación	Número de personas elegibles para hacer sustituciones
Muestras rechazadas por errores preanalíticos	Número de repeticiones debido a estos errores	Porcentaje de atrasos en la entrega de resultados por errores preanalíticos
Control de los insumos del laboratorio	Inventario de insumos del laboratorio	Porcentaje de pruebas atrasadas por falta de insumos
Pacientes sangrados en consulta externa por colaborador	Tiempo de sangrado por paciente	Porcentaje de variación de la cantidad de pacientes sangrados por colaborador

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, se establecieron distintos indicadores de gestión, proceso y de resultados con el fin de llevar los registros estadísticos necesarios para una correcta toma de decisiones, que de ahora en adelante será hecha siguiendo los mismos y no basado en criterios personales. De esta manera se podrá visualizar el comportamiento de la gestión del laboratorio, de como se llevan a cabo los procesos y como esto afecta los resultados, y podrán tomar decisiones adecuadas de acuerdo con el comportamiento que se esté presentando en el trabajo del laboratorio.

Esto también permitirá llevar el control de la productividad tanto de los equipos automatizados como del personal del laboratorio, y de esta forma evitar cargas de trabajo desiguales y disminuir el tiempo ocioso de los funcionarios. También permite establecer planes de mejora continua para buscar siempre la mejora de los procesos del LHE.

#### **5.6.5 Establecimiento de un cronograma de implementación de las mejoras propuestas utilizando el Diagrama de Gantt.**

Se decidió establecer un cronograma de implementación de las mejoras planteadas para subsanar las deficiencias diagnosticadas en el capítulo anterior, con el fin de poder visualizar las fechas de inicio y finalización de las distintas soluciones planteadas y el tiempo que se espera que conlleve poder llevarlas a cabo. Una vez finalizado el tiempo previsto, se espera que todas las soluciones estén puestas en marcha y se empiecen a ver resultados, cumpliendo con el objetivo principal de la presente investigación que consiste en aumentar la capacidad del laboratorio para mejorar los tiempos de respuesta del LHE. El Cuadro 9 muestra el cronograma de implementación propuesto para lograrlo.

**Cuadro 9.** Cronograma de implementación de las propuestas sugeridas para aumentar la capacidad del LHE y disminuir sus tiempos de respuesta.

Nº	Tarea	Inicio	Fin	Duración	dic-21					ene-22				feb-22			
					Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Estandarización de hemogramas prioridad 1	1/12/21	3/12/21	3 días	■												
2	Implementar programa de capacitación de personal	6/12/21	24/12/21	15 días		■	■	■									
3	Disminución de errores preanalíticos	27/12/21	31/12/21	5 días					■								
4	Redistribución de funciones del personal	3/1/22	14/1/22	10 días						■	■						
5	Correcta distribución de citas de laboratorio	19/1/22	28/1/22	8 días							■	■					
6	Colocación de nuevas computadoras con Labcore	17/1/22	11/2/22	20 días							■	■	■	■			
7	Establecimiento de indicadores estadísticos	7/2/22	22/2/22	12 días											■	■	■

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, se tardaría alrededor de 3 meses para implementar las diferentes propuestas planteadas para aumentar la capacidad del LHE, siendo la colocación de nuevas computadoras con el sistema Labcore la que toma más tiempo, ya que se depende del concesionario para dicha tarea, mientras que la tarea más corta consiste en la estandarización de los hemogramas de prioridad 1, la cual tarda alrededor de 3 días laborales. El beneficio obtenido al implementar dichas propuestas consiste en un mejor uso de los recursos del laboratorio y una mejora de los tiempos de respuesta.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

Es necesaria la redistribución de las funciones de los colaboradores del LHE con el fin de aumentar la capacidad del laboratorio, ya que, con el método actual de trabajo, la distribución de funciones no es equitativa y hay unos funcionarios más recargados que otros.

Se requiere de un MQC2 y un T1TS adicional para alivianar el flujo de trabajo del laboratorio y de esta manera brindar un servicio adecuado y oportuno a los usuarios del LHE mejorando los tiempos de respuesta de los exámenes de laboratorio.

Los métodos de trabajo actuales del LHE y el hecho de contar con el mismo personal desde el año 2008 repercuten en la demora de los tiempos para brindar los resultados del LHE ante la creciente demanda de exámenes de laboratorio que se viene experimentando con el pasar de los años.

El LHE cuenta con recursos subutilizados como es el caso de los funcionarios ociosos en horas laborales y también cuentan con una distribución incorrecta del trabajo ya que tienen funcionarios que deben realizar funciones de otros puestos a parte de las suyas, lo que influye en la demora de la entrega de los resultados.

Es necesario establecer un cronograma de implementación de las propuestas de mejora establecidas para ayudar a aumentar la capacidad de procesamiento del LHE, ya que este permite visualizar las tareas, las fechas de implementación y la duración de estas, por lo que se puede llevar un control de su cumplimiento e implementación.

Es necesario estimar los costos de la implementación de la mejora propuesta para analizar la factibilidad del costo/beneficio y de esta manera decidir cuales mejoras son factibles de realizar para lograr los objetivos del proyecto.

Es posible aumentar la capacidad del LHE y disminuir los tiempos de respuesta de los resultados de los exámenes de laboratorio de los pacientes que asisten a este servicio, por medio de estrategias de mejora utilizando herramientas de ingeniería industrial mejorando los métodos y condiciones con los que se realizan las labores.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda disminuir y controlar los errores preanalíticos que se dan en el laboratorio, ya que estos generan atrasos en la entrega de resultados del paciente al tener que repetirse las pruebas, lo que repercute en los tiempos de respuesta del LHE.

El establecimiento de indicadores estadísticos y llevar el control de la productividad del laboratorio son recomendaciones que permitirán tomar decisiones basadas en criterio estadístico que refleja la situación actual del LHE y de esta forma buscar siempre la mejora continua y control de los procesos que se llevan a cabo.

Se recomienda redistribuir las funciones de los funcionarios del LHE con el fin de mejorar el flujo de trabajo actual del laboratorio, evitar tener que realizar funciones pertenecientes a otros puestos y poder empezar las

funciones propias del puesto desde que se inicia la jornada laboral y de esta forma evitar el atraso de los resultados.

Establecer un plan de control para asegurar que las propuestas de mejora planteadas se mantengan en el tiempo es una recomendación muy importante que va a permitir asegurar que las mismas se llevan a cabo, gracias a un encargado que supervise su cumplimiento y de esta manera evitar que se vuelva a caer en los métodos de trabajo actuales.

Es recomendable estandarizar el procesamiento de los hemogramas de prioridad 1 y 2, ya que con el método actual no había una persona designada que vele por el cumplimiento de los tiempos de respuesta y evitar atrasos en la entrega de resultados, ya que estos pacientes dependen de los mismos para poder ser valorados inmediatamente por su médico tratante.

Se recomienda implementar una correcta distribución de las citas del laboratorio, ya que bajo los métodos actuales se dan de forma heterogénea sobrecargando unos días sobre otros, por lo que darlas de forma controlada y homogénea permitirá un mejor flujo de trabajo en el laboratorio sin sobrecargas.

