

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **SIMULACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS DE LABORATORIO CLÍNICO EN BASE A LA NORMA ISO 15189**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Alexia Valery Bazan Rodriguez**

**Código 20173085**

**Gabriela Noeli Tapia Alfaro**

**Código 20173934**

**Asesor**

**José Antonio Taquía Gutiérrez**

Lima – Perú

Junio de 2024



**Propuesta**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

**Título**

Simulation of Clinical Laboratory Process Improvement Based on ISO 15189 Standard

**Autor(es)**

Alexia Valery Bazán Rodríguez  
20173085@aloe.ulima.edu.pe  
Gabriela Noeli Tapia Alfaro  
20173934@aloe.ulima.edu.pe  
Universidad de Lima

**Resumen:** El laboratorio de análisis clínicos desempeña un rol crucial en el diagnóstico y prevención de enfermedades; por ello los resultados de los exámenes deben ser emitidos bajo óptimas condiciones de calidad y precisión que permitan respaldar decisiones médicas seguras. Acreditaciones como la ISO 15189 son instrumentos que permiten a los laboratorios asegurar, mediante sus criterios y características, resultados que se encuentren bajo los estándares de calidad, aseguren su trazabilidad y posean alta confiabilidad; además, el análisis y la aplicación de esta Norma contribuyen a la mejora continua y la optimización de los recursos en los laboratorios clínicos, lo que genera una mayor productividad en el proceso. En la presente investigación se diseñó un modelo de simulación de los procesos del servicio de laboratorio en un centro médico a los que se les fueron aplicados las mejoras propuestas considerando criterios de la Norma ISO 15189, la simulación se desarrolló en el software Arena y se obtuvo como resultado la optimización del tiempo en los procesos, en particular se disminuyó en un 34.53% el tiempo promedio de permanencia de un paciente dentro de las instalaciones del laboratorio, lo que generó el incremento de capacidad de realizar tomas de muestra diarias de perfil lipídico y hemograma completo, los dos exámenes con mayor demanda en el laboratorio estudiado, pasando de 10 a 14. Asimismo, la mejora en la eficiencia del laboratorio se encuentra relacionado directamente con el aumento de los ingresos mensuales en un 29% por ambos exámenes. Con ello se demuestra que la implementación de la Norma ISO 15189 puede generar impactos positivos que no solo se traducen en la calidad del servicio sino además en la rentabilidad de los laboratorios.

**Palabras Clave:** Laboratorio clínico, ISO 15189, simulación, mejora de procesos, optimización de tiempo, rentabilidad

**Abstract:** The clinical analysis laboratory plays a crucial role in the diagnosis and prevention of diseases, consequently, the results of the examinations must be issued under optimal conditions of quality and precision that allow safe medical decisions to be supported. Accreditations such as ISO 15189 are instruments that allow laboratories to ensure, through their criteria and characteristics, results that meet quality standards, ensure traceability and have high reliability, furthermore, the analysis and application of this Standard contribute to the continuous improvement and optimization of resources in clinical laboratories, which generates greater productivity in the processes. In the present investigation, a simulation model of the laboratory service process in a medical center was designed to which proposed improvements were applied considering evaluated criteria of the ISO 15189 Standard. The simulation of the model was developed in the Arena software, executed the initial system model and the one proposed for comparison, where the optimization of process time was obtained, in particular the patient care capacity in the studied laboratory was increased by 33%, achieving an increase in 12 to 16 clinical analyzes performed per day. Likewise, the improvement in laboratory efficiency is directly related to the 32.3% increase in the medical center's monthly income from the tests performed in its laboratory. This demonstrates that the implementation of the ISO 15189 Standard can generate positive impacts that not only translate into the quality of the service but also the profitability of the laboratories.

**Keywords:** Clinic laboratory, ISO 15189, simulation, process improvement, time optimization

**Línea de investigación IDIC – ULIMA**

Operations Research and Analysis

**Área y Sub-áreas de Investigación:**

Simulación para la mejora o diseño de procesos

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación.**

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El laboratorio de análisis clínicos es un área de apoyo médico y cumple la función de auxiliar de diagnóstico; estos confirman un diagnóstico o brindan información valiosa sobre el estado de los pacientes y las respuestas a los tratamientos (Rodríguez et al., 2019). De acuerdo con Galván-Cervantes et al. (2016), el objetivo de un laboratorio clínico es establecer pronósticos, clasificar enfermedades, realizar seguimientos de estas y, en algunos casos, presentar diagnósticos. Rodríguez (2019) menciona que los exámenes de laboratorio han mejorado a paso acelerado gracias a los avances tecnológicos y esto ha conseguido mejorar la calidad de vida de las personas a través de propuestas de tratamientos innovadores y convenientes. Vega et al. (2015) señala que la calidad es esencial para el manejo de resultados en un laboratorio pues asegura la minimización de errores. Como expresa Ug et al. (2014), la calidad no solo está relacionada a los medios, tecnología, equipos, conocimientos y habilidades, sino que se encuentra ligada principalmente a la aptitud y a la actitud de aquellos encargados de prestar el servicio, conscientes de que lo más importante son las personas a quienes se dirigen los servicios. Figueroa-Montes (2017) señala que cada gestor de laboratorios clínicos ya sea privado o público, debe comprometerse a implementar las regulaciones o normas obligatorias, mediante un sistema de gestión de la calidad que permita consolidar el proceso adecuado para que sus resultados sean positivos y confiables, en beneficio de los médicos y pacientes.