Contratar un MQC2 y un T1TS es una recomendación que va a permitir aliviar el trabajo del personal del LHE de una forma adecuada y ayudará a mejorar los tiempos de respuesta del laboratorio ya que el procesamiento de las muestras será más fluido gracias a que cada funcionario podrá dedicarse a las funciones propias de su puesto apenas inicia su jornada laboral y sin sobrecargo de funciones.

Se sugiere la creación de un programa de capacitación para el personal que no está debidamente entrenado para hacer sustituciones en el LHE ya que de esta manera se les dará las herramientas y el conocimiento necesario para poder cubrir vacaciones e incapacidades del personal del LHE y de esta forma cuando un funcionario de este se ausente, no se deba trabajar con menos personal, lo que puede atrasar la entrega de resultados.

Se recomienda solicitarle al proveedor del sistema Labcore la colocación de 4 computadoras adicionales en el laboratorio que cuenten con este sistema ya que de esta manera no habrá colas de personal esperando una computadora libre para poder realizar sus funciones, ya sea de ingreso de resultados o de datos del paciente, y así poder realizar dichas tareas de una forma más rápida y oportuna.

Se sugiere la ayuda de un ingeniero en sistemas del Hospital México para crear un sistema informático que permita llevar un control sobre los indicadores estadísticos del LHE de forma segura y confiable y que sólo pueda ser accesado por los encargados y de esta manera evitar alteraciones.

# **BIBLIOGRAFÍA**

Alfaro Barrantes, E. (2019). *Propuesta para el mejoramiento del proceso productivo de órtesis orales del laboratorio dental de odontología del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, para el primer cuatrimestre del 2019*. [Trabajo de grado, Bachillerato en Ingeniería Industrial]. Universidad Hispanoamericana.

Amat Rodrigo, J. (2016). *Correlación lineal y regresión lineal simple*. Ciencia de datos. [https://www.cienciadedatos.net/documentos/24\\_correlacion\\_y\\_regresion\\_lineal](https://www.cienciadedatos.net/documentos/24_correlacion_y_regresion_lineal)

Archibold de McPherson, M. (2016). Historia de la Ingeniería Industrial y sus repercusiones en el desarrollo de Panamá en los últimos cien años. *I+D Tecnológico*, 2(1), 35-48. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/124>

Blog de Drew. (3 de abril de 2021). Pronósticos de demanda para optimizar niveles de inventario. *Productividad*. <https://blog.wearedrew.co/los-pronosticos-de-demanda-para-optimizar-niveles-de-inventario>

Bocángel, G. A., Rosas, C. W., Perales, R. S., & Hilario, J. R. (2021). *Ingeniería Industrial: Ingeniería de Métodos I*. Huanuco. <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-I.pdf>

Carcache Castillo, Y. (2021). Mejora del proceso entre Banco Nacional de Costa Rica e IMAS, amparado en el convenio Marco de Cooperación Interinstitucional Fideicomiso 32-04 Bancrédito-IMAS-Banacio/73-2002.

[Trabajo de grado, Licenciatura en Ingeniería Industrial]. Universidad Hispanoamericana.

Castro Bermúdez, V. (2018). *Propuesta para mejorar los tiempos de respuesta en la atención de averías en el AyA, sede de Puriscal, en el primer semestre del año 2018*. [Trabajo de grado, Bachillerato en Ingeniería Industrial]. Universidad Hispanoamericana.

Garza Ríos, R., González Sánchez, C., Rodríguez González, E., Hernández Asco, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, (22), 19-35.

Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y producción*. (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana. <http://ebooks7-24.com.uh.remotexs.xyz/stage.aspx?il=&pg=&ed=>

Hevia, H. & Aziz, C. (2019). *Formulación y ejemplos de indicadores*. Líderes Educativos. <http://redlab.lidereseducativos.cl/wp-content/uploads/2019/06/Formulación-y-ejemplos-de-indicadores.pdf>

León, R. & Ferreiro, O. (2020). *Ciclo DMAIC: Medir y Analizar*. Gestión de operaciones. Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/ciclo-dmaic-medir-y-analizar/>

López, S. (2016). Pruebas de coagulación. *Acta pediátrica de México* 37(4), 241-245.

Lucidchart. (2020). *¿Qué es un diagrama de carriles?*. Tomado de:  
<https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-carriles>

Maranto Rivera, M. & González Fernández, M. (2015). *Fuentes de información*.  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>

Mata Azofeifa, E. (2021). *Mejora de la productividad en el área de compras en la ferretería Kairos en Birrí Centro, Santa Bárbara de Heredia en el año 2021*. [Trabajo de grado, Bachillerato en Ingeniería Industrial]. Universidad Hispanoamericana.

Montes Flores, N. (2014). *Criterios para determinar capacidad de producción en empresas de transformación de Pymes*. [Trabajo de grado, Ingeniería Química]. Universidad Autónoma de México.

Murillo Fernández, M & Leandro Sandí, A. (2021). *Guía 01: Justificación del tema de requisito de graduación*. Versión 03. Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Hispanoamericana.

Pérez, A. (25 de abril 2021). *¿Qué es un Diagrama de Gantt y para qué sirve?*. *OBS Business School*. <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>

Rivera Duque, W. (2019). *Análisis e implementación del sistema ABC en el inventario agrícola de una planta de producción de alcohol*. [Especialización en gerencia logística integral]. Universidad de Santiago de Cali.

Rodríguez, J. (2019). *¿Porqué es importante un plan de control?*. SPC Consulting Group. <https://spcgroup.com.mx/porque-es-importante-el-plan-de-control/>

Saglimbeni Jarrín, E. (2015). *Aplicación de la metodología DMAIC (Six Sigma) para la reducción de reproceso de información estadística de control nutricional*. [Trabajo de grado, Magíster en gestión de la productividad y calidad]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Zuluaga, C. A. C., Gallego, M. C. V., & Urrego, J. A. C. (2017). Clasificación ABC multicriterio: Tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *ITECKNE: Innovación e Investigación en Ingeniería*, 8(2), 163-170.

# **GLOSARIO**

**Ácido fólico:** es un tipo de vitamina B, utilizado por el cuerpo para producir células, entre ellas los glóbulos rojos.

**Anemia:** es la disminución del número de glóbulos rojos o de la cantidad de hemoglobina en sangre.

**Anticoagulante lúpico:** son autoanticuerpos producidos por el sistema inmunitario del cuerpo humano que atacan la membrana celular de algunas células que pueden ocasionar la formación de coágulos sanguíneos.

**Anticoagulante:** consisten en una serie de medicamentos ya sean orales o inyectables que evitan la formación de coágulos sanguíneos.

**Coagulación:** es el proceso utilizado por el cuerpo para evitar sangrados mediante el cual la sangre pierde su liquidez y forma microcoágulos que sanan las heridas.

**Dímero D:** son restos de proteínas que se forman cuando se diluye un coágulo en la sangre.

**Electroforesis:** es una técnica de biología molecular utilizada para separar las proteínas que forman los ácidos nucleicos, ya sea ADN o ARN, para analizar su composición según su patrón de movimiento en un campo eléctrico.