De acuerdo con Marouane et al. (2018), la acreditación ISO 15189 combina las disposiciones del sistema de calidad de la ISO 9001, norma que acredita la calidad de los laboratorios antes de la creación de la ISO 15189, con requisitos de gestión y técnicas propios de un laboratorio, en los que se toma en cuenta el análisis general que incluye las fases preanalíticas, analítica y postanalítica. Schneider et al. (2017) expresa que el objetivo de esta norma es la mejora continua y que el personal conozca exactamente qué hacer, cómo hacerlo y dónde encontrar la información necesaria para realizar su trabajo. Buchta et al. (2018), refieren que las normas ISO 9001 e ISO 15189 han sido establecidas como modelos continuos para los sistemas de calidad más allá de políticas nacionales, para utilizarse de acuerdo con estándares obligatorios. Por otro lado, Tzankov y Tornillo (2017) indican que la acreditación de estas normas, como la ISO 15189, beneficia a los pacientes al asegurar el compromiso de un laboratorio con excelencia diagnóstica al contar con profesionales capacitados y la realización de análisis en condiciones óptimas. Además, Lavado (2019) considera que la acreditación de un laboratorio no solo es provechosa para el que recibe, sino también para los que brindan el servicio, ya que ahorran recursos, estandarizan los procesos de mejora continua y cuentan con personal competente y ambientes e infraestructura acorde a la exigencia de la norma. Según Pradhan (2023), la ISO mencionada promueve el bienestar y la satisfacción de los pacientes y el de todos los usuarios del laboratorio, mediante el aseguramiento de calidad y competencia, los cuales son garantizados a través de sus lineamientos técnicos para la planificación e implementación de acciones para gestionar riesgos y oportunidades de mejora. Asimismo, López et al. (2021) describen la norma ISO 15189 como una serie de requisitos en cuanto a la gestión de muestras clínicas, el aseguramiento de la calidad del proceso y la gestión de la información del laboratorio, siendo la norma más definida para demostrar la competencia técnica de

cada laboratorio, por lo cual se hace indispensable el conocimiento y la comprensión de sus requisitos para su adecuada implementación. Sin embargo, pese a los beneficios de la acreditación ISO 15189, Carboni-Huerta y Sáenz-Flor (2019) revelan que el nivel de adherencia de ésta en los laboratorios de la región presenta una tasa muy baja.

El modelamiento y simulación de pequeños sistemas, tal como refiere Sánchez et al. (2015), ha ganado gran importancia en la toma de decisiones en las pequeñas industrias, pues les permite fundamentar las determinaciones en la producción; además, representa una manera acertada de reconocer los puntos críticos en los procesos. Takavoki (2022) considera que los modelos de simulación utilizados en investigaciones para analizar sistemas de servicios médicos tienen como principales objetivos la optimización del flujo de pacientes y la asignación eficiente de los recursos que se traduce en la mejora en el rendimiento y calidad del servicio. Por otro lado, Lee et al. (2019) expresa que la simulación permite imitar escenarios prácticos para generar recomendaciones razonables en la toma de decisiones y, con ello, implementarlos de forma repetitiva realizando ajustes necesarios para una mejora continua. Batllori (2020) propone que la simulación facilita el aprendizaje a partir de reacciones a situaciones clínicas, sin poner en riesgo a ningún paciente o interfiriendo con el correcto desarrollo de los procesos involucrados. Van Buuren et al. (2016) consideran que una simulación brinda alta flexibilidad respecto a las modificaciones de las premisas del modelo, lo que es valorado por los profesionales debido a su carácter gráfico e informativo, lo que facilita su entendimiento. Según Garza et al. (2016), el uso de simulación permite analizar diferentes escenarios de mejoras y determinar los valores de variables propuestas en el desarrollo de ésta. Usuga et al. (2017) destaca que los estudios de simulación proporcionan valor a las organizaciones y su modelamiento permite la evaluación de distintos escenarios de cambio.

## **OBJETIVOS**

El objetivo de esta investigación consiste en desarrollar un modelo de simulación utilizando el software Arena para visualizar la implementación de mejoras sugeridas en base a criterios establecidos en la Norma ISO 15189 en los procesos de un laboratorio clínico ubicado en la ciudad de Trujillo. Estas mejoras tienen como finalidad elevar la calidad de los resultados obtenidos, al tiempo que optimizan la eficiencia y reducen los tiempos de los procedimientos en el laboratorio. Se espera que estos cambios tengan un impacto positivo y significativo en los ingresos del Centro Médico generados por el laboratorio clínico.

## **JUSTIFICACIÓN**

Los hallazgos obtenidos revelaron una optimización notable del tiempo en los procesos, con un incremento del 33% en la capacidad de atención de pacientes en el laboratorio estudiado. Este aumento se tradujo en un incremento del 32.3% en los ingresos mensuales del centro médico derivados de los exámenes realizados en su laboratorio.

Estos resultados subrayan el impacto positivo de la implementación de la Norma ISO 15189, no solo en la calidad del servicio ofrecido por los laboratorios clínicos, sino también en su rentabilidad económica. Al mejorar la eficiencia y la capacidad de atención, se generan beneficios que fortalecen tanto la calidad del servicio como la sostenibilidad financiera del laboratorio.

Esta investigación demuestra que la implementación de la Norma ISO 15189 en los laboratorios clínicos puede generar impactos positivos, mejorando la calidad del servicio ofrecido y aumentando la rentabilidad económica de los centros médicos. Estos hallazgos muestran la relevancia y el valor de las acreditaciones en calidad en el sector de la salud.

## **HIPÓTESIS (Si aplica)**

No aplica.

## DISEÑO METODOLÓGICO

Se presenta una investigación aplicada, explicativa no experimental, con un enfoque cuantitativo y cualitativo, y alcance exploratorio para diseñar un modelo de simulación de mejora de los procesos que conforman la fase preanalítica, en donde se realiza la toma, recepción y registro de muestras, analítica, y la postanalítica, conformada por el informe y entrega de resultados de los exámenes llevadas a cabo en el laboratorio de análisis clínicos del Centro Médico Pacífico del Norte S.A.C. para la mejora de los procesos del servicio de laboratorio.

Se aplicaron diversas técnicas para evaluar y mejorar los procedimientos del laboratorio. Se llevó a cabo la observación y el registro de tiempos de procesos que conforman la fase preanalítica, analítica y postanalítica, procediendo a identificar y seleccionar los componentes críticos del sistema que posteriormente fueron sometidos a evaluación. Además, se realizó un análisis de la Norma ISO 15189 que sirvió como base para desarrollar mejoras en los procesos incorporando criterios presentes en dicha norma.

Por otro lado, se revisará información sobre métodos, métricas y herramientas de software que se presentan en la BPM (Business Process Management), que permiten analizar, descubrir, rediseñar y mejorar procesos comerciales en una organización, con el propósito de aumentar la agilidad y rendimiento operativo mediante la eliminación de actividades que no aportan valor (Carvalho y Teixeira 2021).

El estudio de investigación se encuentra aplicado en el laboratorio de análisis clínicos del Centro Médico Pacífico del Norte, el cual está ubicado en la ciudad de Trujillo y cuenta con más de doce años de actividad en el rubro. Se tomó una muestra de 136 pacientes para conocer los exámenes con mayor demanda y registrar los tiempos de los procesos del servicio de laboratorio de estos exámenes para, posteriormente, plantear mejoras y realizar la simulación que permita evidenciar las diferencias entre el escenario actual y el propuesto.

### 1.1 Recolección de datos

En el laboratorio se realizan nueve distintos tipos de análisis y, para comparar la cantidad de exámenes por cada tipo y conocer los que generan mayor demanda, se tomó una muestra extraída de una población de 300 pacientes que se realizaron análisis en el laboratorio del centro médico, que es el número aproximado de clientes que se atienden en un mes. Para hallar una muestra representativa de pacientes para la investigación se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N = Población total (300)

Z = seguridad de 95% (1.96)

p = Proporción esperada (20%)

q = 1 - p

d = precisión (5%)

Finalmente, tras realizar el cálculo de la fórmula se obtuvo como resultado a 136 pacientes para considerarse como muestra de la investigación, estos se encuentran distribuidos de acuerdo al análisis clínico que se han realizado en el laboratorio.

Tabla 1. Distribución por tipo de análisis clínico

Tipo de análisis	Cantidad	Porcentaje
Perfil lipídico	27	20%
Colesterol total	15	11%
Triglicéridos	8	6%
Grupo sanguíneo	7	5%
Factor RH	4	3%
Hemograma completo	37	27%
Hemoglobina	18	13%
Glucosa	8	6%
Examen completa de orina	12	9%
Total	136	100%

## 1.2 Resultados y discusión

### 1.3 Resultados numéricos

Se registraron los tiempos en la fase preanalítica, analítica y postanalítica que conforman el servicio de laboratorio completo que fue proporcionado a los 136 pacientes considerados para la muestra de estudio. En la siguiente tabla se encuentran los tiempos mínimos y máximos en minutos de cada proceso en los dos exámenes con mayor demanda en el laboratorio: hemograma completo y perfil lipídico.