**Expediente Digital Único en Salud:** es el expediente digital de los pacientes que asisten a la CCSS que contiene todos sus datos demográficos e información sobre pruebas que se les realizan y su estado general de salud.

**Factores de coagulación:** conjunto de proteínas que se encuentran en sangre que ayudan a formar el coágulo que permite la sanación de heridas.

**Ferritina:** proteína que se encuentra en la sangre que almacena hierro para que el cuerpo lo utilice cuando lo necesita.

**Fibrinógeno:** proteína que se encuentra en la sangre que participa del proceso de coagulación y permite parar sangrados.

**Glóbulos blancos:** células del sistema inmune que se encuentran en la sangre y ayudan a combatir agentes extraños y enfermedades.

**Glóbulos rojos:** células sanguíneas que se encargan de transportar el oxígeno de la sangre a los tejidos donde se necesite.

**Hematología:** ciencia que se encarga de estudiar las células que componen la sangre del cuerpo humano y de las proteínas que participan del proceso de coagulación.

**Hemofilia:** trastorno hematológico en el cual no se lleva a cabo correctamente el proceso de coagulación debido a la falta de factores o a la presencia de inhibidores, desencadenando en hemorragias.

**Hemoglobina:** es una proteína que se encuentra en los glóbulos rojos que se encarga de transportar el oxígeno a los tejidos donde se necesite.

**Hemograma:** consiste en una prueba de laboratorio en la cual se analizan las células que componen el tejido sanguíneo como lo son los leucocitos, eritrocitos y plaquetas. Evalúa la cantidad de estas células y su morfología.

**Hierro sérico:** es la cantidad de hierro que se encuentra en sangre y es utilizado por el cuerpo para la producción de glóbulos rojos.

**Inhibidor de la coagulación:** pueden ser autoanticuerpos o sustancias secretadas por el cuerpo que inhiben el proceso de la coagulación ocasionando sangrados prolongados.

**Leucemia:** es un tipo de cáncer que afecta los tejidos que componen la sangre así como la médula ósea y el sistema linfático.

**Linfoma:** es un tipo de cáncer que afecta los tejidos del sistema linfático.

**Líquido cefalorraquídeo:** es un líquido que se encuentra en el cerebro y médula espinal y su función es la de lubricar estos tejidos. Algunas células cancerosas pueden infiltrarse en este líquido, por lo que es muy utilizado en análisis de laboratorio para determinar si hay metástasis de ciertos tipos de cáncer como leucemias y linfomas en sistema nervioso central.

**Plaquetas:** son restos de células sanguíneas que se encargan de ayudar en el proceso de coagulación para cerrar heridas y parar sangrados.

**Sistema Labcore:** software informático utilizado para la gestión de laboratorio que permite ingresar datos de los pacientes, pruebas de laboratorio y guarda datos estadísticos. Se entrelaza con los equipos automatizados para que estos envíen los resultados obtenidos automáticamente al sistema y una vez validados por un profesional envía estos datos al EDUS.

**Tiempo de tromboplastina parcial (TTP):** prueba de laboratorio que mide cuanto tiempo tarde en formarse un coágulo en una muestra de sangre, ayuda

a evaluar la función de ciertos factores de la coagulación como lo son los factores I, II, V, VII y X (López, 2016).

**Tiempo protrombina (TP):** prueba de laboratorio que mide cuanto tiempo tarde en formarse un coágulo en una muestra de sangre, ayuda a evaluar la función de ciertos factores de la coagulación, entre ellos, el I, II, V, IX, X, XI y XII (López, 2016).

**Velocidad de Eritrosedimentación:** es una prueba que mide que tanto se asientan los glóbulos rojos en un tubo de ensayo en un tiempo de 1 hora. Sirve para el diagnóstico de inflamaciones, infecciones y malignidades.

**Vitamina B12:** es una vitamina de tipo B que es utilizada por el organismo para la síntesis de proteínas, la formación de glóbulos rojos y mantener en correcto funcionamiento el sistema nervioso central.

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Funciones de cada puesto de trabajo del LHE.

<b>Funcionario</b>	<b>Funciones</b>
<p style="text-align: center;"><b>Microbiólogo categoría 3 especialista en hematología: Jefatura.</b></p>	<p>a) Planificación y programación de los procesos y actividades del servicio.</p> <p>b) Recargo de funciones administrativas.</p> <p>c) Elaboración del presupuesto anual ordinario y revisión del cumplimiento del Control Interno.</p> <p>d) Atención de las interconsultas de los médicos sobre el estudio y reporte de las medulas óseas y los líquidos cefalorraquídeos infiltrados.</p> <p>e) Reporte y seguimiento de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos del servicio.</p> <p>f) Encargado de la inducción y capacitación de Microbiólogos y Diplomados.</p> <p>g) Actualización del conocimiento hematológico y la aplicación de las metodologías y pruebas de punta que permitan mejorar el diagnóstico, seguimiento y recuperación de los pacientes.</p> <p>h) Encargado de la docencia de los estudiantes de internado de microbiología y medicina.</p> <p>i) Ayuda en caso de ser necesario al MQC2 y a los diplomados de los diferentes puestos en sus funciones</p>

<p><b>Microbiólogo categoría 2: puesto de validación y láminas.</b></p>	<p>a) Encargado de la Gestión de la calidad del Laboratorio de Hematología Especializada.</p> <p>b) Análisis y revisión de los frotis sanguíneos de los pacientes hematooncológicos.</p> <p>c) Reporte de los resultados preliminares de los hemogramas (resultados del equipo) de los pacientes hospitalizados.</p> <p>d) Análisis y revisión de las pruebas de coagulación: pruebas de tamizaje, pruebas de trombofilia, anticoagulante lúpico e inhibidores específicos e inespecíficos de la coagulación.</p> <p>e) Análisis y revisión de los resultados de las Pruebas de Bioquímica Hematológica.</p> <p>f) Atención de las interconsultas de los médicos sobre el estudio y reporte de las medulas óseas y los líquidos cefalorraquídeos infiltrados.</p> <p>g) Actualización del conocimiento hematológico y la aplicación de las metodologías y pruebas de punta que permitan mejorar el diagnóstico, seguimiento y recuperación de los pacientes</p> <p>h) Encargado de la docencia de los estudiantes de internado de microbiología y medicina.</p>
<p><b>Diplomado Encargado de la Sección de Pruebas Especiales.</b></p>	<p>a) Responsable del montaje, reporte y control de calidad de las siguientes pruebas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ferritina</li> <li>2) Vitamina B 12</li> <li>3) Ácido Fólico</li> </ol> <p>b) De 6 a.m. a 7: 30 a.m. brinda colaboración al técnico del puesto de apoyo y a uno de los microscopistas en el sangrado de pacientes de hospital, los días lunes, miércoles y viernes.</p> <p>c) Debe llevar actualizados los inventarios de reactivos, con sus respectivas entradas y salidas y la administración y almacenaje de</p>