Tabla 2. Tiempos mínimos y máximos según fase y proceso de laboratorio

Fase	Proceso	T. mínimo (min)	T. máximo (min)
Fase preanalítica	Recepción de orden médica	0.55	2.19
	Llenado de formulario	6.5	8.16
	Preparación del paciente	1.53	3.21
	Toma de muestra	3.3	7.13
Fase analítica	Recepción de muestra	2	3
	Análisis de muestra	37	60
	Envío de resultados	3	4.5
Fase postanalítica	Llenado de resultados en formato	4.25	5.42
	Verificación de datos del paciente	8.33	11.3
	Incluir en historial médico	4.41	5
	Archivar historial médico	2	3
	Entrega de resultados	4.2	7.22

Además, en el siguiente cuadro se encuentran los ingresos mensuales del centro médico por los análisis realizados a los pacientes de la muestra estudiada, de acuerdo a los precios referenciales del laboratorio.

Tabla 3. Ingresos mensuales por los análisis realizados en el laboratorio con el modelo actual

Tipo de análisis	Costo (\$)	Cantidad	Ingreso total (\$)
Perfil lipídico	33.06	27	892.50
Examen completo de orina	10.83	12	130.00
Colesterol total	5.28	15	79.17
Hemoglobina	3.33	18	60.00
Factor RH	20.00	4	80.00
Triglicéridos	8.06	8	64.44
Grupo sanguíneo	5.83	7	40.83
Hemograma completo	8.06	37	298.06
Glucosa	5.28	8	42.22
Total		136	1,687.22

### 1.4 Resultados gráficos

Se desarrolló un modelo matemático de sistemas aplicando el software Arena mediante el diseño de una simulación; para ello, primero se realizó un diagrama del modelo actual de procesos del servicio de laboratorio llevados a cabo desde el ingreso del paciente a las instalaciones del centro médico hasta la recepción de los resultados obtenidos tras el análisis; el flujo se planteó en base a la información recolectada en el laboratorio del centro médico en estudio y fue diseñado en la herramienta Bizagi. Mediante el diseño del flujo se pudo analizar la secuencia de los procesos para identificar aquellos que presentan oportunidad de mejora, considerando los criterios estipulados en la ISO 15189 para elaborar el modelo propuesto.