	<p>los mismos de acuerdo a sus fechas de vencimiento.</p> <p>d) Debe mantener y actualizar los registros de los Controles de calidad de las pruebas realizadas en Bioquímica Hematológicas.</p> <p>e) Es responsable de monitorear diariamente el resultado y comportamiento de los controles y ante cualquier anomalía avisar de inmediato al MQC encargado.</p> <p>f) Cuando sea necesario, el Microbiólogo encargado coordinará con el diplomado de este puesto para cubrir el puesto de microscopía en el puesto de apoyo.</p>
<p><b>Diplomado Microscopista 1</b></p>	<p>a) Apoya la toma de muestras, de acuerdo con la necesidad, sea pacientes hospitalizados o en la Consulta Externa, de 6 am a 7: 30 am.</p> <p>b) Encargado de observación microscópica de frotis sanguíneos de lunes a viernes, a partir de las 7 am a 3pm.</p> <p>c) Deberá estar capacitado para el manejo del contador hematológico automatizado que se encuentre en el laboratorio y la realización de los frotis sanguíneos.</p> <p>d) Ayuda a compaginar, teñir y reportar las urgentes prioridades 1 que estén listos para observar. Las láminas se repartirán en dos o tres grupos de acuerdo con la disponibilidad de un tercer microscopista, de una forma equitativa en cuanto a diagnóstico y complejidad de los resultados de la tira.</p>

	<p>e) Ayuda a teñir los frotis sanguíneos, hechos por el encargado del contador hematológico, con el teñidor automatizado o tinción de Giemsa, y de compaginar los resultados que da el equipo con las solicitudes médicas.</p> <p>f) Realizará la revisión y reporte del frotis sanguíneo, tomando en cuenta el recuento diferencial, la morfología de los glóbulos rojos y la revisión de las plaquetas.</p> <p>g) Le corresponde revisar y reportar los frotis sanguíneos de los pacientes atendidos diariamente en el laboratorio, tanto de consulta externa como de hospital en Labcore.</p> <p>h) Deberá realizar rotación en los puestos de pruebas especiales y coagulación, de manera que sean capaces de sustituir esos puestos de acuerdo con las necesidades del servicio. Rotará cada cuatro meses entre los puestos de Microscopía 2 y el de Coagulación.</p>
<p><b>Técnico 1 en Tecnologías de Salud</b></p>	<p>a) Encargado de la toma de muestras sanguíneas de los pacientes de consulta externa y de algunos de los pacientes hospitalizados, en el cubículo que se tiene diseñado para tal fin, durante todo su turno de trabajo.</p> <p>b) Recepción de muestras de otros centros y de hospital, que son transportadas por mensajeros, a partir de las 10 am.</p> <p>c) Encargado de llenar solicitudes de sangre para el banco de sangre e igual buscar el tubo correspondiente entre los hemogramas para dicho fin.</p>

<p><b>Diplomado Puesto de Apoyo</b></p>	<p>a) De 6 a.m. a 7: 30 a.m. será responsable, junto al técnico de pruebas especiales y de microscopía, de sangrar los pacientes de hospital, los lunes, miércoles y viernes. Se dividirán los pacientes por hombres y mujeres y semanalmente se alternarán.</p> <p>b) Posterior a la venida de piso, dará apoyo a la toma de muestras de consulta externa hasta las 9 am, en el cubículo de toma de muestras, ubicado en la consulta externa. Los días martes y jueves dará apoyo en la toma de los pacientes de consulta externa de 6 am a 9 am.</p> <p>c) A las 9:20 a.m. colaborará con los microscopistas 1 y 2 en la tinción de los frotis sanguíneos y la compaginación de las solicitudes con las tiras de resultados que imprime el equipo y posteriormente se incorporará a la revisión y reporte de los frotis sanguíneos de la Consulta Externa.</p> <p>d) Procesamiento de los líquidos cefalorraquídeos (LCR).</p>
<p><b>Técnico 2 en Tecnologías de Salud</b></p>	<p>a) Responsable de procesar las muestras por el equipo automatizado de hematología y hacer los frotis sanguíneos correspondientes y ponerlos a teñir.</p> <p>b) Encargado de la calibración, procesamiento de muestras y controles (internos y externos) del contador hematológico automatizado.</p> <p>c) Está a cargo de montar con carácter de urgencia las muestras de los pacientes de Oncología que van para quimioterapia y dejar los preliminares en el cajón que hay en la entrada externa del Servicio de Hematología, en un máximo de 20 minutos.</p> <p>d) Montaje y procesamiento de las Velocidades de Eritrosedimentación.</p> <p>e) Debe llevar actualizados los inventarios de reactivos, con sus respectivas entradas y salidas y la administración y almacenaje de estos de acuerdo con sus fechas de vencimiento.</p>

<p><b>Diplomado del Puesto de Coagulación</b></p>	<p>a) Deberá tener conocimiento básico y experiencia en el área de la coagulación, tomando en cuenta que el Servicio de Hematología fue denominado por la Gerencia Médica de la CCSS, como un Centro Integral de la Atención, Seguimiento y Educación de los pacientes Hemofílicos y con Trastornos afines.</p> <p>b) Encargado de la calibración, procesamiento de muestras y controles (internos y externos) de las pruebas de coagulación y reporte de los resultados.</p> <p>c) Encargado de los mantenimientos preventivos y algunos correctivos del equipo de coagulación.</p> <p>d) Deber llevar actualizados los inventarios de reactivos, con sus respectivas entradas y salidas y la administración y almacenaje de estos de acuerdo con sus fechas de vencimiento.</p> <p>e) Deberá mantener y actualizar los registros de los Controles de calidad internos y externos. Además, deberá realizar el reporte del control de calidad externo de acuerdo con el protocolo establecido por el proveedor de este.</p> <p>f) Se encarga de procesar todas las muestras de coagulación del LHE.</p> <p>g) Los lunes, miércoles y viernes se encarga de procesar las muestras de los pacientes anticoagulados del Servicio de Cardiología.</p>
<p><b>Diplomado Microscopista 2</b></p>	<p>a) Apoyará la toma de muestras, de acuerdo con la necesidad, sea pacientes hospitalizados o en la Consulta Externa, de 6 am a 7: 30 am.</p> <p>b) Encargado de observación microscópica de lunes a viernes, a partir de las 7:30am.</p> <p>c) Deberá estar capacitado para el manejo del contador hematológico automatizado que se encuentre en el laboratorio y la realización de los frotis sanguíneos.</p>