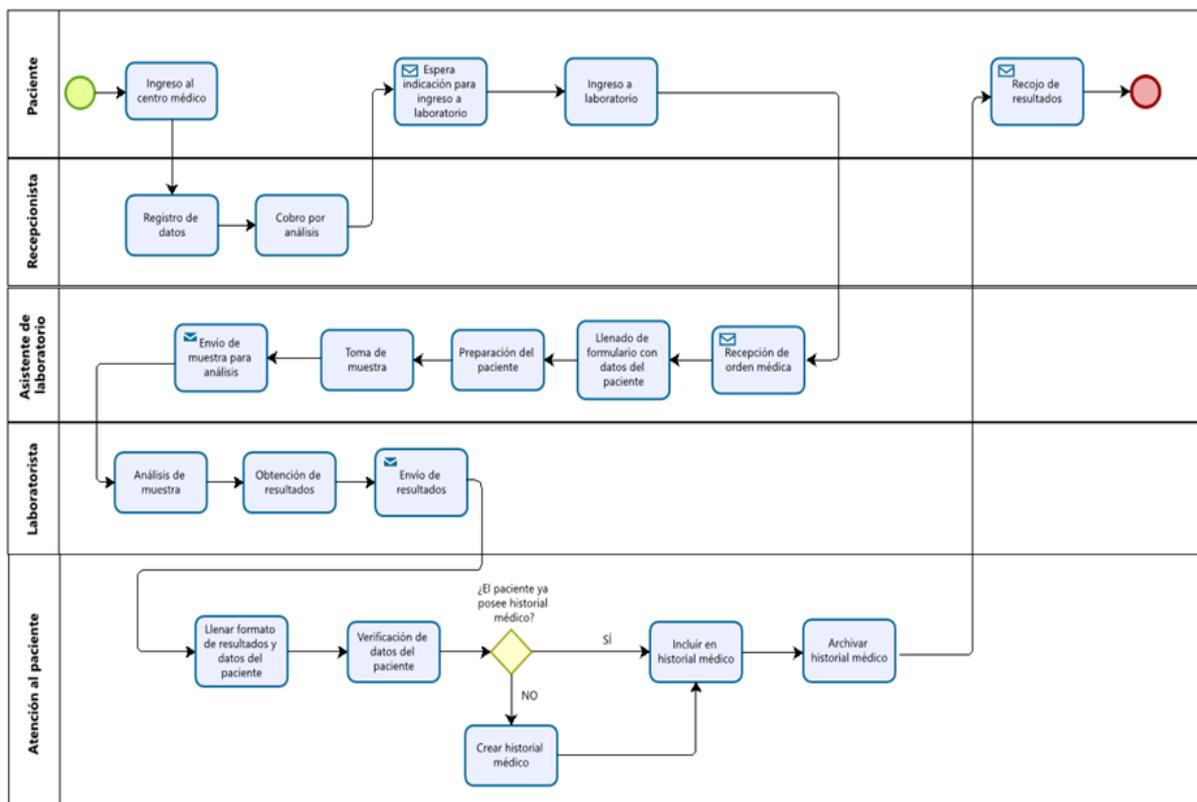


Figura 1. Diagrama de procesos del servicio actual del laboratorio clínico

## 1.5 Mejoras propuestas

Tras el análisis del flujo de proceso y sus tiempos registrados durante el servicio de laboratorio, se evidenció que los procesos con mayor duración son: llenado de formulario, verificación de datos e inclusión al historial médico. Además, se identificaron procedimientos con oportunidad de mejora: preparación del paciente y toma de muestra.

El requisito 5.4.4.2 de la ISO 15189 hace referencia a la información para pacientes y usuarios del laboratorio, en el que establece la necesidad de brindar información completa de los tipos de análisis, los requerimientos, precauciones e instrucciones para el llenado del formulario de solicitud. En el flujo actual del servicio de laboratorio, se evidenció que la persona encargada de la recepción del centro médico le brinda información sobre los requerimientos generales según el análisis por el que consulte el paciente durante el registro de sus datos, y, posteriormente, el asistente de laboratorio se encarga de informarles de manera más específica sobre el procedimiento al momento de la preparación del paciente para la posterior toma de muestra. En este caso, se propone entregar al paciente un folleto previo al registro de sus datos en la recepción, a través del cual tengan a su disposición información completa y detallada de los procedimientos, información sobre los tipos de análisis, servicios de laboratorio y especificar categorías e intervalos biológicos. Además, en el punto 5.4.3 se detalla acerca de la información del formulario de solicitud, en el cual señala que el formulario o un equivalente electrónico debe poseer todos los datos del paciente, así como de la persona prestadora de la atención médica o aquella autorizada para solicitar análisis, además de los análisis solicitados. En el caso del laboratorio del centro médico, este formulario es llenado manualmente por el asistente de laboratorio tras la recepción de la orden médica; este procedimiento posee el rango de tiempo con mayor duración: de 6 a 8.16 minutos. Tal y como se menciona en la norma, este formulario puede presentarse en una versión electrónica; en este caso, se propone un envío de formulario a través de correo electrónico a los pacientes al momento de su registro y pago en la recepción para que este sea completado previo al ingreso al laboratorio, disminuyendo así el tiempo de permanencia del paciente y facilitando el trabajo del asistente de laboratorio.

Finalmente, el punto 5.9.2 describe la selección e informe de resultados automatizados, este también es identificado como oportunidad de mejora en la fase postanalítica, específicamente en el proceso de llenado del formato de resultados e información del paciente, pues el establecimiento de criterios y límites de referencia (acomodados por edad, sexo, entre otras características del paciente), y el uso de un sistema o aplicación que analice, valide y ajuste los resultados a dichos estándares permite que se realice una evaluación automática y no se requiera el llenado y comparación manual de resultados de acuerdo a un formato específico como el que posee actualmente el servicio de laboratorio del centro médico. El siguiente flujo corresponde a la simulación diseñada en el Software Arena del modelo de procesos propuesto para el servicio de laboratorio tras aplicarle las mejoras planteadas en base al análisis de la Norma ISO 15189 a los procesos en los que se les pudieron identificar oportunidades de mejora con la finalidad de optimizar tiempos y recursos e incrementar la calidad y eficiencia en el servicio de laboratorio.