	<p>d) El microscopista 2 dará apoyo para las actividades de compaginar, teñir y reportar hemogramas. Las láminas se repartirán en dos o tres grupos de acuerdo con la disponibilidad de un tercer microscopista, de una forma equitativa en cuanto a diagnóstico y complejidad de los resultados de la tira.</p> <p>e) Dará apoyo en la tinción de los frotis sanguíneos, hechos por el encargado del contador hematológico, con tinción de Wright y de compaginar los resultados que da el equipo con las solicitudes médicas.</p> <p>f) Realizará la revisión y reporte del frotis sanguíneo, tomando en cuenta el recuento diferencial, la morfología de los glóbulos rojos y la revisión de las plaquetas. Todo esto de acuerdo con el protocolo que se tiene para la observación de los frotis sanguíneos, ya que en su mayoría corresponden a pacientes con enfermedades oncohematológicas, tanto para diagnóstico como de monitoreo.</p> <p>g) Le corresponderá revisar y reportar los frotis sanguíneos de los pacientes atendidos diariamente en el laboratorio, tanto de consulta externa como de hospital.</p> <p>h) Deberá realizar rotación en los puestos de pruebas especiales y coagulación, de manera que sean capaces de sustituir esos puestos de acuerdo con las necesidades del servicio. Rotará cada cuatro meses entre los puestos de Microscopia 2 y el de Hemostasia y Trombosis</p>
<p><b>Asistente Técnico en Tecnologías en Salud 1</b></p>	<p>a) Recolección y descarte de material contaminado, tanto del laboratorio como de los consultorios médicos y distribución de material limpio de laboratorio para el trabajo diario, en los diferentes puestos de trabajo.</p> <p>b) Lavado diario de las láminas de las cajas del área de microscopia, de manera que se conserven las láminas de la semana anterior. Por ejemplo, el día lunes se descartan las láminas del viernes anterior, el martes las de lunes anterior y así sucesivamente.</p>

	<p>c) Digitación de los datos demográficos y programación de los exámenes de los pacientes de la consulta externa, en el cubículo de toma de muestras.</p> <p>d) Apoyo para los pacientes que vienen en silla de ruedas o con grados de minusvalía, para que se puedan movilizar en el cubículo de toma de muestras y durante su salida.</p> <p>e) De 9: 30 am a 10 am atiende la llamada del timbre del cubículo de toma de muestras.</p> <p>f) A partir de las 10 am realiza el lavado de material del laboratorio y recolección de pedidos en el Departamento de Proveeduría.</p> <p>g) Transporte de insumos, reactivos y materiales de Proveeduría al Laboratorio de Hematología Especializada.</p> <p>h) Distribución y acomodo del nuevo material en la bodega y anotación de las entradas y salidas en los inventarios de los productos almacenables.</p> <p>i) Apoyo en recepción de muestras de otros centros cuando no se encuentra el ATTS2.</p> <p>j) Dar apoyo en la digitación y programación de los pacientes hospitalizados.</p> <p>k) Los días lunes y viernes apoyará la Atención del timbre del cubículo de 12 md a 3 pm.</p>
<p><b>Asistente Técnico en Tecnologías en Salud 2</b></p>	<p>a) Limpieza y desinfección de las áreas y mesas de trabajo del Laboratorio.</p> <p>b) Transporte de muestras del cubículo de toma de muestras al laboratorio.</p> <p>c) Apoyo en la confección de comprobantes de pasajes y de asistencia a los pacientes atendidos en el cubículo de toma de muestras.</p>

	<p>d) Recoger muestras de trasplante de medula ósea y traerlas al LHE</p> <p>e) Inducción y apoyo a los internos de medicina que rotan por el servicio de Hematología en lo relacionado a la etapa preanalítica de toma de muestra y su transporte: tipo de tubo que se utiliza para la toma de muestras, calidad de las muestras, pegado de los códigos de barras tanto en los tubos como en las solicitudes, horas de recepción, inducción sobre llenado y actualización de pizarra de los pacientes internados que deben realizar los internos, llenado de las solicitudes en cuanto a datos del paciente, pruebas, sello del servicio, firma del médico y diagnóstico, observación en la solicitud en caso de ser un paciente de vía central, días en que los técnicos van a hospital y de cuando los internos de medicina deben dejar las solicitudes para que puedan ser digitadas con antelación.</p> <p>f) Transporte de muestras del cubículo de toma de muestras al laboratorio.</p> <p>g) Transporte de muestras del Laboratorio de Hematología Especializada al Laboratorio Clínico y viceversa y a los otros Laboratorios Especializados.</p> <p>h) Transporte de las muestras de citometría de flujo y de Biología Molecular o de otros centros. Debe llevarlas al laboratorio clínico y dárselas al asistente encargado de acompañar al chofer de ambulancias, ubicado en el área de pilas.</p> <p>i) Apoyo en la recepción y programación de muestras de otros centros y hospital. También se requiere este apoyo cuando no se encuentre ATTS1.</p> <p>j) Función de mensajería de documentos a los diferentes Servicios y Departamentos del Hospital.</p> <p>k) Apoyo en el Transporte de insumos, reactivos y materiales de Proveeduría al Laboratorio de Hematología Especializada. Llevar receta a la farmacia y transportar el pedido de ampollas de agua y de alcohol</p>
--	---

	<p>de 70° y de 95° de la Farmacia al Laboratorio de Hematología Especializada.</p> <p>l) Transporte de hielo a la sección de Biología Molecular cuando se requiera.</p> <p>m) El día anterior a la toma de muestras, digitalará los demográficos en el sistema de información del contador hematológico e imprimirá los códigos de barras, incluyendo las solicitudes de los pacientes de vía central. En caso de que no se presente este asistente, el otro asistente deberá asumir esta tarea.</p> <p>n) Cuando la Subdirección del Laboratorio Clínico lo requiera, le corresponde ir a otros centros con el chofer de la ambulancia para dejar muestras en otros centros.</p>
<b>Oficinista</b>	<p>a) Digitalar y enviar solicitud de tiempo extraordinario.</p> <p>b) Realizar trámites vacaciones e incapacidades.</p> <p>c) Digitalar pedidos de proveeduría y de aseo.</p> <p>d) Digitalar y enviar cartas o correspondencia a otros servicios.</p> <p>e) Digitalar información referente al plan anual operativo y presupuesto.</p> <p>f) Digitalar información referente al control interno.</p> <p>g) Digitalar información correspondiente a los inventarios mensuales.</p> <p>h) Digitalar información correspondiente a las compras anuales</p> <p>i) Digitalar información referente a la evaluación del desempeño.</p> <p>j) Digitalar solicitud y enviar citometrías de flujo y exámenes de biología molecular al Hospital Nacional de Niños.</p>

	<p>k) Digitar listas de exámenes para enviar al archivo.</p> <p>l) Guardar exámenes correspondientes al servicio de hematología en el archivo.</p> <p>m) Buscar y entregar exámenes con base a listas de pacientes con cita el día siguiente. Tanto para la consulta Externa como para la Consulta vespertina.</p> <p>n) Buscar y entregar exámenes con base a listas de pacientes con cita el mismo día (prioridad 1, 2 y vespertina).</p> <p>o) Archivar documentos de correspondencia recibida y enviada.</p> <p>p) Estar pendiente de compras que se realizan por caja chica.</p> <p>q) Realizar y digitar roles de vacaciones ordinarias y profilácticas del personal de laboratorio.</p> <p>r) Contestar teléfono durante todo el día.</p> <p>s) Enviar muestras de sangre o plasma a otros centros hospitalarios.</p> <p>t) Durante el día estar pendiente de entregar exámenes de pacientes que acuden al servicio y que se toman y tramitan el mismo día de la cita, de otros servicios y de otros centros hospitalarios.</p>
--	--

**Anexo 2.** Proyección mediante regresión lineal simple del aumento de la demanda de pruebas del LHE con ecuación lineal y R<sup>2</sup> incluidos.

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	Aumento en producción en el		
Prueba	2017	2018	2019	2020	Proyección 2021	Proyección 2022	Proyección 2023	ECUACION	R <sup>2</sup>	año 2023 respecto al 2017 (%)
Vitamina B12	3419	3407	4163	4205	4577	4888	5200	311,4X+3020	0,8143	52,09
Ácido Fólico	2007	2174	2947	3175	3645	4073	4500	427,7X+1506,5	0,9316	124,24
Anticoagulante Lúpico	2961	2790	4632	4884	5720	6481	7242	761,1X+1914	0,8067	144,57
Hierro Sérico	987	1654	1875	2298	2742	3157	3573	415,4X+665	0,9601	261,99
LCR	300	366	585	619	762	879	997	117,6X+173,5	0,9205	232,23
Dímero D	2800	2896	3435	3839	4157	4522	4888	365,6X+2328,5	0,943	74,56
Factor II	80	111	124	127	149	164	180	15,4X+72	0,8562	124,75
Factor V	236	245	360	360	422	471	519	48,7X+178,5	0,8281	120,08
Factor IX	318	334	548	532	647	733	818	85,6X+219	0,7956	157,30
Factor VII	170	402	510	520	690	806	922	115,8X+111	0,8444	442,12
Factor VIII	452	1589	2102	2240	3065	3653	4240	587,7X+126,5	0,8724	838,14
Factor X	100	125	292	312	408	488	569	80,3X+6,5	0,8852	468,60
Factor XI	58	226	252	418	515	626	736	110,6X-38	0,9389	1169,31
Factor XII	54	160	175	340	401	488	575	87,3X-36	0,9099	965,00
Factor XIII	12	15	27	47	55	66	78	11,7X-4	0,9045	549,17
Factor von Willebrand	332	681	1088	1135	1513	1795	2076	281,6X+105	0,9263	525,36
Ferritina	2685	2792	3721	8480	8998	10829	12661	1831,4X-159	0,741	371,54
Fibrinógeno	3351	7717	11181	11343	15258	18002	20746	2744X+1538	0,8889	519,10
Electroforesis de Hemoglobina	761	1124	1112	1223	1399	1536	1673	137,4X+711,5	0,7695	119,88
Hemograma	17947	19547	21234	24378	26022	28120	30218	2098X+15532	0,9696	68,37
Inhibidor Factor 8	136	156	174	182	201	217	232	15,6X+123	0,9688	70,74
Inhibidor Factor 9	41	89	110	144	179	212	245	33X+13,5	0,9769	496,34
Trombofilia	3731	3686	5008	5276	5915	6510	7106	595,7X+2936	0,8482	90,46
Anticoagulantes (medicamentos)	607	757	937	1095	1260	1424	1589	164,4X+438	0,9989	161,75
Confirmación Lúpico	664	618	936	1036	1172	1315	1459	143,4X+455	0,822	119,70
Coagulación rutina (TP y TTP)	12188	29359	34464	36405	47543	55319	63094	7775,6X+8665	0,8299	417,67
VES	1722	2899	3548	4203	5116	5925	6734	809,2X+1070	0,9755	291,08
<b>TOTAL</b>	<b>58119</b>	<b>85919</b>	<b>105540</b>	<b>118816</b>	<b>142527</b>	<b>162698</b>	<b>182869</b>			

Origen	2017	2018	2019	2020	Proyección 2021	Proyección 2022	Proyección 2023	ECUACION	R <sup>2</sup>	Aumento producción 2023 respecto al 2017 (%)
Hospital	9299	23198	25330	29704	37719	44054	50388	6334,6X+6046,1	0,8606	441,87
Consulta externa	34290	42960	59102	67725	80132	91777	103422	11645X+21907	0,9837	201,61
Otros centros	14530	19761	21108	21387	24676	26867	29059	2191,7X+13717	0,7863	99,99

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 3.** Encuesta realizada a los 12 colaboradores del LHE sobre los métodos y condiciones de trabajo en los que laboran.

### **Encuesta del Laboratorio de Hematología Especializada**

Esta encuesta tiene la finalidad de identificar las distintas variables que causan tiempos prolongados en la entrega de resultados de exámenes del Laboratorio de Hematología Especializada. Todos los datos son confidenciales y de uso exclusivo para dicho fin. Marque con una X en la casilla correspondiente de cada enunciado siendo 1 en total desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

1. Algunos colaboradores del laboratorio tienen que realizar funciones de otros puestos que normalmente no deberían realizar.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Hay desgaste del personal debido al aumento de la demanda de pruebas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Hay poco personal disponible para hacer sustituciones por incapacidad o vacaciones

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Las citas del laboratorio no se asignan uniformemente, por lo que hay días más saturados que otros

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. No hay un protocolo establecido con un encargado de velar que los hemogramas prioridad 1 salgan cuanto antes

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. No hay un encargado de velar que si hay algún funcionario ocioso, este ayude a algún compañero que esté atrasado con su trabajo por tener que realizar funciones de otros puestos

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7. Las decisiones se toman basados en criterios personales y no siguiendo indicadores estadísticos previamente establecidos

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. No se lleva un control de la productividad del laboratorio para llevar a cabo prácticas de mejora continua

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

9. No se llevan registros de estadísticas de todos los procesos del laboratorio

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

10. No hay suficientes computadoras con Labcore tanto para digitar las muestras como para ingresar los resultados de los hemogramas

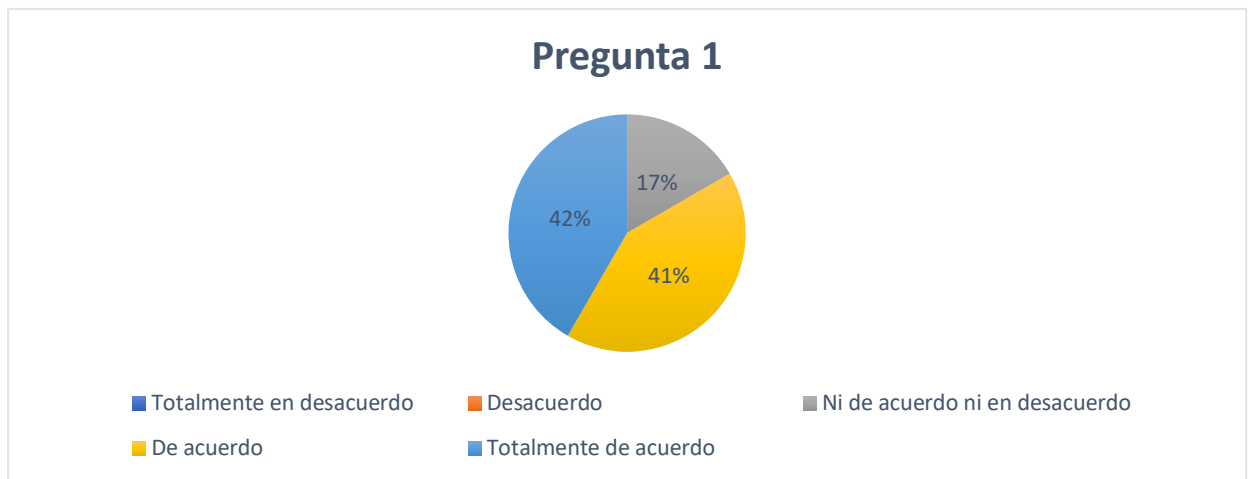
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