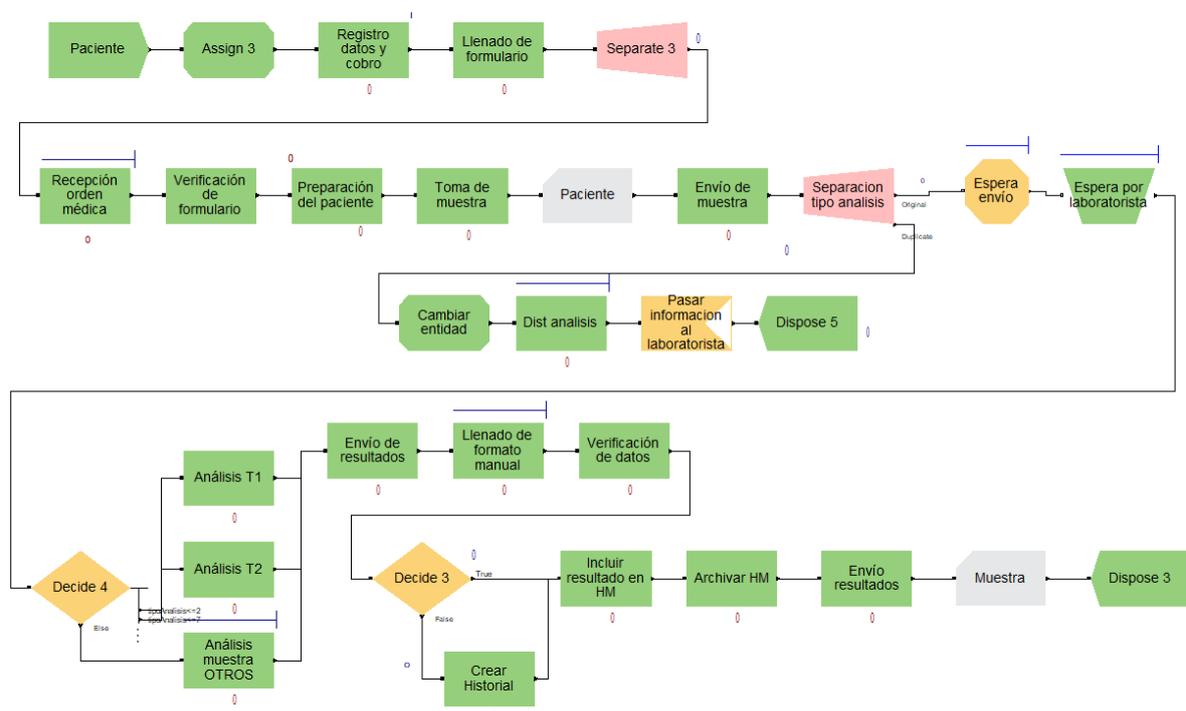


Figura 2. Simulación del flujo de procesos propuesto para el servicio de laboratorio

Tras el diseño del sistema de simulación del modelo propuesto se evaluó la cantidad de pacientes que eran atendidos por día y el tiempo promedio de permanencia en el laboratorio para observar la variación en los resultados.

Tabla 4. Resultados de la simulación en software Arena de ambos escenarios

Modelo	Entidad	Cantidad	T. mínimo	T. máximo	T. promedio
Actual	Pacientes	10	17.74	21.34	19.78
	Asistente de laboratorio	1	6	8.16	7.12
	Laboratorista	1	3.13	5.7	4.55
	Muestras	10	3.2	4.12	3.75
Propuesto	Pacientes	14	10.66	14.35	12.95
	Asistente de laboratorio	1	2	2.25	2.13
	Laboratorista	1	2	3	2.44
	Muestras	14	3.3	6	4.67

En la figura se visualiza el gráfico de barras que presenta la variación en la cantidad de muestras procesadas de los análisis clínicos realizados en un mes en el escenario actual frente al modelo propuesto el cual fue simulado en el software Arena. La variación en la cantidad de pacientes atendidos en el laboratorio se encuentra distribuida de acuerdo al porcentaje por tipo de análisis registrado del total de la muestra de estudio.

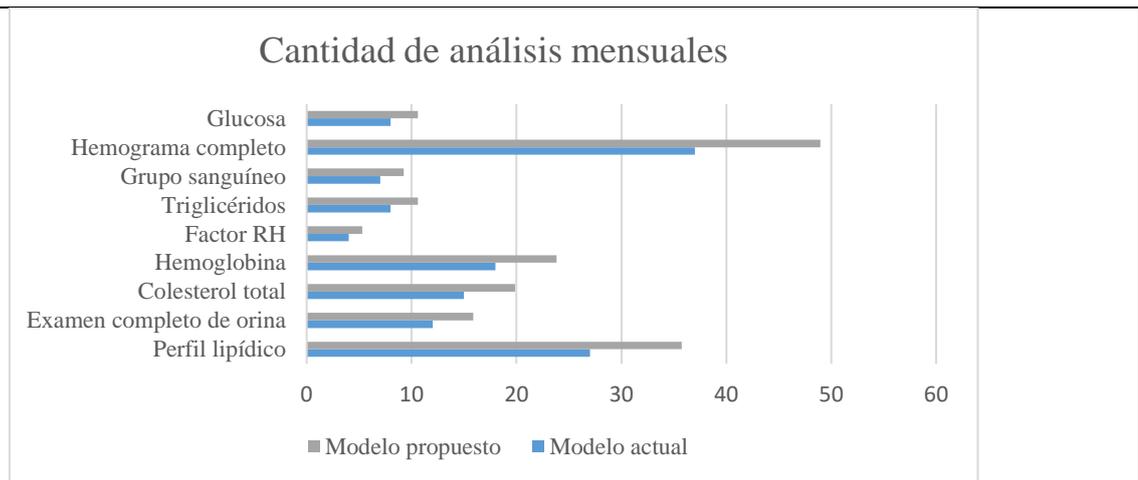


Figura 3. Cantidad de muestras tomadas por examen

Por otro lado, los resultados económicos obtenidos en la simulación del modelo propuesto se presentan en la tabla 5, estos son los ingresos mensuales del laboratorio por la cantidad de muestras resultantes en la simulación de los dos exámenes tomados para el estudio.