11. No todos los microscopistas y el MQC2 tienen contador electrónico para enviar sus resultados de los hemogramas directo al Labcore

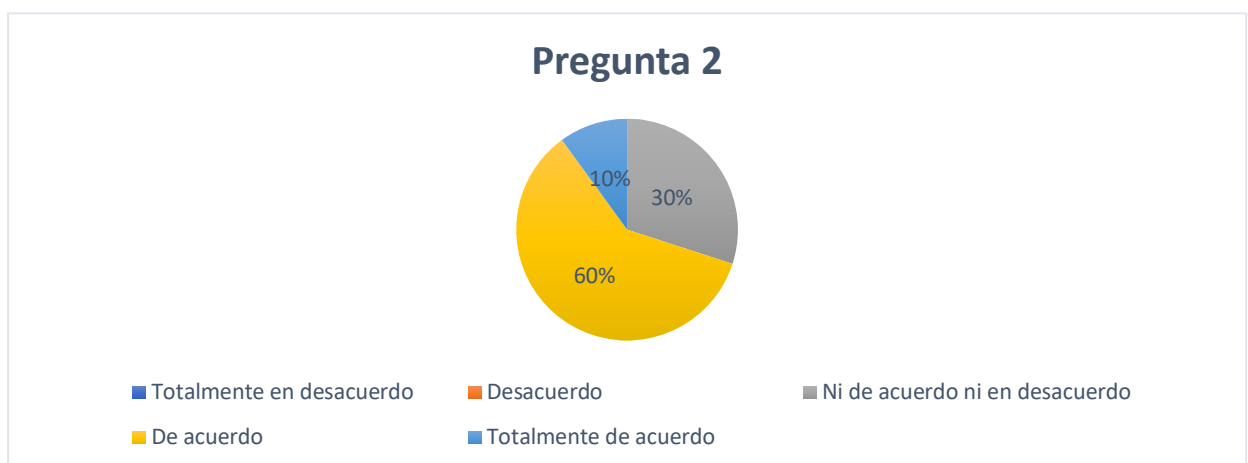
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

12. Si se va la luz o surge un problema con la interface del Labcore se paraliza el reporte de resultados

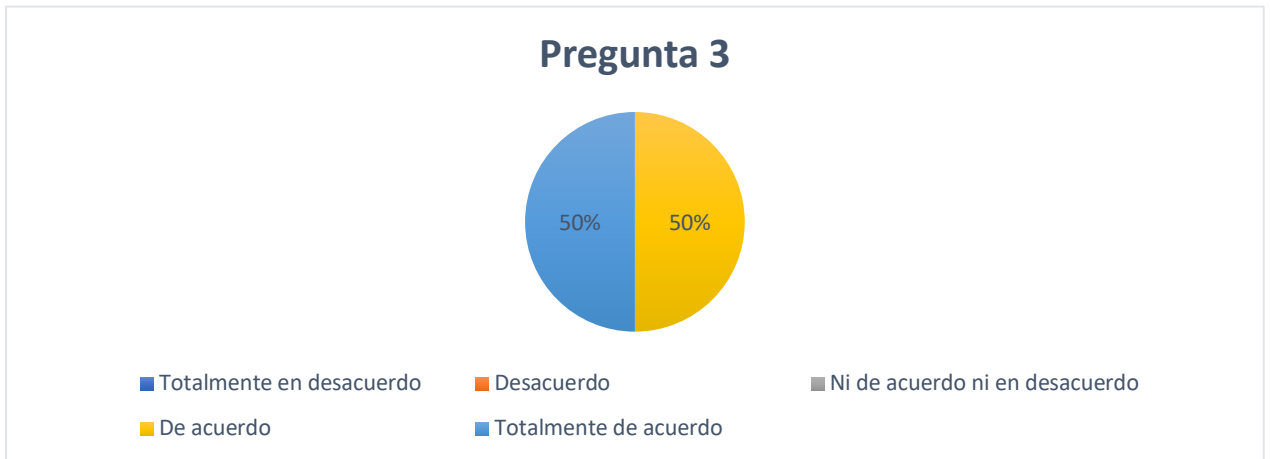
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

**Anexo 4.** Resultados de la encuesta aplicada en el Anexo 3.**Figura 28.** Respuestas de la Pregunta 1.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29.** Respuestas de la Pregunta 2.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 30.** Respuestas de la Pregunta 3.

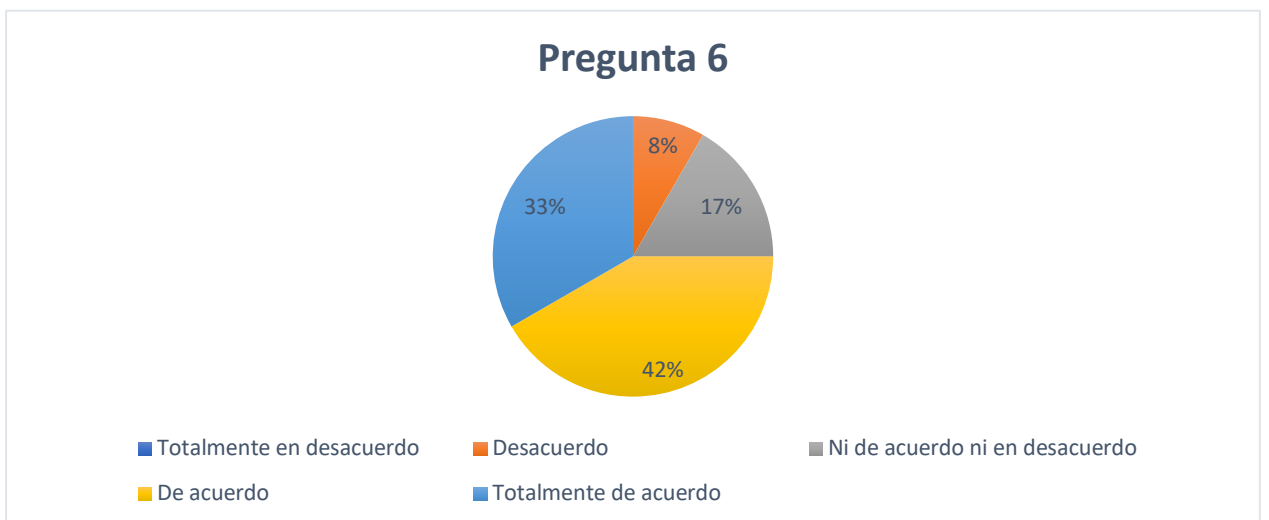
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 31.** Respuestas de la Pregunta 4.

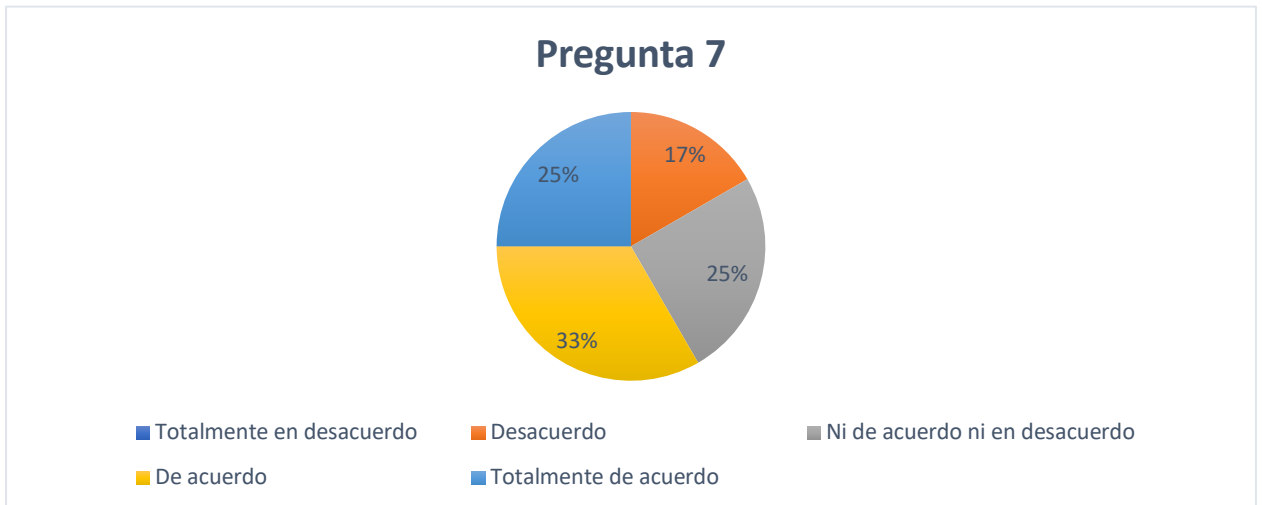
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 32.** Respuestas de la Pregunta 5.

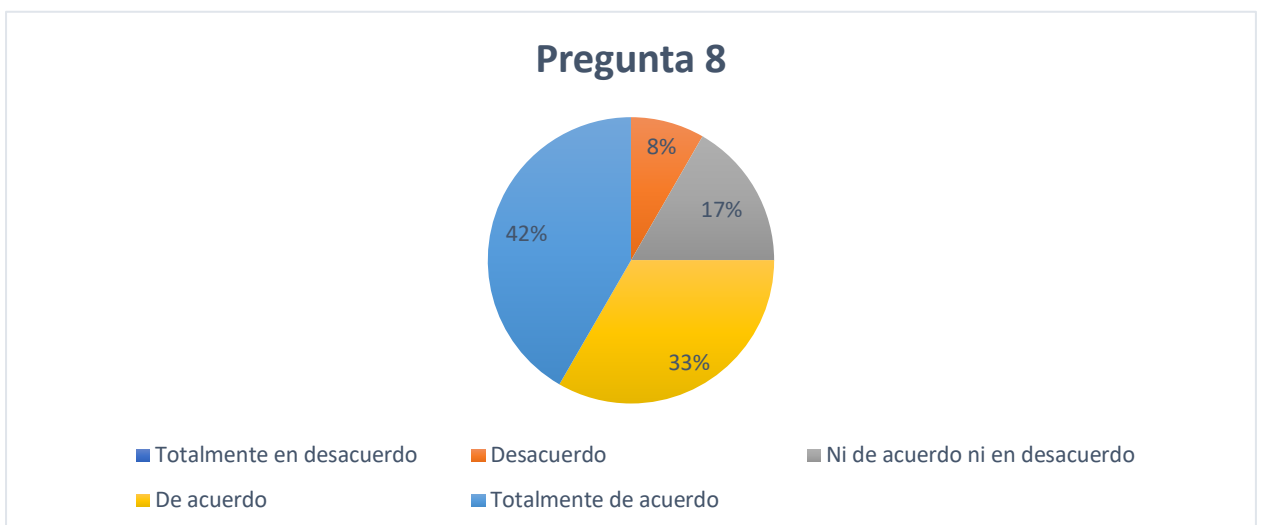
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 33.** Respuestas de la Pregunta 6.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34.** Respuestas de la Pregunta 7.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35.** Respuestas de la Pregunta 8.

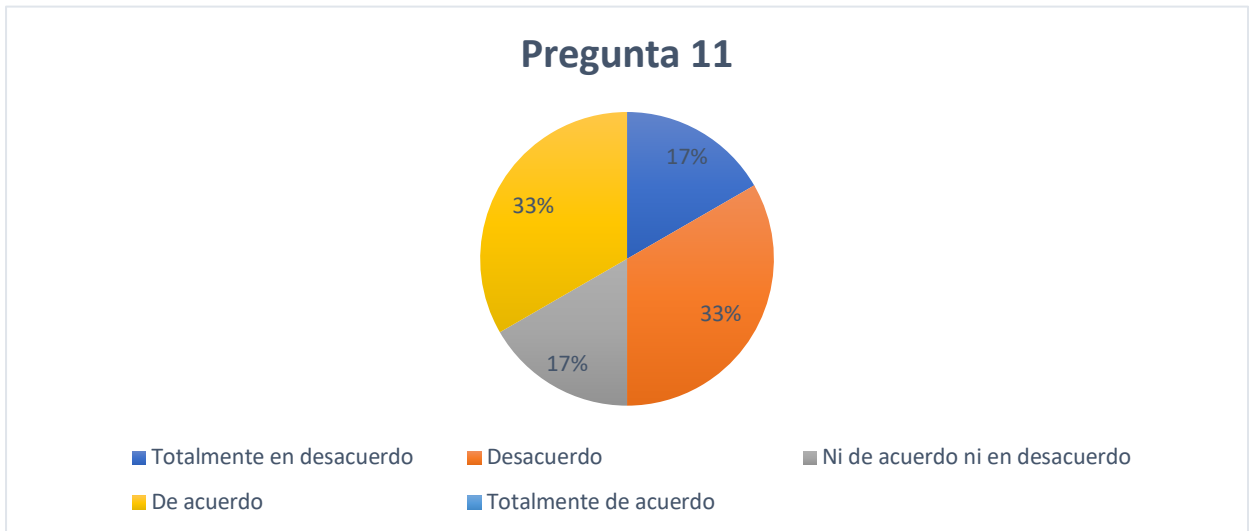
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 36.** Respuestas de la Pregunta 9.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 37.** Respuestas de la Pregunta 10.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 38.** Respuestas de la Pregunta 11.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 39.** Respuestas de la Pregunta 12.

Fuente: Elaboración propia.