Tabla 5. Ingresos mensuales por los análisis realizados en el laboratorio con el modelo propuesto

Tipo de análisis	Costo (\$)	Cantidad	Ingreso total (\$)
Perfil lipídico	33.06	44	1,181.25
Examen completo de orina	10.83	19	172.06
Colesterol total	5.28	24	104.78
Hemoglobina	3.33	29	79.41
Factor RH	20.00	6	105.88
Triglicéridos	8.06	13	85.29
Grupo sanguíneo	5.83	11	54.04
Hemograma completo	8.06	60	394.49
Glucosa	5.28	13	55.88
Total		180	2,233.09

Con el incremento en la capacidad de atención a pacientes en el servicio de laboratorio en el modelo propuesto, se evidencia un aumento del 32.3% en los ingresos mensuales del centro médico por los análisis clínicos realizados en el laboratorio respecto a los ingresos obtenidos en el flujo de procesos actual.

### 1.6 Validación

Para verificar que la simulación del modelo es válida, se utilizó la herramienta Output Analyzer, el cual es un complemento del software Arena, con este se pudo realizar un análisis y comparar los resultados del modelo actual frente al modelo propuesto, esto con la finalidad de demostrar que la simulación funciona de acuerdo a lo esperado, garantizar que el comportamiento del Sistema represente un escenario real e identificar si los cambios planteados al flujo inicial del proceso realmente tienen efectos positivos.

Inicialmente se ejecutaron 30 réplicas para la simulación del modelo inicial y el modelo propuesto, con el resultado obtenido del análisis del intervalo de confianza sobre la media y considerando un ancho medio de máximo el 10% del valor de la media resultante, tras el cálculo se estimó la cantidad de 314 réplicas requeridas para la simulación.

Fueron dos indicadores que se evaluaron en Output Analyzer: cantidad de pacientes atendidos (Output 1) y la cantidad de muestras analizadas por el laboratorista (Output 2), ambos en el periodo de tiempo de un día.

Finalmente, en la comparación de los indicadores en ambos escenarios, se evidenció un incremento del 33.1% en la cantidad de pacientes atendidos al día, así como, el aumento de la cantidad de muestras analizadas por el laboratorista en un 16.3%.

Tabla 6. Validación de resultados

Output	Promedio Muestra (Modelo Inicial)	Promedio Muestra (Modelo Propuesto)	Variación
Output 1	12.1	16.1	33.06 %
Output 2	4.24	4.93	16.27 %

#### NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

En primer lugar, le agradecemos a nuestras familias, por su amor, paciencia, apoyo incondicional y por motivarnos a esforzarnos para cumplir nuestras metas.

Agradecemos a nuestro asesor José Taquía, por su orientación y por su estímulo para concluir la tesis y sellar nuestro esfuerzo con éxito.

Finalmente, agradecer a nuestros amigos, por su compañía, que hizo que los recuerdos de la universidad sean más memorables y los momentos difíciles más llevaderos.

#### REFERENCIAS

Benítez-Arvizu, G., Galván-Cervantes, J., Morales-Rojas, A., Novelo-Garza, B. & Mendoza-Valdez, A. L. (2016). Gasto excesivo por uso inadecuado del laboratorio clínico. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 54(2), 216-223. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457746954016>

Buchta, C., Coucke, W., Mayr, W., Müller, M., Oeser, R., Schweiger, C. & Körmöcz, G. (2018). Evidence for the positive impact of ISO 9001 and ISO 15189 quality systems on laboratory performance - evaluation of immunohaematology external quality assessment results during 19 years in Austria. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 56(12), 2039-2046. <http://doi.org/10.1515/cclm-2018-0482>

Carboni-Huerta, R. & Sáenz-Flor, K. (2019). Acreditación ISO 15189 en América Latina: Percepción en laboratorios de la región. *Revista Mexicana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 66(3), 143-153. <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2019/pt193c.pdf>

Carvalho, M. & Teixeira, L. (noviembre del 2021). *How can BPM and Lean practices accelerate Digital Transformation? Evidence based on a practical case* [Presentación de paper]. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Monterrey, México. <http://ieomsociety.org/proceedings/2021monterrey/206.pdf>

Figuroa-Montes, L. E. (2017). Normatividad relacionada al control de calidad analítica en los laboratorios clínicos del Perú. *Acta Médica Peruana*, 34(3), 237-243. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172017000300013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172017000300013&lng=es&tlng=es).

Garza, R. C., González, C. N., Rodríguez, E. L. & Hernández, C. M. (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. <http://hdl.handle.net/10419/174245>

- Guseva, E., Varfolomeyeva, T., Efimova, I. & Movchan I. (2018). Discret event simulation modelling of patient service management with Arena. *Journal of Physics: Conference Series*, 1015(3). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032095/pdf>
- Hejazi, T. (2021). State-dependent resource reallocation plan for health care systems: A simulation optimization approach. *Computers & Industrial Engineering*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107502>
- Heredia Acevedo, D., Ceballos, Y. F. & Sanchez Torres, G. (2020). Modelo de simulación de eventos discretos para el análisis y mejora del proceso de atención al cliente. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 8(2), 44–61. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3639>
- Le, V., Wagar, E. A., Phipps, R. A., Del Guidice, R. E., Le, H. & Middleton, L. P. (2020). Improving Patient Experience of Wait Times and Courtesy Through Electronic Sign-in and Notification in the Phlebotomy Clinic. *Arch Pathol Lab Med*, 144(6), 769-775. <https://doi.org/10.5858/arpa.2019-0139-OA>
- Lee, C. K. M., Zhang, S., & Ng, K. K. H. (2019). In-plant logistics simulation model for the catering service industry towards sustainable development: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/su11133655>
- Marouane, N., Badrane, N., Rachida Bencheikh, S., & Bouazzi Omaïma, E. (2018). *Preparation for the accreditation according to ISO 15189: A quality folder realization*, 2(2), 118-122. <https://doi.org/10.15406/mojboc.2018.02.00065>
- Rodríguez, L. M. (2019). Apuntes éticos y bioéticos a considerar en la etapa pre analítica del laboratorio clínico. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 14(3), 47-53. <http://www.revmedep.sld.cu/index.php/medep/article/view/47/53>
- Rodríguez Q., A. K., Osorno O., G. M., & Maya D., P. A. (2016). Relocalización de vehículos en servicios de emergencias médicas: una revisión. *Ingeniería y Ciencia*, 12(23), 163–202. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.12.23.9>
- Sánchez, P. A., Ceballos, F., & Sánchez Torres, G. (2015). Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: Modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 137. <https://doi.org/10.18359/rcin.1436>
- Schneider, F., Maurer, C., & Friedberg, R. C. (2017). International organization for standardization (ISO) 15189. In *Annals of Laboratory Medicine*, 37(5), 365–370. Seoul National University, Institute for Cognitive Science. <https://doi.org/10.3343/alm.2017.37.5.365>
- Tzankov, A., & Tornillo, L. (2017). Hands-on experience: Accreditation of pathology laboratories according to ISO 15189. In *Pathobiology*, 84(3), 121–129. S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000449254>
- Ug Guevara, C., Socarrás, R., Patricia, I., Ramentol, L., Cecilia, C., & Caballero, G. (2014). Archivo Médico de Camagüey. *Archivo Médico de Camagüey*, 18, 359–370. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211131573002>
- Usuga, D., Ceballos, Y. F., Vásquez, N. & Uribe, N. (2017). Propuesta de mejora a los altos tiempos de espera en puntos de atención al usuario en una entidad promotora de salud empleando simulación discreta. *Scientia Et Technica*, 22(4), 345-351. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84955649007>
- Vega-Salinas, C., Marín-Ponce, C., & Alliende-Mac-Niven, R. (2015). Experiencia de 9 años en mejora continua de la fase preanalítica. *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab*, 62(1). [www.medigraphic.com/patologiaclinicawww.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.com/patologiaclinicawww.medigraphic.org.mx)

## **ANEXOS.**

### **Datos del artículo publicado**

- **Nombre del artículo:** Simulación de mejora de procesos de laboratorio clínico en base a la norma ISO 15189
- **Autores:** Alexia Valery Bazán Rodríguez y Gabriela Noeli Tapia Alfaro
- **Co autor(es):** José Antonio Taquía Gutiérrez

### **Presentación en congreso**

- **Nombre del congreso:** 2nd Australian Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** IEOM Society International
- **Sede:** Melbourne, Australia
- **Año:** 2023
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://index.ieomsociety.org/index.cfm/article/view/ID/13864>

# LaboratorioTrujillo

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Central Queensland University

Trabajo del estudiante

4%

2

[www.investigarmqr.com](http://www.investigarmqr.com)

Fuente de Internet

2%

3

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

1%

4

[e-catalog.nlb.by](http://e-catalog.nlb.by)

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo