



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LIMS EN LA MEJORA DE LA GESTION DE
LABORATORIOS DE ENSAYOS QUIMICOS DEL NIVEL DE LAS PYMES DE LIMA
Y CALLAO 2019

Línea de investigación:

Herramientas informáticas para la gestión eficiente y transparente

Tesis para optar el Grado Académico de Maestra en Ingeniería Industrial
con mención en Gestión de la Calidad y Productividad

Autora

Félix Avellaneda, Dora Silvia

Asesor

Marín Machuca, Olegario
(ORCID: 0000-0002-7715-2366)

Jurado

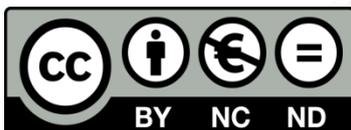
Huiman Sandoval, José Alberto
Huapaya Sotero, Armando Ricardo
Torres Sánchez, Doris Concesa

Lima - Perú

2022

Referencia:

Félix, D. (2022). *Implementación del sistema LIMS en la mejora de la gestión de laboratorios de ensayos químicos del nivel de las pymes de Lima y Callao 2019* [Tesis de maestría en la Universidad Nacional Federico Villarreal].
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6376>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LIMS EN LA MEJORA DE LA GESTION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS QUIMICOS DEL NIVEL DE LAS PYMES DE LIMA Y CALLAO 2019

Línea de investigación:

Herramientas informáticas para la gestión eficiente y transparente

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Ingeniería Industrial
con mención en Gestión de la Calidad y Productividad

Autor:

Félix Avellaneda, Dora Silvia

Asesor:

Marín Machuca, Olegario
(ORCID:0000-0002-7715-2366)

Jurado:

Huiman Sandoval, José Alberto
Huapaya Sotero, Armando Ricardo
Torres Sánchez, Doris Concesa

Lima- Perú

2022

DEDICATORIA:

En primer lugar, a Dios por haberme dado la vida, cuidar de mi salud y acompañarme en todo momento.

Mi gratitud y reconocimiento especial a mis padres, por haberme inculcado valores, humildad, honestidad y lucha constante.

Dedicar, además a mi esposo y a mis amados hijos Carlos, Allison y Cinthya, quienes son mi motor y motivo.

DORA SILVIA FELIX AVELLANEDA

AGRADECIMIENTO:

Mi especial agradecimiento para los distinguidos Miembros del Jurado:
Por su criterio objetivo en la evaluación de este trabajo de investigación.

Huiman Sandoval, José Alberto
Huapaya Sotero, Armando Ricardo
Torres Sánchez, Doris Concesa

Asimismo, mi agradecimiento para mi asesor:

Dr. Marín Machuca, Olegario
Por las sugerencias recibidas para el mejoramiento de este trabajo.
Muchas gracias para todos.

DORA SILVIA FELIX AVELLANEDA

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Resumen	xi
Abstract	xii
I. Introducción	01
1.1. Planteamiento del problema	03
1.2. Descripción del problema	05
1.3. Formulación del problema	05
1.3.1. Problema general	05
1.3.2. Problemas específicos	06
1.4. Antecedentes	06
1.5. Justificación de la investigación	09
1.6. Limitaciones de la investigación	10
1.7. Objetivos	10
1.7.1. Objetivos generales	10
1.7.2. Objetivos específicos	11
1.8. Hipótesis	11
1.8.1 Hipótesis general	11
1.8.2. Hipótesis específicas	11
II. Marco teórico	12
2.1. Marco conceptual	12
2.1.1. Sistema de Gestión de la Información	12
2.2. Gestión de la información del laboratorio	22

2.2.1. Manejo de la información del laboratorio mediante el Sistema LIMS	22
III. Método	41
3.1. Tipo de investigación	41
3.2. Población y muestra	41
3.3. Operacionalización de variables	44
3.4. Instrumentos	45
3.5. Procedimientos	45
3.6. Análisis de datos	48
IV. Resultados	49
4.1. Análisis descriptivo de los resultados	49
4.2. Contrastación de la hipótesis	63
V. Discusión de resultados	71
5.1. De los resultados de la encuesta	71
5.2. De la contrastación de la hipótesis	72
VI. Conclusiones	74
VII. Recomendaciones	75
VIII. Referencias	76
IX. Anexos	79
Anexo A: Matriz de consistencia	79
Anexo B: Instrumento: encuesta	80
Anexo C: Comparación de tiempo- Revisión y emisión de resultados	82
Anexo D: Confiabilidad del instrumento establecida por experto.	83

Índice de tablas

Tabla 1. Número de personas encuestadas de los laboratorios	43
Tabla 2. Operacionalización de variable independiente y dependiente	44
Tabla 3. Número de personas encuestadas de los laboratorios	46
Tabla 4. Escala de confiabilidad según Alfa de Cronbach	48
Tabla 5. Implementación del sistema LIMS mejora la gestión de los laboratorios de ensayos químicos	49
Tabla 6. ¿Cuán estandarizados estaban los procesos del laboratorio después de implementar el sistema LIMS?	50
Tabla 7. ¿Cuán efectivo era el proceso de ingreso y recepción de muestra con la implementación del Sistema LIMS?	51
Tabla 8. Dimensión 1: Área de ingreso y recepción de muestras	52
Tabla 9. ¿Cuán eficiente era el control documentario después de la implementación del sistema LIMS?	53
Tabla 10. ¿Cuán segura era la trazabilidad de la información después de la implementación del LIMS?	54
Tabla 11. ¿Cuán eficiente era el control de los resultados de análisis después de la implementación del LIMS?	55
Tabla 12. ¿Cuán satisfecho estaba con la distribución de la carga de trabajo después de la implementación del sistema LIMS?	56
Tabla 13. Dimensión 2: Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras	57
Tabla 14. ¿Cómo considera usted que era la productividad del laboratorio después de la implementación del sistema LIMS?	58

Tabla 15. ¿Cuán eficiente era el tiempo en el reporte de resultados después de la implementación del sistema LIMS?	59
Tabla 16. ¿Cuán oportuna era la entrega de informe de resultados al cliente después de la implementación del sistema LIMS?	60
Tabla 17. ¿Cuán eficiente era el sistema de gestión de calidad en el laboratorio luego de la implementación del sistema LIMS?	61
Tabla 18. Dimensión 3: Tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes	62
Tabla 19. Prueba de normalidad de los datos	63
Tabla 20. Rangos de signos de wilcoxon	65
Tabla 21. Sistema LIMS para muestra relacionadas	66
Tabla 22. Rangos de signos de wilcoxon	66
Tabla 23. Diferencia de medias de la calidad de vida para muestra relacionadas	67
Tabla 24. Rangos de signos de wilcoxon	68
Tabla 25. Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras para muestra relacionadas	69
Tabla 26. Rangos de signos de wilcoxon	69
Tabla 27. Diferencia de medias de la calidad de vida para muestra relacionadas	70

Índice de figuras

Figura 1. Icono grabar	23
Figura 2. Iconos flechas	23
Figura 3. Datos maestros del LIMS	24
Figura 4. Ejemplo de ingreso de datos del cliente	24
Figura 5. Ejemplo de ingreso de unidades en el sistema LIMS	25
Figura 6. Ejemplo de ingreso de parámetros de análisis	25
Figura 7. Ejemplo de ingreso de métodos de ensayos	26
Figura 8. Ejemplo del esquema de análisis	26
Figura 9. Ejemplo del esquema de análisis	27
Figura 10. Ingreso de datos en esquema	28
Figura 11. Ejemplo de ingreso de datos en esquema	29
Figura 12. Cadena de custodia	30
Figura 13. Ejemplo de solicitud de ensayo	31
Figura 14. Ejemplo del llenado de solicitud de ensayo	32
Figura 15. Hoja de trabajo	32
Figura 16. Entrada de datos: hoja de trabajo	33
Figura 17. Ejemplo de programa de hoja de trabajo	34
Figura 18. Entrada de datos: hoja de trabajo	35
Figura 19. Emisión de informe	35
Figura 20. Ejemplo de control de informe	36
Figura 21. Implementación del sistema LIMS mejora la gestión de los laboratorios de ensayos químicos	49
Figura 22. ¿Cuán estandarizados están los procesos del laboratorio luego de implementar el sistema LIMS?	50

Figura 23. ¿Cuán efectivo es el proceso de ingreso y recepción de muestra con la implementación del sistema LIMS?	51
Figura 24. Dimensión 1: de Área de ingreso y recepción de muestras	52
Figura 25. ¿Cuán eficiente es el control documentario después de la implementación del sistema LIMS?	53
Figura 26. ¿Cuán segura es la trazabilidad de la información después de la implementación del LIMS?	54
Figura 27. ¿Cuán eficiente es el control de los resultados de análisis después de la implementación del LIMS?	55
Figura 28. ¿Cuán satisfecho está con la distribución de la carga de trabajo después de la implementación del sistema LIMS?	56
Figura 29. Dimensión 2: Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras	57
Figura 30. ¿Cómo considera usted que es la productividad del laboratorio después de la implementación del sistema LIMS?	58
Figura 31. ¿Cuán eficiente es el tiempo en el reporte de resultados después de la implementación del sistema LIMS?	59
Figura 32. ¿Cuán oportuna es la entrega de informe de resultados al cliente después de la implementación del sistema LIMS?	60
Figura 33. ¿Cuán eficiente es el sistema de gestión de calidad en el laboratorio luego de la implementación del sistema LIMS?	61
Figura 34. Dimensión 3: Tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes	62
Figura 35. Q-Q plot del sistema LIMS (antes)	64
Figura 36. Q-Q plot del Sistema LIMS (después)	64

Figura 37. Sistema LIMS antes y después de la implementación	65
Figura 38. Área de ingreso y recepción de muestras antes y después de la Implementación	67
Figura 39. Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras antes y después de la implementación	69
Figura 40. Mejora el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes según estado inicial y final	70

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo dar a conocer, que la implementación de un Sistema del Manejo de Información de Laboratorios (LIMS) ayuda a mejorar la eficiencia y productividad de toda la organización que conforma el laboratorio de servicios analíticos, mejorando el procesamiento de la información, manejo de datos, trazabilidad de los resultados de las muestras durante todo el proceso de análisis, obteniendo resultados que minimizan el error humano, logrando optimizar la gestión del laboratorio. Los laboratorios del nivel de las PYMES, que brindan servicios analíticos, deberían tener implementado como parte de su gestión administrativa y operativa, un Sistema del Manejo de Información de Laboratorios (LIMS) que brinde una serie de beneficios para la gestión del laboratorio, asegurando un adecuado manejo de la información de los resultados y la entrega oportuna de los Informes a los clientes. En el presente estudio se aplicaron encuestas al personal de cuatro (04) laboratorios, el instrumento fue validado con el Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.86, lo que demuestra que la correlación entre cada una de las preguntas de la encuesta es muy buena. De los resultados obtenidos se concluye que más del 50% de los encuestados está de acuerdo con la implementación del Sistema LIMS, y considera que la gestión de los laboratorios de ensayos químicos ha mejorado desde el ingreso de las muestras hasta la entrega del informe de resultados, disminuyendo los tiempos de entrega de los resultados.

Palabras claves: sistema de gestión, gestión de laboratorio, automatizar, proceso de laboratorio.

Abstract

The objective of this research is to show that the implementation of a Laboratory Information Management System (LIMS) helps to improve the efficiency and productivity of the entire organization that makes up the Analytical Services laboratory, improving the processing of information, data management, traceability of sample results throughout the analysis process, obtaining results that minimize human error and optimizing laboratory management. Laboratories at the SME level, which provide analytical services, should have implemented as part of their administrative and operational management, a Laboratory Information System (LIMS) that provides a number of benefits for laboratory management, ensuring proper management of results information and timely delivery of reports to customers. In the present study, surveys were applied to the personnel of four (04) laboratories, the instrument was validated with Cronbach's alpha, obtaining a value of 0.86, which shows that the correlation between each of the survey questions is very good. From the results obtained it is concluded that more than 50% of the respondents agree with the implementation of the LIMS System, and consider that the management of chemical testing laboratories has improved from the entry of the samples to the delivery of the results report, decreasing the delivery times of the results.

Keywords: management system, laboratory management, automate, laboratory process.

I. Introducción

En los últimos años los laboratorios de servicios de ensayos químicos, han pasado por diversos cambios, mejorando su gestión, producto de la experiencia, la exigencia del mercado y la competitividad empresarial.

Durante la evaluación previa, de la situación actual de los laboratorios de ensayos químicos, se identificaron varios problemas durante el proceso de análisis de las muestras como: demora en la entrega de resultados, demora en la ejecución de los análisis y mayor consumo de tiempo al momento de ingresar los datos y los resultados manualmente; lo cual ocasionaba retrasos en todas las actividades y procesos de análisis del laboratorio, así como estrés del personal.

Las nuevas exigencias del mercado hacen que los laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMES implementen su sistema de gestión de información para seguir vigentes en el mercado, buscando ser más eficientes, con el propósito de obtener y mantener altos niveles de competitividad de manera sostenida en el tiempo.

Es así que se debe tener un adecuado manejo de la información como el sistema LIMS, por ser un componente importante que deben adoptar los laboratorios del nivel de las PYMES como una estrategia competitiva y de buena práctica empresarial.

En la actualidad los laboratorios de servicios de ensayos químicos deben cumplir requisitos y exigencias de los clientes, enfocándose en el tema de aseguramiento de la calidad de los resultados, simplicidad en la recepción, entrega de resultados, seguridad en el manejo de la información y en el servicio que brindan a sus clientes.

Los laboratorios deben cumplir con exigentes criterios de evaluación de la competencia de los ensayos químicos por parte del Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), institución encargada de otorgar la acreditación a los laboratorios, INACAL

realiza auditorías de seguimiento continuo a todos los laboratorios acreditados para evaluar su competencia.

El propósito de esta investigación es que los laboratorios de ensayos químicos, optimicen sus procesos para mejorar los tiempos de entrega de resultados de análisis. Se procedió a mejorar la gestión de la información de los laboratorios del nivel de las PYMES, implementando herramientas informáticas que permitan un control eficaz de todos los procesos para brindar una respuesta adecuada a las necesidades del cliente.

La investigación se realizó tomando una muestra de cuatro (4) laboratorios de ensayos químicos de Lima y Callao, durante los meses de enero a agosto del 2019, donde se obtuvo los datos e información de las variables de estudio.

Por lo tanto, obedece a un estudio tipo cuantitativo, donde los datos de las variables recogidas fueron con encuestas de respuesta cerrada.

El resultado de la investigación muestra que el uso del Sistema LIMS influye positivamente en la gestión de laboratorios de ensayos químicos, en la productividad y en la eficiencia del personal. Esto refuerza las bases teóricas sobre la importancia del uso de la gestión de información de laboratorios, procedimientos estandarizados y trazabilidad de las muestras

En el primer capítulo, se aborda el planteamiento del problema, donde se describe la necesidad de contar con un sistema de gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao.

Luego, en el segundo capítulo, se hace una revisión teórica del marco conceptual de la investigación sobre el sistema de gestión de la información de laboratorios - LIMS, que permite realizar la gestión de muestras, integración de instrumentos y su aplicación, así como el intercambio de datos y gestión de operaciones como la gestión de auditoría, manejo de

códigos, cadena de custodia, asignación de roles y accesos al registro de datos específicos y respecto a quien los administra.

En el tercer capítulo se determina el plan de investigación, el cual utiliza un diseño de tipo cuasi experimental y un alcance explicativo de las variables de estudio.

Finalmente, en el cuarto capítulo se muestran los resultados de la investigación, donde se concluye que la implementación del Sistema LIMS influye significativamente en la optimización de la gestión de laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao, respecto a la calidad y manejo de la información con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes.

1.1. Planteamiento del problema

A nivel nacional existen más de 100 laboratorios de ensayos con métodos acreditados por el Instituto Nacional de la Calidad - INACAL, según la norma NTP-ISO/IEC 17025:2017, estos laboratorios deben asegurar su competencia técnica a través del uso de estándares normalizados.

La acreditación con INACAL, asegura que los resultados emitidos por los laboratorios sean veraces y confiables, ya que utilizan criterios y procedimientos desarrollados específicamente para determinar y mantener la competencia técnica.

La acreditación de INACAL tiene validez a nivel internacional, lo que permite que los resultados sean rápidamente aceptados en el extranjero. Asimismo, ayuda a la reducción de costos para los productores y exportadores porque se puede efectuar reensayos en los laboratorios acreditados con reconocimiento mundial. Además, es una herramienta de marketing debido al reconocimiento internacional.

Los laboratorios de ensayos químicos reciben las muestras ingresadas por el cliente, quien solicita el servicio y requiere de sus resultados en un informe validado y en un tiempo

mínimo. Estos análisis se realizan cumpliendo los requisitos exigidos en la norma NTP ISO/IEC 17025-2017.

Existe una constante competencia entre los laboratorios de ensayos químicos por reducir el tiempo de entrega de resultados y ofertar el mejor precio a sus clientes.

Esta necesidad de reducir los tiempos de entrega de los informes de ensayo genera presión en la Jefatura del laboratorio, encargada de la gestión del laboratorio, y el área de calidad encargada de mantener el sistema de gestión de calidad.

Los laboratorios acreditados con la NTP-ISO/IEC 17025-2017, deben mantener la documentación actualizada.

Cuando los laboratorios tienen toda la documentación en formatos impresos, los registros deben ser llenados manualmente a lo largo de todo el proceso de la muestra.

En el área de ingreso y recepción de muestras, se ingresan los datos de las muestras en una cadena de custodia llenada manualmente, el responsable de la recepción de muestras ingresa el dato de temperatura, pH y otros datos de la muestra en un formato de forma manual para generar una orden de servicio.

Los analistas durante el proceso de análisis también llenan varios formatos de forma manual; registros de calibración de balanza, control de temperatura y humedad relativa de los ambientes, control de temperatura de la estufa, peso de reactivos, operatividad de equipos, curva de calibración, resultados de la muestra y control de calidad; además de los registros propios durante el procesamiento de las muestras. Así mismo, al culminar un ensayo se deben de recoger todos los resultados de los diferentes parámetros solicitados para cada muestra e ingresar esta información en un formato en Excel para elaborar el informe de ensayo. De igual forma se realizan documentos de competencia técnica de cada analista, así como la determinación de la incertidumbre de cada parámetro, etc.

El problema se genera, cuando el laboratorio mantiene el método tradicional de registros, con manuales, documentos y formatos impresos, registros en computadora en formato Excel, elaboración de informes usando plantillas, etc. Todo esto conlleva a demora en la entrega de resultados y en el proceso de atención a los clientes, por excesivo tiempo en el proceso de ensayo y reporte de resultados, desorden, estrés en el personal por recarga de trabajo, congestionamiento de las muestras, lo que conlleva a la insatisfacción de ambas partes (analistas, supervisores y cliente) por la acumulación de muestras, demora en la entrega de resultados y no satisface la expectativa de los clientes.

1.2. Descripción del problema

El problema radica en que todos los laboratorios del nivel de PYMES, cuando implementan su Sistema de Gestión de Calidad para la acreditación de su laboratorio, de acuerdo a la NTP ISO/IEC 17025, 2015, inician su trabajo con el manejo de la información por el método clásico, manual convencional, usando registros en formatos Excel o similar.

La presente investigación pretende optimizar la gestión del servicio de ensayos químicos en los laboratorios del nivel de PYMES, que se encuentren en proceso de implementación y aquellos que están utilizando el método clásico o tradicional, a fin de que inicien sus actividades con la implementación de un Sistema de Gestión de la Información LIMS de forma paralela, lo que permitirá obtener un adecuado manejo de la Información, reduciendo los tiempos de entrega de informes de resultados, logrando la satisfacción de los clientes

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el sistema de gestión de la información más apropiado para mejorar la gestión de un laboratorio de ensayos químicos del nivel de las PYMES de Lima y Callao?

1.3.2. Problemas específicos

¿De qué manera afecta en la gestión del laboratorio, que el ingreso y recepción de muestras se realice manualmente?

¿De qué manera afecta en la trazabilidad y control de las muestras, que los registros se lleven en formatos manuales y/o digitales?

¿De qué manera el uso de la tecnología de un sistema software se relaciona con los registros para elaborar la plantilla del informe de ensayo y disminuir el tiempo de entrega de resultados al cliente?

1.4. Antecedentes

1.4.1. Antecedentes internacionales

Duque y Gómez (2017), indican que una estrategia para aumentar la productividad de los laboratorios y mejorar la eficiencia en el procesamiento de la data generada en el sistema de gestión de calidad de la Universidad Tecnológica de Pereira, es la implementación de un software LIMS (Laboratory Information Management System). Asimismo, precisan que el LIMS ayuda a mejorar la gestión de la trazabilidad en los laboratorios, lo que permite mejorar el análisis de la información que se ingresa todos los días al sistema que se usa en el laboratorio, con la finalidad que los tiempos de entrega de informes de ensayo sean más cortos y que beneficiará en la toma de decisiones. Este proyecto se llevó a cabo en el Laboratorio de Aguas y Alimentos, implementando el módulo de gestión de cotizaciones, uno de los procesos más importantes y críticos del laboratorio, donde en la práctica se demostró la eficiencia del modelo planteado.

Vidal (2013), en su trabajo de investigación manifiesta que para darle una respuesta adecuada a las necesidades del sector alimento en Chile las empresas deben cumplir con exigentes estándares de Calidad y para ello los laboratorios que prestan servicios analíticos,

control y certificación deben contar con herramientas informáticas que permitan una adecuada gestión de sus procesos internos.

Vidal (2013), planteó un proceso adecuado y confiable para optimizar la gestión, planificación y comunicación con los clientes en el Laboratorio de Experimentación, Control y Certificación de la Calidad de los Alimentos (LECYCA).

Vidal (2013), analizó la gestión de LECYCA desde varios puntos de vista y propuso la implementación de un sistema de gestión de recursos empresariales, un recurso informático de gestión de relaciones con los clientes (CRM) y un sistema de gestión de información de laboratorio (LIMS), para conseguir una satisfacción completa de los clientes apoyándolos en la certificación de los productos de mercado interno en Chile y productos de exportación.

Vidal (2013), en su trabajo plantea implementar estándares y procedimientos claros para mejorar la eficiencia en áreas importantes del laboratorio como en el control de documentos, atención de solicitudes, elaboración de contratos, atención a reclamos, ensayos no conformes, acciones correctivas, control de registros, revisión de los procesos de los ejecutivos, validación de métodos analíticos, aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos, auditorías internas, etc.

Vidal (2013), concluye que existe una brecha considerable entre lo ofrecido por el Sistema SAP, Oracle y Microsoft, y el LIMS el cual es asequible y adaptable a empresas pequeñas y medianas. En el trabajo se plantea soluciones adecuadas al tamaño de la empresa, dado que las pequeñas y medianas empresas enfrenta desafíos económicos por ejemplo ser empresas competitivas y rentables y continuar vigentes en un mercado globalizado donde seguramente van a sobrevivir aquellas que sean más eficientes.

Castrejón et al. (2012), en sus estudios sobre el análisis de modelos de gestión tecnológica en centros de investigación señalan la importancia de los laboratorios tecnológicos en muchos países a nivel mundial, estos centros juntan las mejores tecnologías

disponibles con diversidad de profesiones y disciplinas ponen al servicio de la población. Estos laboratorios que ofrecen tecnología de punta en esas disciplinas, son centros que desarrollan conocimiento, con resultados inmediatos y nuevas soluciones a los problemas que hoy como humanidad tenemos y el desarrollo de productos que el mercado está demandando donde se tiene oportunidad de comercializar nuevos productos.

1.4.2. Antecedentes nacionales

Rodríguez (2017), presenta un proyecto llevado a cabo en la empresa agroindustrial Santa María en la ciudad de Lima, dedicado al negocio de la venta de productos agroindustriales, de esta manera la empresa no solo produce y vende sus productos a una cantidad de clientes sino también se dedica a brindar servicios relacionados al negocio. Dentro de las áreas que operan y conforman la empresa pudo observar que existe una falta de integración de los diferentes procesos respectivos en cada una de estas áreas. Si bien es cierto que algunas de las áreas cuentan con software propios para la funcionalidad de sus procesos, se requiere que la información sea lo más fluida posible y se logre mejorar el nivel de integración presente en la empresa. Todo esto debido a que la gestión de la información dentro de la empresa no es la más adecuada, en gran parte debido a los factores mencionados, sino también a que no se cuenta con las herramientas de proceso adecuadas, de nada sirve contar con gran cantidad de información sino se cuenta con las herramientas adecuadas para procesar dichas cantidades de información. Hoy en día la información es uno de los principales recursos dentro de cualquier organización es por eso que uno de los objetivos del proyecto planteado es mejorar la gestión de la información dentro de la empresa, mediante la elaboración e implementación de un sistema de información que alcance las áreas de finanzas, área comercial, logística, producción y proyectos. La funcionalidad del sistema de información planteado se basa en la aplicación de los procesos respectivos, definiendo a su vez la estructura del sistema de información. Adicionalmente el autor propone la

implementación de un módulo de seguridad cuyo propósito es controlar los niveles de acceso a los distintos usuarios. El diseño de todo el sistema de información será estándar, por cada formulario para garantizar la factibilidad operativa, por parte del usuario, el cual brinda ventajas en el uso de un sistema de información, que constituye una gran herramienta fundamental para el crecimiento de una organización. Una de las oportunidades en un caso representativo es el que se da en las empresas del rubro gastronómico, donde las empresas que cuentan con una alta demanda de sus productos y no cuentan con un sistema de información presentan mayor dificultad en la administración y control comparado con las empresas que poseen esta herramienta de gestión de la información.

El presente trabajo evalúa el problema de información de una organización dedicada a la panadería y pastelería. El problema se refleja, principalmente, en la dificultad constante respecto a la organización y recepción de información actualizada sobre el stock de insumos, productos en proceso y producto final que se entrega al consumidor. Por tanto, con el presente proyecto se brinda una alternativa de solución mediante la implementación de un sistema de información que le permita gestionar y controlar los materiales y productos de la empresa, con el fin de disponer de información actualizada de ellos con mayor rapidez y facilidad.

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica en el análisis del marco teórico, que nos permitirá obtener el dominio del tema y ayudará a comprender mejor la aplicación y funcionamiento del software del Sistema LIMS en laboratorios de ensayos químicos, asimismo, es importante porque nos permitirá sin lugar a dudas conocer la situación actual de la gestión de laboratorios de las pequeñas y medianas empresas, ya que hoy en día enfrentan desafíos importantes para ser competitivos y asegurar su continuidad en el tiempo según las exigencias de los clientes, que cada vez buscan laboratorios que entreguen resultados en el

menor tiempo posible y que cumplan con el aseguramiento de la calidad. Bajo este contexto se pretende dar a conocer que con el empleo del Sistema LIMS, los laboratorios tendrán repercusiones positivas en las áreas comerciales, áreas de recepción e ingreso de muestras, Procesamiento y análisis de muestras, ingreso de resultados, entrega de informes al cliente, mejorando así la imagen del laboratorio con respecto a otros laboratorios.

Como propósito secundario, se busca dar a conocer que la aplicación de un sistema de gestión de la información debería darse a la par con la implementación del sistema de gestión de calidad, porque ambos sistemas se complementan y ayudaría mucho en la gestión del laboratorio para agilizar y mejorar el desarrollo de todas las actividades. Este sistema sería una solución tecnológica para PYMEs que requieren tener un control de toda su gestión de la calidad y productividad.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se presentaran durante el desarrollo de la presente investigación son las siguientes:

- No se puede realizar en todos los laboratorios a nivel nacional, puesto que está orientado a la pequeña y mediana empresa.
- Escaso número de laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMES que utilizan actualmente el Sistema LIMS.
- Poca disponibilidad económica para realizar visitas a nivel nacional, a los diversos laboratorios de ensayos químicos de todo el Perú, desarrollando solamente visitas a laboratorios del nivel de las PYMES de Lima y Callao.

1.7. Objetivos

1.7.1 *Objetivo general*

Implementar el sistema LIMS para mejorar la gestión de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao.

1.7.2. *Objetivos específicos*

Conocer el impacto que generará el empleo del sistema LIMS en el área de ingreso y recepción de muestras.

Estimar el impacto que generará el empleo del sistema LIMS en el control de los análisis y la trazabilidad de las muestras.

Identificar el impacto que generará el empleo del sistema LIMS en el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayo al cliente.

1.8. Hipótesis

1.8.1. *Hipótesis general*

El sistema LIMS mejorará la gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao.

1.8.2. *Hipótesis específicas*

El empleo del sistema LIMS mejorará la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.

La implementación del sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de Lima y Callao mejorará el control de los análisis y la trazabilidad de las muestras.

El empleo del sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de lima y callao mejorará el tiempo de entrega de resultados e informe de ensayo a los clientes.

II. Marco teórico

2.1. Marco conceptual

2.2.1. Sistema de gestión de la información- LIMS (*Laboratory information management system*)

Fernandez (2017), define LIMS como un sistema de información para los laboratorios en el cual se encuentra información de todos los procesos llevados a cabo como, por ejemplo, toma e identificación de muestras, resultados de análisis y generación de informes de ensayo; también se puede manejar información referente a las operaciones financieras y administrativas del laboratorio. Esto ayuda manejar una trazabilidad en todos los procesos para así poder tener pleno control de estos, además de poder supervisar la calidad de cada una de las operaciones para así poder optimizarlas y mejorarlas continuamente. El sistema LIMS trabaja muy bien relacionado a otro sistema de calidad, como lo son la ISO 9001, NTC- ISO / IEC 17025, ISO 15189, entre otras.

A. Sistema de Gestión de la Información- LIMS

Un Sistema de Gestión de Información de Laboratorio (Laboratory Information Management System – LIMS) es un sistema que se basa en la aplicación de un software que permite la administración de los datos de laboratorio y los asocia de manera efectiva con el objeto de mejorar la eficiencia de los laboratorios. Un sistema LIMS soporta todas las operaciones de un laboratorio moderno y permite automatizar flujos de trabajo, integrar instrumentos, y gestionar datos de laboratorio e información relacionándola de manera fácil, sencillamente, y de forma confiable. LIMS también apunta a hacer los datos más fáciles de almacenar, rastrear, y verificar a lo largo del tiempo y a través de experimentos de forma que los laboratorios puedan evaluar y mejorar la eficiencia operativa.

El sistema LIMS permite realizar la gestión de muestras, integración de instrumentos y su aplicación, así como el intercambio de datos y gestión de operaciones como:

- **Gestión de auditoría** – mantiene por completo un rastro de auditoría
- **Manejo de código de barras** – asigna uno o más puntos de datos a un formato de código de barras, lee y extrae información de un código de barras.
- **Cadena de custodia** – asigna roles y acceso al registro de datos específicos y respecto a quien los administra.
- **Cumplimiento** – se adecúa a los estándares regulatorios que conciernen al laboratorio.
- **Gestión de documentos** – procesa y convierte datos a determinados formatos, gestiona la forma en la que los documentos son distribuidos y como se accede a estos.
- **Calibración y mantenimiento de instrumentos** – programa interfaces de manera rápida y confiable para que los datos sean ingresados por parte de una persona o un componente electrónico.
- **Aseguramiento y control de calidad** – mide y controla la calidad de las muestras, estándares de ingreso de datos y flujo de trabajo.
- **Reportes** – crea y programa reportes en un formato específico; programa y distribuye reportes o partes designadas.
- **Seguimiento temporal** – calcula y mantiene tiempos de procesamiento y manejo en reacciones químicas, flujos de trabajo y más.
- **Rastreabilidad** – muestra rastros de auditoría y/o cadena de custodia de una muestra.
- **Flujos de trabajo** – rastrea una muestra, un lote (Batch) de muestras, o un “lot” de lotes a través de su ciclo de vida.

B. Sistema de Información

“Un Sistema de Información, es aquél que permite recopilar, administrar y manipular un conjunto de datos que conforman la información necesaria para que los estamentos ejecutivos de una organización puedan realizar una toma de decisiones informadamente.”

- **Servidor:** Es un programa o dispositivo que provee servicios para otros programas o dispositivos llamados clientes. El propósito de un servidor es compartir datos, así como compartir recursos y distribuir trabajo.

- **Aplicación web:** Es un programa que utiliza navegadores web y tecnologías web para realizar tareas a través del internet. Ejemplos de 18 aplicaciones web son: servicios de correo electrónico como Gmail y Outlook, o redes sociales como Facebook y Twitter.

- **Base de datos:** “Una base de datos es una colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite”.

C. Conceptos de Química

Chamizo (2011), no habla de la química a lo largo de la historia, haciendo referencia que la química es heredera de una gran cantidad de oficios y tradiciones que influyeron en la vida diaria de todas las culturas. Los laboratorios, como los conocemos hoy en día, son una de esas herencias compartidas con otras ciencias, y que caracterizan el quehacer de la química como una ciencia experimental. El experimento químico, es algo singular que identifica a la química como la actividad científica productiva.

Valcárcel y Ríos (2002), definen calidad como un concepto abstracto que tiene diversas implicaciones, señalan que según la Real Academia de la lengua, la calidad es una “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie” es así que un resultado analítico A será mejor que otro B (procedentes ambos de aplicar procesos analíticos diferentes al mismo

analito en la misma muestra) si el primero se acerca más al verdadero valor y presenta menor dispersión (mayor precisión).

Calidad del laboratorio. Se define como “conjunto de características de los procesos y la información generada que satisfacen las expectativas del cliente o usuario”.

Proceso analítico. Se define como el conjunto de operaciones que separa a la muestra sin tomar ni medir ni tratar, y los resultados expresados según requerimientos. Este proceso puede considerarse dividido en tres etapas:

- a) Operaciones previas (muestreo, tratamiento, disolución, separaciones)
- b) Reacciones analíticas, es decir, el uso de un instrumento que genera información
- c) La recolecta y tratamiento de datos.

La calidad de los resultados. Que es el aspecto más importante, depende de la calidad de las diferentes etapas del proceso analíticos; pero la exigencia de un determinado nivel de calidad a los resultados, implica la elevación de la calidad del trabajo analítico. No puede menospreciarse la incidencia de ninguna de las tres etapas del proceso analítico en la calidad final de los resultados. Así, aunque se disponga de instrumentos sofisticados esto no garantiza la bondad de los resultados.

Laboratorio químico. Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; está equipado con instrumentos de medida o equipos con los que se realizan experimentos, investigaciones y prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

Laboratorio químico. Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; está equipado con instrumentos de medida o equipos con los que se

realizan experimentos, investigaciones y prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

Valcárcel y Ríos (2002). Los laboratorios químico-analíticos no pueden eximirse de la calidad, sino que esta característica debe ser el objetivo del quehacer diario si quieren que los resultados generados sean reconocidos y aceptados y que ayude a los usuarios en la toma correcta de decisiones.

Se debe considerar algunas herramientas para la gestión de los laboratorios:

- Validación de métodos
- Cálculos de incertidumbres
- Uso de diagramas de control
- Gestión de equipos
- Calibración
- Ensayos interlaboratorios
- Implementación del sistema de gestión de la calidad
- Generación de resultados técnicamente válidos
- Personal capacitado
- Método analítico adecuado
- Equipamiento calibrado
- Estudio de las capacidades del método
- Establecimiento de los límites de confianza
- Procedimientos bajo control
- Evaluación por organismos técnicamente competentes
- Comparación de resultados
- Sistema de aseguramiento de la calidad

Según Carot (2001), manifiesta que el ingrediente básico en la nueva concepción del control de calidad es la utilización del método científico y de la estadística, en la planificación de recolecta y análisis de los datos necesarios para la toma de decisiones.

El Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2017), en su definición sobre los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración refiere lo siguiente:

D. Personal

Todo el personal del laboratorio, ya sea interno o externo, que puede influir en las actividades de laboratorio debe actuar imparcialmente, ser competente y trabajar de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio.

El laboratorio debe documentar los requisitos de competencia para cada función que influye en los resultados de las actividades del laboratorio, incluidos los requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia.

El laboratorio debe asegurarse que el personal tiene la competencia para realizar las actividades de laboratorio de las cuales es responsable y para evaluar la importancia de las desviaciones.

El laboratorio debe tener procedimientos y conservar registros para:

- ✓ Determinar los requisitos de competencia;
- ✓ Seleccionar al personal;
- ✓ Formar al personal;
- ✓ Supervisar al personal;
- ✓ Autorizar al personal;
- ✓ Realizar el seguimiento de la competencia del personal.
- ✓ Determinar los requisitos de competencia;

La dirección del laboratorio debe comunicar al personal sus tareas, responsabilidades y autoridad.

E. Trazabilidad metrológica

El laboratorio debe documentar y mantener la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a los aspectos de responsabilidad y medio ambiente.

INACAL (2017), en la directriz para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración señala que el personal del laboratorio debe establecer la manera en la que se asegura que el personal interno y externo que influye en la validez de los resultados incluido el personal, que realiza ensayos, calibraciones y/o muestreo, personal que autoriza los informes de ensayos/certificados de calibración, supervisores, y personal que está involucrado directa o indirectamente en la gestión u operación del laboratorio, actúa imparcialmente, es competente y trabaja de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio que ha definido.

Debe entenderse a calificación como educación, formación y experiencia laboral demostrada mediante cualquier tipo de evaluación o prueba.

Control de los datos y gestión de la información, debe entenderse como interface el sistema de información del laboratorio y otros sistemas computarizados tales como equipos de laboratorios con configuración del software.

El laboratorio debe conservar todo tipo de registros incluyendo las fallas en el servidor informático que contiene el sistema de información del laboratorio.

F. Requisitos

Según Westgard (2014). El laboratorio debe tener implementado procedimientos para la gestión del personal y debe mantener registros que demuestren que dicho personal cumple

con los requisitos establecidos por el laboratorio, incluyendo la documentación de las calificaciones del personal, descripciones de sus puestos, entrenamiento para los nuevos empleados, analistas etc., la formación en el SGC y los procesos y procedimientos de trabajo, la evaluación periódica de la competencia, evaluación del desempeño del personal y evidencia de la mejora continua.

G. Instalaciones y condiciones ambientales.

El laboratorio debe estar diseñado en un espacio adecuado para realizar el trabajo, que este apto para asegurar la calidad y la eficacia de los servicios que se presta a los usuarios. Esto incluye áreas de laboratorio y de oficina, áreas de almacenamiento, instalaciones para el personal, las instalaciones para tratamiento de las muestras y mantenimiento de las instalaciones y las condiciones ambientales.

El laboratorio debe contar con un procedimiento documentado que gestione la adquisición del equipos y materiales. Este procedimiento puede incluir pruebas para la aceptación de equipos, manual de uso, calibración y trazabilidad metrológica, programa de mantenimiento y reparación, la notificación de los incidentes adversos y registros detallados de uso, mantenimiento y operación. Asimismo, el laboratorio debe tener un procedimiento documentado para la recepción, almacenamiento, ensayos de aceptación y la gestión del inventario de reactivos y consumibles. Esto debe incluir el uso e informe de incidentes adversos.

H. Procedimientos pre analíticos

El laboratorio debe tener procedimientos documentados e información para las actividades pre analíticas con el fin de asegurar la validez de los resultados de los análisis. procedimientos para la toma de muestras y transporte, procedimientos de procesamiento de muestras, y las instalaciones para el almacenamiento adecuado de las muestras.

I. Procedimientos analíticos.

El laboratorio debe seleccionar los procedimientos analíticos que han sido validados para su uso previsto. Se debe registrar la identidad de las personas que realizan actividades en los procesos analíticos. Los requisitos específicos para cada procedimiento analítico se deben referir al uso previsto de dicho análisis. La verificación se refiere a la confirmación de las especificaciones de desempeño declaradas por el fabricante, mientras que la validación se refiere a la valoración que el desempeño es adecuado para el uso previsto de los resultados de las pruebas. En una verificación se asume que los fabricantes han realizado extensos estudios de validación, permitiendo de este modo al laboratorio simplemente confirmar las especificaciones de desempeño declaradas por los fabricantes. La validación es aplicable cuando el laboratorio quiere evaluar el desempeño relativo a los requisitos establecidos para el uso previsto de la prueba. Esto es requerido para métodos modificados o desarrollados por el laboratorio. Además de la validación o verificación se requiere que el laboratorio determine la incertidumbre de medición para cada procedimiento de medición y análisis utilizada para informar los valores cuantitativos medidos en las muestras.

J. Aseguramiento de la calidad de los resultados del análisis.

El laboratorio debe asegurar la calidad de los análisis mediante su realización en condiciones definidas. Se deben implementar procesos pre analíticos y post analíticos adecuados.

El laboratorio no debe inventar ningún resultado, considera al control de la calidad y establece que el laboratorio debe diseñar procedimientos de control de calidad que verifiquen el cumplimiento de la calidad prevista de los resultados. Se recomienda que se examinen los materiales de control de la calidad con una frecuencia que refleje la estabilidad del procedimiento de examen y tenga en cuenta las consecuencias de los resultados erróneos.

El laboratorio deberá aplicar técnicas de control estadístico para tomar decisiones sobre la aceptabilidad de los resultados analíticos y la necesidad de rechazar corridas analíticas y repetir las pruebas de pacientes. El laboratorio debe participar en un programa de comparación inter-laboratorio (tal como un programa de evaluación externa de la calidad o programa de ensayo de aptitud) apropiado para el análisis y la interpretación de resultados del análisis. Si un programa de comparación entre laboratorios no está disponible, el laboratorio debe utilizar mecanismos alternativos, como el uso de materiales de referencia certificados, muestras previamente analizadas, el intercambio de muestras con otros laboratorios, o los materiales de control que se prueban a diario en programas de comparación interlaboratorios. También hay una necesidad de una comparación de los resultados de los métodos utilizados en el laboratorio para asegurar la comparabilidad de los resultados de los análisis.

K. Procesos post analíticos.

El laboratorio debe tener implementado procedimientos para asegurar que el personal autorizado y capacitado revisa los resultados del análisis previo a la liberación, evaluando y comparando con el control de calidad interno y, cuando sea apropiado, a la información de análisis anteriores como referencia. El laboratorio debe tener implementado un procedimiento documentado para la identificación, recolección, retención, almacenamiento, mantenimiento y disposición segura de las muestras procesadas.

Los resultados de cada análisis deben ser informados con exactitud, claridad, de manera que no admita duda y en concordancia con las instrucciones específicas del procedimiento de análisis respectivo.

El laboratorio debe definir el formato y el soporte del informe de resultados, en electrónico o papel, y la manera en que se va a comunicar a los clientes.

Existe también una descripción detallada sobre el contenido apropiado de los informes. El laboratorio debe establecer procedimientos documentados para la liberación de

los resultados de los análisis, incluyendo detalles acerca de quién está autorizado a liberarlos y a quién informarlos. Cuando existe una selección y presentación automática de los resultados, por ejemplo, programas de autoverificación automatizados, los criterios para liberar los informes, deben ser cuidadosamente definidos y validados para su uso. Se debe incluir la información sobre interferencias en las muestras, además de las advertencias de instrumentos o señales de alerta. El laboratorio también debe tener un procedimiento documentado para los informes revisados o corregidos para notificar claramente al usuario de los cambios en los resultados de pruebas.

2.2. Gestión de la información del laboratorio

El laboratorio debe tener acceso a los datos y a la información necesaria para proveer un servicio que cumpla las necesidades y los requisitos de los clientes. El laboratorio debe contar con un procedimiento documentado que asegure la confidencialidad de la información de los pacientes en todo momento. El laboratorio debe definir las autoridades y responsabilidades para la entrada, acceso, rectificación y liberación de los resultados de las pruebas. El sistema de información de laboratorio debe ser validado por el proveedor y verificado por el laboratorio para asegurar su funcionamiento en condiciones adecuadas.

2.2.1. Manejo de la información del laboratorio mediante el Sistema LIMS

Para un mejor entendimiento del manejo del Software del Sistema LIMS en todas las áreas del laboratorio se tiene un instructivo con la configuración y uso del software del LIMS que abarca desde la creación de esquemas hasta la generación del informe de ensayo. Cabe señalar que cada personal tiene acceso al Sistema según su competencia y uso para la aplicación del software en su área de trabajo. Los usuarios del Sistema LIMS pueden manejar 5 ítems, que son configurados previa autorización:

1. Datos maestros,
2. Procesos,
3. Reportes,
4. Utilitarios y
5. Salida.

En el Software del Sistema LIMS se puede agregar diversa información del cliente, como: tipo de muestra, cantidad de muestra, puntos de muestreo, unidad de medida, tipo de producto, parámetros, fórmulas y otros de acuerdo a la competencia del usuario, al completar de ingresar la información se debe seleccionar el icono Grabar, para guardar los cambios.

Figura 1

Icono grabar



Nota. Elaboración propia.

- Cuando se desea adicionar puntos de muestreo, parámetros, tipos de productos, analistas y otros. Se utiliza las siguientes flechas (generalmente esto lo realiza el personal responsable del ingreso y recepción de muestras).
- El clip a la derecha, sirve para adicionar lo que se solicite y el clip a la izquierda sirve para eliminar. Se debe tener cuidado, para evitar eliminar información importante.

Figura 2

Iconos de flechas

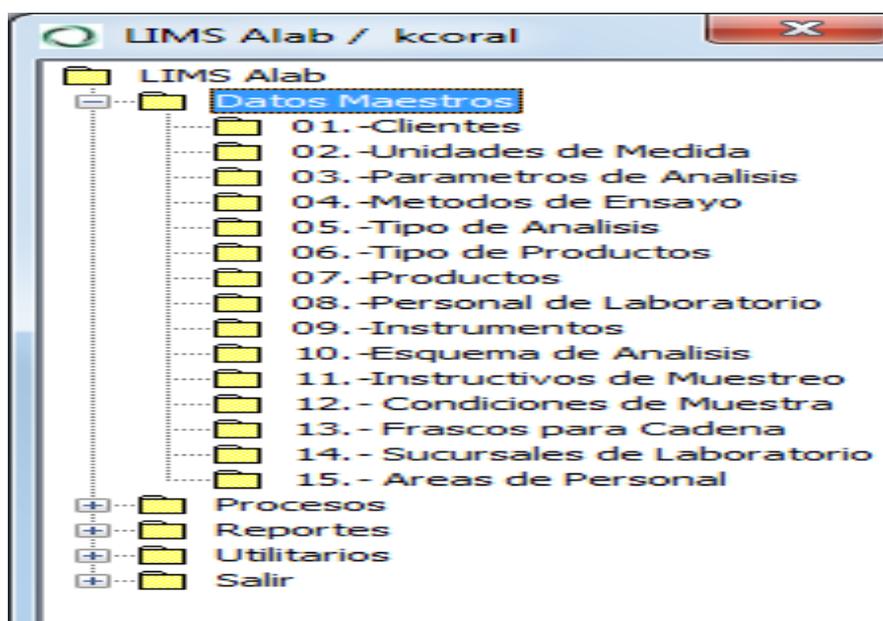


Nota. Elaboración propia.

El ingreso de datos maestros, son configurados solo cuando se necesite agregar clientes, unidades de medida y todos los demás ítems que se observan en la siguiente imagen.

Figura 3

Datos maestros del LIMS



Nota. Elaboración propia.

Datos del cliente, se debe llenar los datos subrayados, como se observa en el ejemplo siguiente. Además de la procedencia y puntos de la muestra.

Figura 4

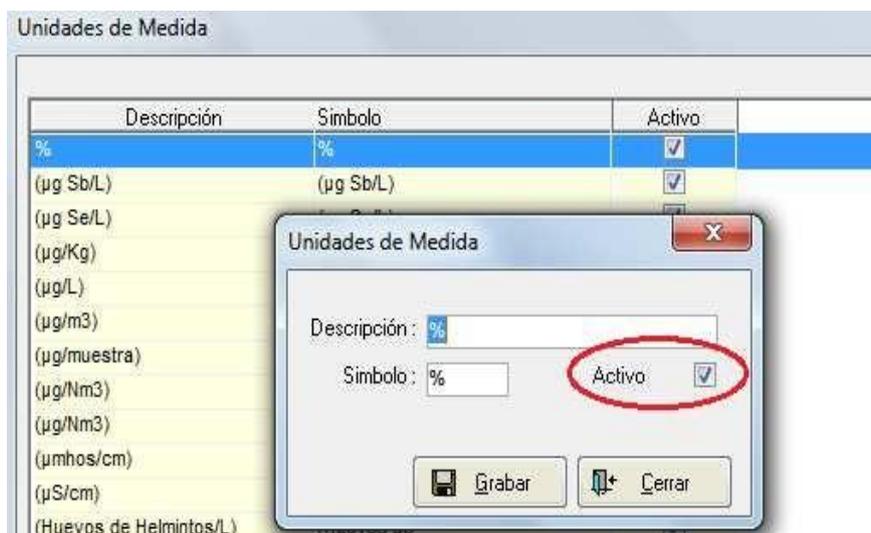
Ejemplo de ingreso de datos del cliente

Nota. Elaboración propia.

Unidades de medida, es necesario que este activo y se debe seleccionar grabar para guardar los cambios.

Figura 5

Ejemplo de ingreso de unidades de medida en el sistema LIMS

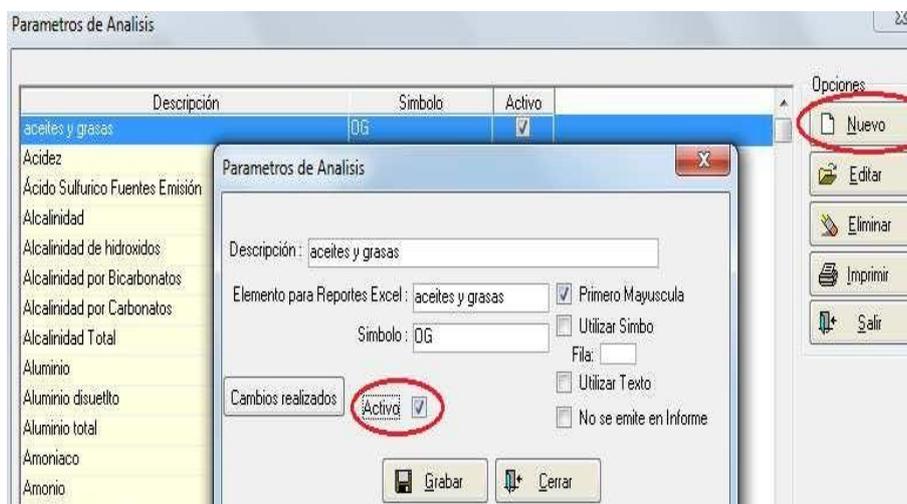


Nota. Elaboración propia.

Para adicionar un parámetro de análisis, seleccionar Nuevo, llenar la información solicitante, seleccionar Activo y finalmente Grabar, Cerrar y Salir.

Figura 6

Ejemplo de ingreso de parámetros de análisis

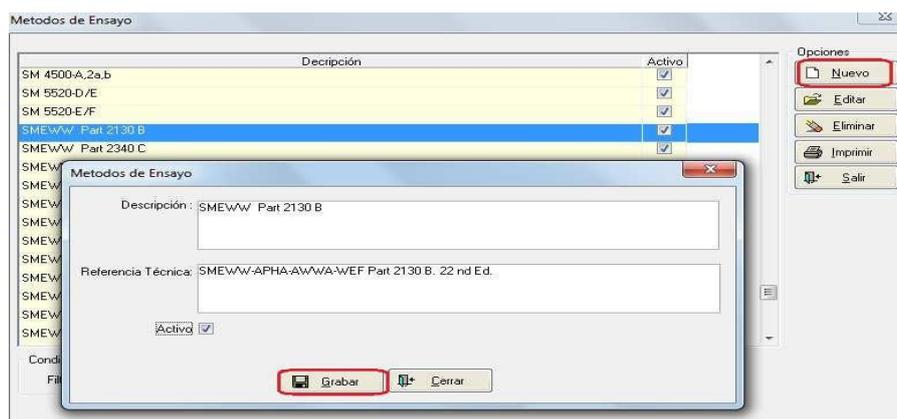


Nota. Elaboración propia.

Métodos de ensayo. Se debe rellenar la descripción lo más breve posible, pero siempre teniendo como guía el método, en la referencia técnica de los métodos acreditados, versión actualizada.

Figura 7

Ejemplo de ingreso de métodos de ensayos



Nota. Elaboración propia.

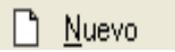
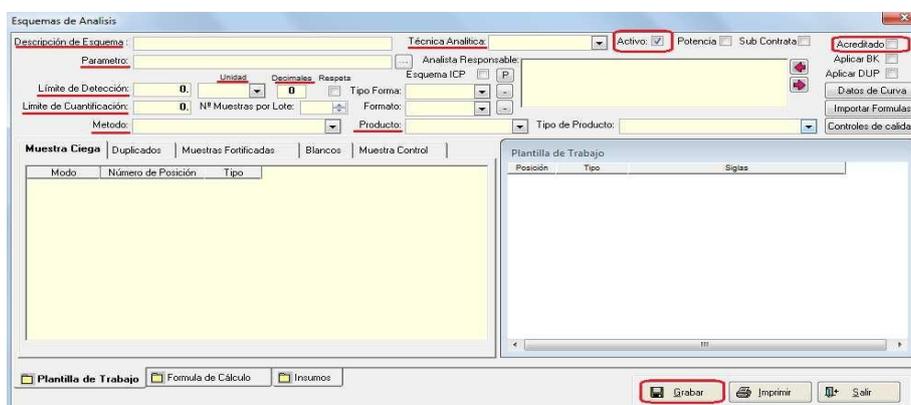
Para generar un nuevo esquema de análisis. Se genera la siguiente pantalla cuando se seleccione . Todo lo subrayado debe completarse o seleccionarse de la lista desplegable y lo en circulado debe activarse, si no fuesen métodos acreditados no activar Acreditado realizar check en Subcontrata.

Figura 8

Ejemplo del esquema de análisis



Nota. Elaboración propia.

Adicionar los controles de calidad como CCV, patrón, muestra fortificada y duplicados, según lo mencionado en el aseguramiento de calidad, también adicionar el número de muestras por lote y grabar.

Figura 9

Ejemplo de esquema de análisis

Esquemas de Analisis

Descripción de Esquema: MERCURIO Técnica Analítica: Instrumental Activo: Potencia: Sub Contrato: Acreditado:

Parámetro: Mercurio Analista Responsable: 1 0555 2 0594 3 0589

Límite de Detección: 0.16 mg/Kg M Decimales: 2 Respeto: Tipo Forma: Esquema ICP: P Datos de Curva

Límite de Cuantificación: 0.4 mg/Kg M Nº Muestras por Lote: 27 Formato: Importar Formulas

Método: EPA 7471 B Producto: Suelos Tipo de Producto: Suelo Controles de calidad

Muestra Ciega Duplicados Muestras Fortificadas Blancos **Muestra Control**

Modo	Número de Posición	Tipo	Evalua	Unidad
ABSOLUTO	2	MC	82.30	mg/Kg Ms
ALEATORIO	8	MC	.00	mg/Kg Ms

Plantilla de Trabajo

Posición	Tipo	Siglas
1	BK	BLANCO
2	MC	PATRON
3	MUE	
4	D	DUP
5	ADI	ADI
6	D	DUP DE ADICION
7	ADI	ADI-POST
8	MC	CCV
9	MUE	
10	MUE	
11	MUE	

Las siglas pueden tipearse (CCV).

Plantilla de Trabajo Formula de Cálculo Insumos

Grabar Imprimir Salir

Nota. Elaboración propia.

En fórmula de cálculo. Se debe rellenar todo lo subrayado y encerrado en círculo. Si se necesita que el resultado y los controles aparezcan en el informe de ensayo es necesario seleccionar Qa Qc, Bk, Res Bk, Visible y R.F. Solo seleccionar Editar, si se ingresan los datos manualmente, pero en caso de fórmulas no seleccionar, para evitar manipular la fórmula en la entrada de datos.

En la columna de formato, los “#”, significan espacios disponibles a la derecha e izquierda del punto de separación y los “0” serán visibles en el ingreso de datos.

Figura 10

Ingreso de datos en esquema

Esquemas de Análisis

Descripción de Esquema: MERCURIO Técnica Analítica: Instrumental Activo: Potencia: Sub Contrata: Acreditado:

Parámetro: Mercurio Analista Responsable: 1 0555 Esquema (CP): 2 0594 3 0589

Límite de Detección: 0.16 mg/Kg M Decimales: 2 Respeto: Tipo Forma: Tipo Forma: Datos de Curv. Aplicar BK: Aplicar DUP:

Límite de Cuantificación: 0.4 Nº Muestras por Lote: 27 Formato: Importar Formu. Controles de cálcul

Método: EPA 7471 B Producto: Suelos Tipo de Producto: Suelo

WT	Siglas	Descripción	Unidad	Qa	Qc	Bk	Res Bk	Editar	Visible	R.F	Parámetro	Inici	Columna	Fórmula	Formato	Lectu
1		Concentración de mercurio	Concentración de mercurio mg/kg MS	<input checked="" type="checkbox"/>	Mercurio	0.00	C2	(C2*C3*C4)/C5	#####0.0##	<input type="checkbox"/>						
2		Concentración del extracto	Concentración del extra (µg/L)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mercurio	0.00	C2		#####0.0##	<input type="checkbox"/>
3		Volumen de extracto	Volumen de extracto ml	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mercurio	0.00	C3		#####0.0##	<input type="checkbox"/>
4		Fator de dilución	Fator de dilución NU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mercurio	0.00	C4		#####0.0##	<input type="checkbox"/>
5		Peso de muestra de humedad	Peso de muestra de hur g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mercurio	0.00	C5		#####0.0##	<input type="checkbox"/>
6		Fracción de sólidos	Fracción de sólidos NU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mercurio	0.00	C6		#####0.0##	<input type="checkbox"/>

Plantilla de Trabajo **Formulas de Cálculo** Insumos

Grabar Imprimir Salir

Nota. Elaboración propia.

Procesos. Es la parte del LIMS, donde se creará la cadena de custodia, la solicitud de ensayo, las hojas de trabajo (OT), se ingresará los resultados, se emitirá los informes y se realizará el control de informes.

Cadena de custodia. En esta parte del LIMS se utilizarán los datos maestros ingresados como: clientes, analistas de campo, frascos, puntos de muestreo, producto y fechas.

Todo lo subrayado en la imagen siguiente es obligatorio llenar, en caso de asignación de puntos, al seleccionar se generará una pantalla donde aparecerá los puntos de muestreo de la empresa seleccionado que fueron ingresados en los datos maestros de clientes, pero si no estuviese mencionado un punto nuevo de muestreo se puede adicionar manualmente en la misma pantalla de la siguiente forma: seleccionar puntos no identificados, adicionar cuantos se requiere y aceptar.

Y al terminar de asignar los puntos grabar y luego asignar el tipo de producto y volver a grabar.

Figura 11

Ejemplo de ingreso de datos en esquema

The screenshot shows a software interface for 'Cadena de Custodia - Envío de Muestras'. The window title is 'Cadena de Custodia - Envío de Muestras / Usuario: kcoral'. The interface includes several input fields and buttons. Red boxes highlight the 'Grabar' button in the 'Opciones' panel, and the 'Asignar Puntos', 'Asignar Fechas', and 'Asignar Tipo Producto' buttons in the 'Lista de Muestras' section. The 'Fecha' field is set to 29/12/2017 16:52. The 'Estado' is 'Con Ingreso y Liberado'. The 'Producto' field is empty. The 'Cliente' field is empty. The 'Referencia' field is empty. The 'Analista de Campo' field is empty. The 'Fecha Recep.' field is 29/12/2017 16:52. The 'Lugar de Recepción' is 'Prolongacion Zarumilla Mz D2 lote 3'. The 'Plan de Muestreo' is 'Realizado por ALAB (*)'. The 'Condición Acreditado' is 'En buen estado de conservación y preservación'. The 'Transportista' is 'ALAB SRL'. The 'VBP* RM' is 'Responsable de Monitoreo'. The 'Lista de Muestras' table has columns: Punto, Código de Estación, Tipo Producto, Muestreo Ini, Muestreo Fin, and Listado de Parametros.

Nota. Elaboración propia.

Para adicionar los parámetros con ayuda de las flechas, seleccionar el código de muestra y luego seleccionar los parámetros y aceptar. Como se observa en la siguiente figura, puede darse el caso que un parámetro se puede realizar por varios métodos, seleccionar el método solicitado por el cliente y aceptar. Si no tuviese varios métodos solo con el check es suficiente. Recordar siempre de verificar el método solicitante, la unidad, si está acreditado y el producto para cada parámetro seleccionado. La selección puede ser múltiple. Finalmente aceptar y grabar. El sistema generará una numeración correlativa para cada cadena de custodia, como el siguiente ejemplo:

Figura 12

Cadena de custodia

The screenshot displays a software interface for 'Cadena de Custodia - Envío de Muestras'. The top section contains a form with various fields for sample information, including 'Id Cadena Custodia' (highlighted with a red box), 'Fecha', 'Estado', 'Producto', 'Cliente', 'Referencia interna', 'Analista de Campo', 'Recibido por', 'Observaciones', 'Enviado por', 'Fecha Envío', 'Procedencia', 'Solicitado Por', 'Fecha Recop.', 'Lugar de Recopilación', 'Plan de Muestras', 'Condicón Acreditado', 'Condicón No Acreditado', 'Transportista', 'VPM/Filt', 'Responsable de Monitoreo', 'Id Recopilación', 'Informe de Muestreo', 'Cantidad de puntos muestreados', and 'Instrucciones de Muestra'. Below the form are two tables: 'Lista de Muestras' and 'Lista de Parámetros'. The 'Lista de Muestras' table has columns for 'Punto', 'Código de Etiqueta', 'Tipo Producto', 'Muestras In', and 'Muestras Fa'. The 'Lista de Parámetros' table has columns for 'File', 'Parámetros', 'Extensión', 'Tipo de Análisis', 'Unidad', and 'Acreditado'. The 'Lista de Parámetros' table lists 14 parameters for 'Aire' analysis, including 'Determinación de peso Filos PM10', 'Determinación de peso Filos PM2.5', 'Dióxido de Azufre', 'Dióxido de Nitrógeno', 'Material particulado PM 10 Alto volumen', 'Material particulado PM 10 Bajo volumen', 'Material particulado PM 2.5 Alto volumen', 'Material Particulado PM 2.5 Bajo', 'Monóxido de Carbono', 'Ozono', 'Plomo', and 'Plomo'.

Nota. Elaboración propia.

Solicitud de ensayo. Es la herramienta utilizada para la generación de órdenes de trabajo, por el área de recepción de muestra. Se selecciona la cadena de custodia y se genera una pantalla, seleccionar la cadena de custodia correspondiente, luego se acepta y se graba.

Figura 13

Ejemplo de solicitud de ensayo

Id Cadena	Fecha	Cliente	Procedencia	Estado
0000000017	11/12/2017 04:17 p.m.	SAS CONSULTORES Y ASESORES S.A.C.		Con Ingreso y Liber
0000000018	11/12/2017 04:46 p.m.	SAS CONSULTORES Y ASESORES S.A.C.	ALMACEN QSI - LURIN - LIMA	Con Ingreso y Liber

Nota. Elaboración propia.

Se generará el número de solicitud de ensayo. N° de informe y seleccionando observ., se podrá escribir alguna observación de la muestra.

Seleccionar código de laboratorio asignarle un código y “si” en generar automáticamente los correlativos, por ejemplo, M-001. Finalmente grabar.

Figura 14

Ejemplo del llenado de solicitud de ensayo

Nota. Elaboración propia.

Hojas de trabajo. Con esta herramienta se observarán la demanda de muestras y se generarán las órdenes de trabajo.

Figura 15

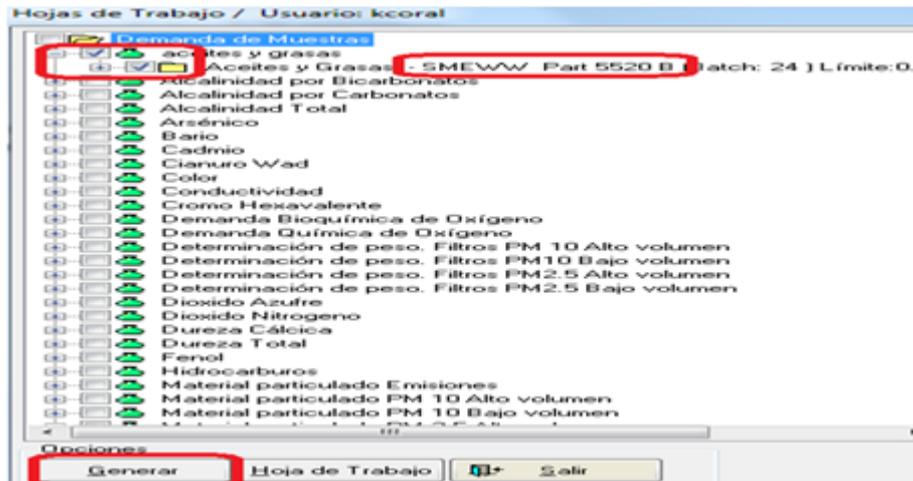
Hoja de trabajo

Nota. Elaboración propia.

Se debe seleccionar el parámetro de análisis (Check), verificar si el método es el utilizado, ya que hay ciertos parámetros que se realizan por diferentes métodos y generar.

Figura 16

Entrada de datos: hoja de trabajo



Nota. Elaboración propia.

Cuando se seleccione Generar aparecerá el número del Id Job de forma correlativa y luego de Grabar

Id Job: 0000000052

Entrada de datos. Seleccionar Buscar y se generará una pantalla (Buscar hoja de trabajo), Seleccionar Hoja, digitar el número de hoja (Id Hoja) y Buscar. Al seleccionar la hoja de trabajo, se generará la siguiente pantalla, el cual es un ejemplo para el análisis de cianuro total.

Al seleccionar la hoja de trabajo, se generará la siguiente pantalla, el cual es un ejemplo para el análisis de cianuro total.

Figura 17

Ejemplo de programa de hoja de trabajo

Batch	Fila	Tipo Muestra	Código Laboratorio	Id	Producto
1	1	BK	BLANCO	1	
1	2	MC	PATRON	1	
1	3	MUE	W-0001	1	Agua Natural (Subterránea)
1	4	ADI	ADI	1	
1	5	D	DUPADI	1	

Nota. Elaboración propia.

En cualquier esquema de entrada de datos, se inicia digitando los datos como: lecturas, factor de dilución, absorbancias, volúmenes, pesos, normalidades, pendientes, etc. Luego seleccionar calcular y se mostraran los resultados del analito a reportar en el informe de ensayo. Después de haber chequeado tus resultados y las cartas de control. (Gráfico QA/QC), seleccionar Aprobado Todo, Grabar y Enviar. (Gráfico QA/QC), seleccionar Aprobado Todo, Grabar y Enviar.

Figura 18

Entrada de datos: hoja de trabajo

Batch	Fila	Tipo Muestra	Código Laboratorio	Informe	Id	Estado	Cianuro total mg/L	Lectura mg/L	Vol. solución absorbente ml	Vol. original muestra ml
1	1	BK	BLANCO		1		0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	MC	PATRON		1	Proceso	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	MUE	W-0002	SE-52-17	1	Proceso	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	ADI	ADI		1	Proceso	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	D	DUPADI		1	Proceso	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	MC	CCV		1	Proceso	0.0	0.0	0.0	0.0

Nota. Elaboración propia.

Emisión de informe. Esta herramienta se utiliza para generar el informe de ensayo.

Figura 19

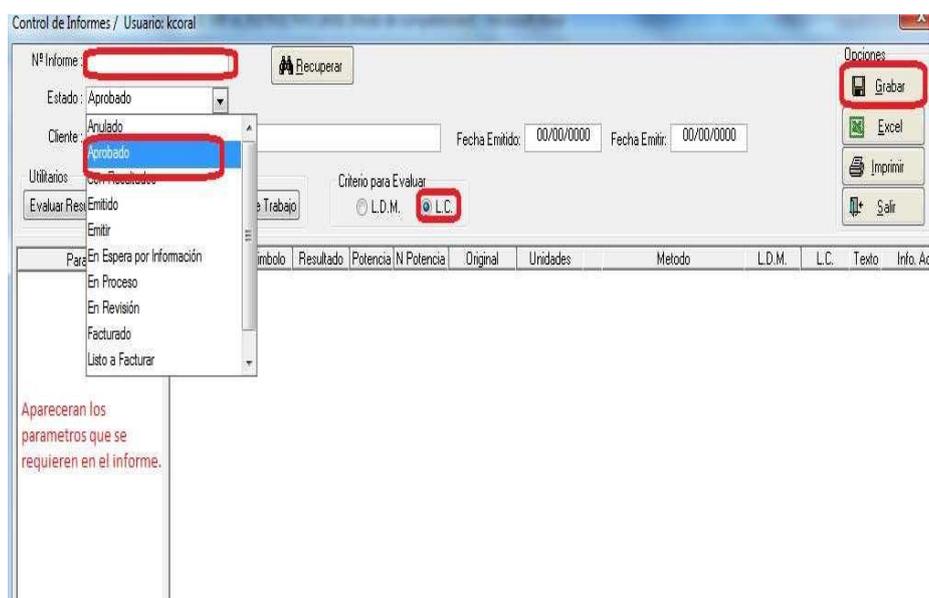
Emisión de informe

Nota. Elaboración propia.

Control de informes. Con esta herramienta, el encargado(a) de laboratorio y/o analista designado, podrá dar seguimiento a cada informe, podrá visualizar si el informe esta completo para aprobarlo o tiene algún parámetro pendiente. Si el informe estuviese completo, lo aprueba y selecciona Grabar.

Figura 20

Ejemplo de control de informe



Nota. Elaboración propia.

Trazabilidad de muestras. Es también utilizado para dar seguimiento a los informes de ensayo.

Reporte. Control de operaciones, herramienta utilizada para visualizar el estado de todas las órdenes dentro de un rango de fechas, generalmente un mes. También puede ser exportado a un Excel. El jefe de laboratorio o personal designado debe hacer seguimiento de los resultados pendientes.

El Sistema LIMS se puede implementar en todas las áreas del laboratorio, desde el ingreso y recepción de las muestras, análisis de muestras por cada parámetro y matriz, revisión y emisión de resultados, emisión de informes de ensayos para entrega al cliente.

Coeficiente alfa de cronbach

Oviedo y Campo-Arias (2005), plantearon que el coeficiente alfa de Cronbach, es un índice usado para medir la confiabilidad y consistencia interna de una escala, es decir evaluar la magnitud en que los ítems de un instrumento se correlacionan. (3,17). En otras palabras, el alfa de Cronbach es el promedio de las correlaciones entre los ítems que conforman el instrumento. (p. 40). Asimismo, se puede entender este coeficiente como la medida en la cual algún concepto o factor medido está presente en cada ítem.

Alfa de Cronbach

Para indicar que un instrumento es adecuado y se pueda utilizar con toda la confianza se requiere que cumpla con dos requisitos: confiabilidad y validez. (González, 2008).

Este índice nos informa si un instrumento mide de forma adecuada las variables que se pretenden evaluar con facilidad y eficiencia. La validez, en general, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Tenemos varios ejemplos, un instrumento para medir la inteligencia válido, debe medir la inteligencia y no la memoria. Un examen sobre conocimientos de historia debe medir esto y no conocimientos de literatura histórica. Debe alcanzarse en todo instrumento de medición que se aplica. (Hernández et al., 2014).

Es importante considerar la medición como la asignación de un número a una variable identificada con una letra, para identificar y concluir las propiedades de un objeto, persona o cosa en estudio conforme a ciertas reglas, y determinar el grado de confiabilidad.

Menciona Niebel y Freivalds (2009). El término confiabilidad define la probabilidad de éxito de un sistema, el cual necesariamente debe depender de la confiabilidad o el éxito de sus componentes. Se puede considerar un sistema a un producto físico con componentes físicos o un procedimiento operativo con una secuencia de pasos o sub pasos que deben realizarse correctamente para que el procedimiento tenga éxito. Éxito que predice la

consistencia del instrumento con el uso de la escala de Likert y da un impacto significativo en la confianza del uso del instrumento en otras muestras de individuos con características semejantes.

Menciona Namakforoosh (2010). “Una medición es confiable con el grado que puede ofrecer resultados consistentes siempre. Es decir, la confiabilidad es el grado en el cual una medición contiene errores variables. Estas son divergencias entre observaciones o entre mediciones durante la medición, y que varían de vez en cuando para una unidad dada de análisis al ser medidas más de una vez por el mismo instrumento”.

En la medida de que estos factores se controlen o eliminen, el instrumento será más válido y confiable, pues puede indicar que el instrumento sea válido, pero poco confiable, en este caso la actividad sería modificar el instrumento para aumentar su nivel de confianza logrando su cercanía a la unidad. Según el autor la confiabilidad se puede medir mediante 5 métodos:

1) El método de prueba-contraprueba. Este método se aplica a un instrumento de medición a un grupo de personas en dos ocasiones diferentes y se calcula la correlación entre dos series de observaciones (puntuaciones). (Namakforoosh, 2010).

- Este método tiene como limitantes que el período de tiempo. (corto o largo), entre las mediciones puede confundir la interpretación del coeficiente de confiabilidad obtenido mediante esta técnica. (Silva, 2009).

2) El método de formas paralelas, que consiste en aplicar al mismo conjunto de sujetos dos o más versiones equivalentes del instrumento de medición, semejantes en contenido, en el grado de dificultad e instrucciones, variando muy poco los esquemas de respuesta, y las dos series de puntos se correlacionan para conseguir la confiabilidad.

3) División por mitades. En este procedimiento se demanda solo una aplicación del instrumento de medición, el universo de preguntas es dividido en dos partes iguales, pares

o impares o cualquier otra clasificación, finalmente se comparan las puntuaciones obtenidas en ambas mediciones, y el índice de correlación de Spearman nos reporta una estimación de confiabilidad.

Su principal limitante es que la Confiabilidad varía de acuerdo con el número de ítems que incluya el instrumento de medición.

Demasiados ítems provocarán cansancio en el la persona que responde con el riesgo que el contenido de las mitades sea diferente. (Silva, 2009).

4) Coeficiente KR-20 de Kuder – Richardson. Estos investigadores desarrollaron un coeficiente para estimar la confiabilidad de una medición, su interpretación es la misma que la del coeficiente alfa”. (Hernández et al., 2014),

Este permite calcular la confiabilidad con una sola aplicación del instrumento, no requiere el diseño de pruebas paralelas adicionales, y es aplicable sólo en instrumentos con ítems dicotómicos, como por ejemplo con 1 – 0 y se puede usar (correcto – incorrecto, presente – ausente, a favor – en contra, etc.). (Silva, 2009).

5) Coeficiente Alfa de Cronbach, este coeficiente desarrollado por J. L. Cronbach requiere una sola aplicación del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1. Su ventaja radica en que no es necesario dividir los ítems del instrumento en mitades, simplemente se aplica la medición y se calcula el coeficiente” (Hernández et al., 2014).

Este índice de consistencia interna puede ser calculado manualmente o en Excel de dos formas: 1) Mediante la varianza de los ítems o 2) Mediante la matriz de correlación. En este artículo se utilizó el software SPSS versión 20.

“El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja”. (Celina y Campo, 2005).

Este valor nos indica la consistencia interna, muestra la correlación entre cada una de las preguntas; un valor superior a 0.7 revela una fuerte relación entre las preguntas, un valor

inferior revela una débil relación entre ellas. En algunos casos el alfa de Cronbach puede arrojar un valor negativo, esto indica un error en el cálculo o una inconsistencia de la escala. Mencionan Lucero y Meza (2002), que el valor mínimo aceptable del coeficiente de fiabilidad depende de la utilización que se hará del instrumento. Es decir, dependiendo de la exactitud requerida por la disciplina que lo requiere.

III. Método

3.1. Tipo de investigación

Hernández et al. (2014), el presente estudio será de enfoque cuantitativo de tipo intencional porque está basado en una lógica de proceso inductivo (explorar y describir, para generar una perspectiva teórica). Que va de lo particular a lo general. Por ejemplo, en un estudio cuantitativo típico, se entrevista a una persona, analiza los datos que obtuvo y se sacan conclusiones; posteriormente, se entrevista a otra persona. Es correlacional ya que este estudio tendrá la finalidad de conocer la relación o grado de asociación que existe entre las variables en una muestra o contexto en particular.

De diseño no experimental de carácter transeccional, su propósito será observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos, en un estudio no experimental, no se construye ninguna situación, si no que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador, en este sentido la variable independiente ya ha ocurrido y no es posible manipularla.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población está conformada por el personal que labora en un laboratorio de servicio de ensayos químicos y comprende los siguientes puestos de trabajo: director técnico, jefe de laboratorio, coordinador o jefe de calidad, asistente de elaboración de informes, supervisor de laboratorio, analista químico y responsable de recepción de muestras, ellos son los que utilizan mayormente el sistema LIMS dentro de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao.

3.2.2. Muestra

Según Hernández et al. (2014). Para seleccionar la muestra, se ha definido la unidad de análisis (individuos, organizaciones, personal de laboratorio, situaciones, eventos, etc.).

Una vez definida la unidad de análisis, como personal de laboratorio se delimita la población. Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se deben recolectar los datos, y definir o delimitar con precisión, la muestra debe ser representativa de dicha población. Se pretende que los resultados encontrados en la muestra logren generalizarse o extrapolarse a la población (en el sentido de la validez externa que se comentó al hablar de experimentos). El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa. La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.

Debido a la accesibilidad de la información se ha considerado realizar un muestreo probabilístico de tipo intencional o por juicio en cuatro laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMES:

1. Analytical Laboratory E.I.R.L
2. ECOLAB S.R.L
3. Laboratorio J. Ramón
4. Laboratorio TYPASA.

Se ha trabajado con una muestra conformada por 40 personas, distribuida de la siguiente forma:

Tabla 1*Número de personas encuestadas de los laboratorios*

Laboratorio del nivel de PYMES	N° de Encuestados
Analytical Laboratory E.I.R. L	14
ECOLAB S.R. L	10
Laboratorio J. Ramón	8
Laboratorio TYPESA	8

Nota. Elaboración propia

Criterios de inclusión: se ha considerado en la encuesta al personal que ha trabajado con el método tradicional de forma manual y/o Excel. Y aquellas personas que conocen y trabajan con el sistema LIMS.

Criterios de exclusión: No se ha considerado en la encuesta aquellas personas que no trabajan con el LIMS o personal nuevo en el laboratorio que no ha trabajado con ambas formas de manejar la información.

3.3. Operacionalización de variable

Tabla 2

Operacionalización de variable independiente y dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE
VARIABLE X. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	Sistema de Gestión de Información de Laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos • Conocimiento • Satisfacción 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos estandarizados • Control y trazabilidad de las muestras • Nivel de conocimiento • Nivel de satisfacción 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Procedimientos estandarizados • Numero de Muestras que ingresan y salen diariamente • Número de personas que conocen el Sistema LIMS • Número de personas satisfechas de usar el Sistema LIMS
VARIABLE Y. GESTIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Acción de gestionar diferentes procesos en un laboratorio de ensayos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento con los tiempos de proceso programados • Productividad • Eficiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos del proceso de ensayo programado vs los reales ejecutados • Número de ensayos realizados por analista • Tiempo invertido entre el resultado esperado 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de procedimiento del ensayo • Numero de ensayos por parámetro • Tiempo optimo empleado en la realización de ensayos

Nota. Elaboración propia

3.4. Instrumentos

Para la realización de esta investigación el investigador se valió de los siguientes instrumentos:

En investigación científica hay una gran variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad del instrumento que se empleará en la investigación

Según Valderrama (2015), los instrumentos de recolección de datos, son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información.

En la presente investigación el instrumento aplicado es el cuestionario de escala de Likert con preguntas cerradas, y con alternativas de respuesta para cada pregunta:

- 1) Muy poco,
- 2) poco,
- 3) Regular,
- 4) bastante,
- 5) óptimo,

3.5. Procedimientos

Para evaluar los cambios obtenidos en la implementación del sistema LIMS en los laboratorios, se ha elaborado un instrumento que consiste en un cuestionario estructurado con 20 preguntas (10 preguntas antes de implementar LIMS y 10 preguntas después de implementar LIMS) en la escala de Likert, la cual se entregará al personal de laboratorio encuestado, para que de manera anónima y por escrito, responda las 20 preguntas, estas preguntas se han realizado en concordancia con los indicadores y con las dimensiones de cada una de las variables. En la Tabla 4 se muestra la Encuesta de valoración que fue realizada a los laboratorios.

Técnica empleada

La técnica empleada para esta investigación fue mediante encuestas realizadas a un total de 40 personas. Las personas encuestadas laboran en los laboratorios:

- ALAB SRL,
- ECOLAB S.R.L,
- TYPESA y
- J. RAMON,

Se ha considerado al personal de laboratorio que trabaja dentro de las áreas del laboratorio como son: ingreso y recepción de muestras, área de análisis, supervisión, área de elaboración de informes, jefatura de laboratorio y dirección técnica.

El número de personas que desarrolló la encuesta, por cada laboratorio se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3

Número de personas encuestadas de los laboratorios

Laboratorio del nivel de PYMES	N° de Encuestados
Analytical Laboratory E.I.R. L	14
ECOLAB S.R. L	10
Laboratorio J. Ramón	8
Laboratorio TYPESA	8

Nota. Elaboración propia

Procesamiento de la información

La información de los resultados de la encuesta ha sido validada mediante Alfa de Cronbach usando el programa Excel.

La información de los resultados de la encuesta ha sido validada mediante Alfa de Cronbach usando el programa Excel.

R (lenguaje de programación)

R es un entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico. R nació como una reimplementación de software libre del lenguaje S, adicionado con soporte para alcance estático. Es uno de los lenguajes de programación más utilizados en investigación científica.

R es parte del sistema GNU y se distribuye bajo la licencia GNU GPL. Está disponible para los sistemas operativos Windows, Macintosh, Unix y GNU Linux.

La data se ha procesado con el lenguaje de programación R para computación estadística,

Previamente a la aplicación del instrumento de medición, la información se ha sometido a un proceso de validez por un proceso de confiabilidad empleando el método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach para estimar la confiabilidad del conjunto de ítems que componen el instrumento.

Alfa de Cronbach

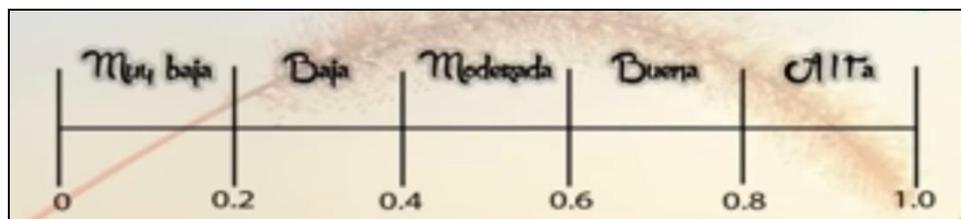
Para validar el instrumento de medición se usó el coeficiente Alfa de Cronbach, este valor debe oscilar entre 0 y 1. Este índice de consistencia interna se calculó en Excel mediante la varianza de los ítems. El valor obtenido del Alfa de Cronbach fue de 0.82, este valor muestra una alta consistencia interna, es decir, que la correlación entre cada una de las preguntas de la encuesta es muy buena. siendo el valor mínimo aceptable del coeficiente alfa de Cronbach de 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada será baja.

Según Celina y Campo (2005). De acuerdo con el valor hallado del Alfa de Cronbach de 0.82, se ha podido validar la confiabilidad del instrumento de medición de la

implementación del sistema LIMS en la optimización de la gestión de laboratorios de ensayos químicos en Pymes de Lima y Callao 2019.

Tabla 4

Escala de confiabilidad según Alfa de Cronbach



Confiabilidad y validez de los instrumentos de medición

3.6. Análisis de datos

En la presente investigación se procedió a codificar y generar una base de datos haciendo uso del paquete estadístico SPSS vs 23, a fin de consistenciar la información recogida de la ejecución de los instrumentos de investigación del presente estudio.

En un segundo lugar se procedió a utilizar el análisis descriptivo con el fin de describir y caracterizar cada una de las variables haciendo uso de medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y medidas de dispersión (varianza, desviación estándar), percentiles, así como un análisis frecuencial y gráficos de barras y pastel.

Para el contraste de la hipótesis a nivel inferencial se utilizó la prueba de normalidad con el objetivo de establecer la técnica inferencial apropiada para realizar el análisis de datos, concluyéndose que los datos no siguen una distribución normal y se utilizó la inferencia estadística no-paramétrica, utilizando la prueba de Wilcoxon para evaluar la implementación del sistema LIMS en la mejora de la gestión de laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMEs de lima y callao 2019” (p-valor<0.05) al 95% de confianza, la cual es ajustada mediante una aproximación con la Prueba Z.

IV. Resultados

4.1. Análisis descriptivo de los resultados

En este apartado se presentan los resultados del estudio, los cuales fueron procesados utilizando el SPSS 23.0, la cual fue representada en tablas y figuras con su respectiva interpretación.

Tabla 5

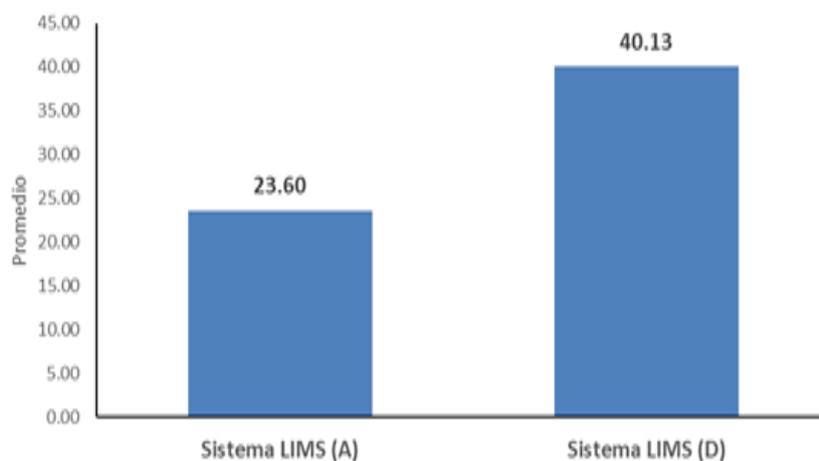
Implementación del sistema LIMS mejora la gestión de los laboratorios de ensayos químicos

	N	Promedio	Desviación estándar
Sistema LIMS (Antes)	40	23.60	2.99
Sistema LIMS (Después)	40	40.13	5.17

Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Implementación del sistema LIMS mejora la gestión de los laboratorios de ensayos químicos



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

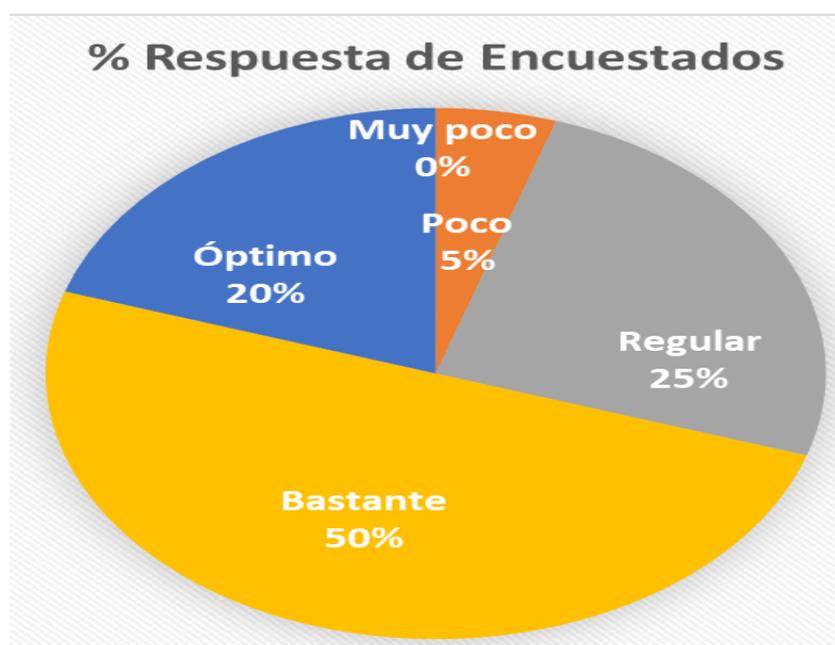
Interpretación: Se observa que el valor promedio obtenido en la implementación del Sistema LIMS para la mejora de la gestión de los laboratorios de ensayo químico a nivel de PYMES de Lima y Callao es superior 40.13 puntos.

Tabla 6

¿Cuán estandarizados estaban los procesos del laboratorio luego de implementar el sistema LIMS?

Valorización	Escala	Frecuencia	Hi	%
Muy poco	1	0	0	0
Poco	2	2	0.05	5
Regular	3	10	0.25	25
Bastante	4	20	0.5	50
Optimo	5	8	0.2	20
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 22

Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 5% considera poco estandarizado, el 25% considera regular, el 50% considera que están bastante estandarizados y el 20% considera que los procesos están óptimamente estandarizados luego de implementar el Sistema LIMS.

Tabla 7

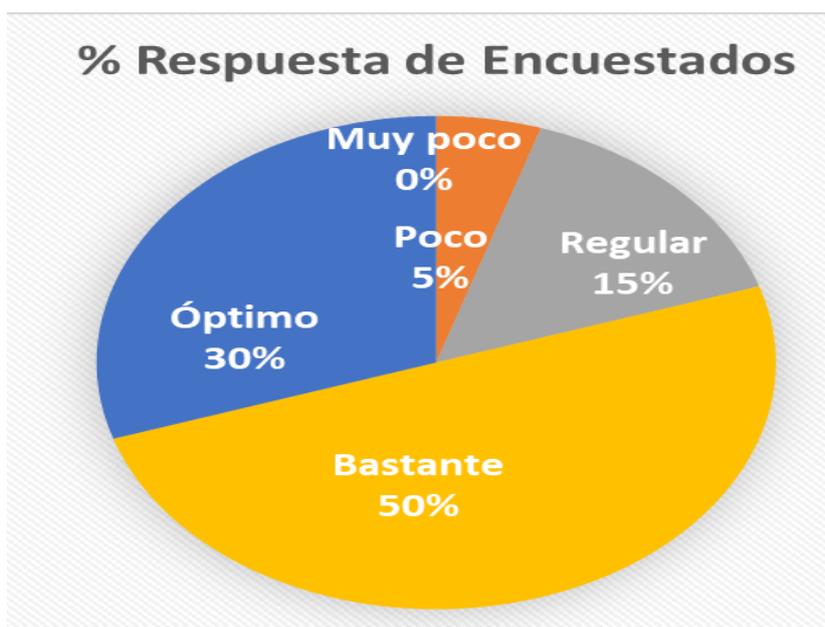
¿Cuán efectivo era el proceso de ingreso y recepción de muestra con la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	0	0	0
Poco	2	2	0.05	5
Regular	3	6	0.15	15
Bastante	4	20	0.5	50
Optimo	5	12	0.3	30
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Figura 23

¿Cuán efectivo es el proceso de ingreso y recepción de muestra con la implementación del sistema LIMS?

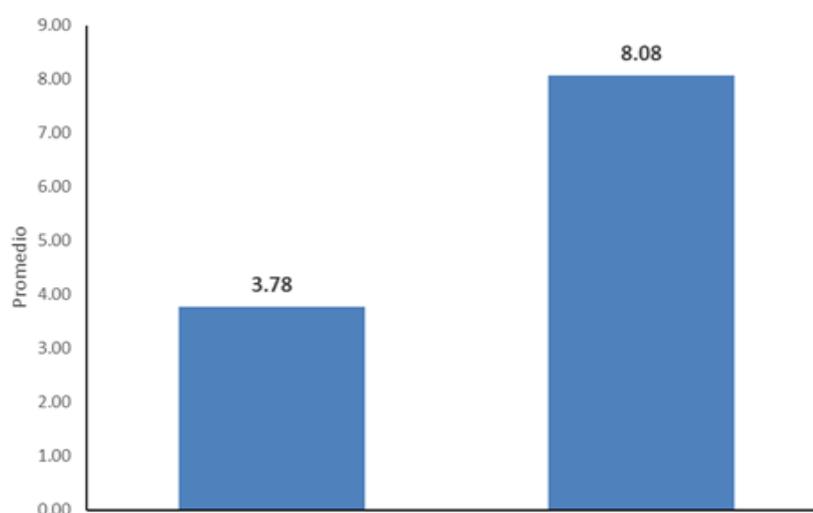


Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 5% considera poco efectivo, un 15 % considera regular, el 50% considera bastante efectivo y el 30% considera óptimamente efectivo el proceso de ingreso y recepción de muestras con la implementación del Sistema LIMS.

Tabla 8*Dimensión 1: Área de ingreso y recepción de muestras*

	N	Promedio	Desviación estándar
Ingreso y recepción de muestras (A)	40	3.78	0.80
Ingreso y recepción de muestras (D)	40	8.08	1.16

Nota. Elaboración propia.**Figura 24***Dimensión 1: Área de ingreso y recepción de muestras**Nota.* Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: Se observa que el valor promedio obtenido en la implementación del Sistema LIMS para la mejora de la gestión de los laboratorios de ensayo químico a nivel de PYMES de Lima y Callao en la dimensión de Área de ingreso y recepción de muestras es superior con un valor de 8.08 puntos.

Tabla 9

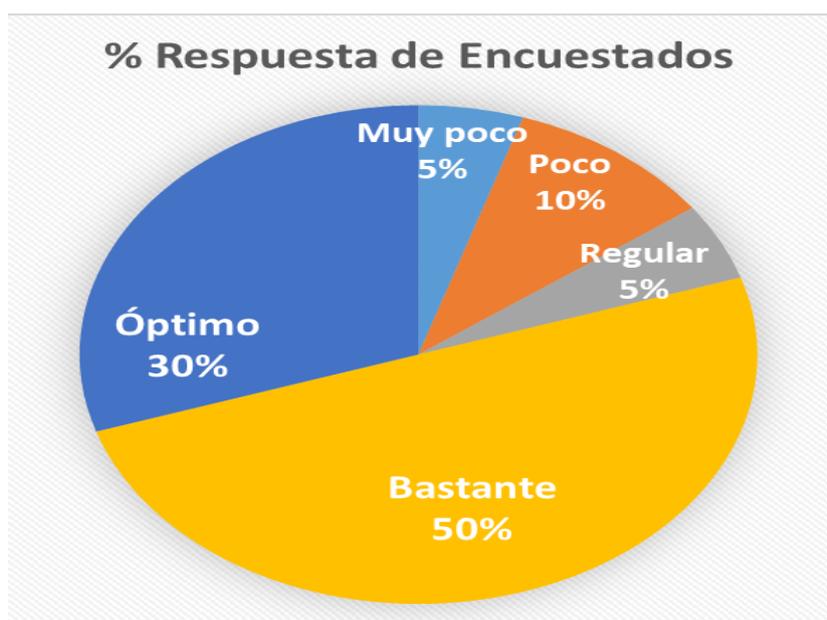
¿Cuán eficiente era el control documentario después de la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	2	0.05	5
Poco	2	4	0.1	10
Regular	3	2	0.05	5
Bastante	4	20	0.5	50
Optimo	5	12	0.3	30
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Figura 25

¿Cuán eficiente es el control documentario después de la implementación del sistema LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 5% considera muy poco eficiente, el 10% considera poco eficiente, el 5% considera regular, el 50% considera que es bastante eficiente y el 30% considera que es óptimamente eficiente el control documentario después de la implementación del Sistema LIMS.

Tabla 10

¿Cuán segura era la trazabilidad de la información después de la implementación del LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	2	0.05	5
Poco	2	6	0.15	15
Regular	3	6	0.15	15
Bastante	4	18	0.45	45
Optimo	5	8	0.2	20
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 26

¿Cuán segura es la trazabilidad de la información después de la implementación del LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 5% opina que el LIMS ayuda muy poco a la trazabilidad, el 15 % opina que ayuda poco, el 15% opina que ayuda en forma regular, el 45% indica que ayuda bastante y el 20% opina que la trazabilidad de la información se lleva a cabo óptimamente.

Tabla 11

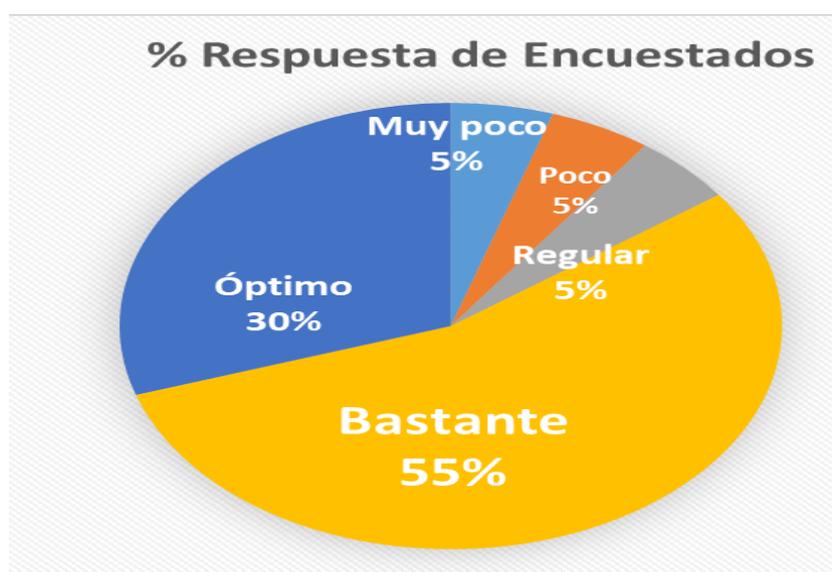
¿Cuán eficiente era el control de los resultados de análisis después de la implementación del LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	2	0.05	5
Poco	2	2	0.05	5
Regular	3	2	0.05	5
Bastante	4	22	0.55	55
Optimo	5	12	0.3	30
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 27

¿Cuán eficiente es el control de los resultados de análisis después de la implementación del LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 5% opina que el control de los resultados de análisis es muy poco eficiente, el 5% es poco eficiente, el 5% indica que es regularmente eficiente, el 55% opina que es bastante eficiente y el 30% opina que el control de los resultados de análisis es óptimamente eficiente.

Tabla 12

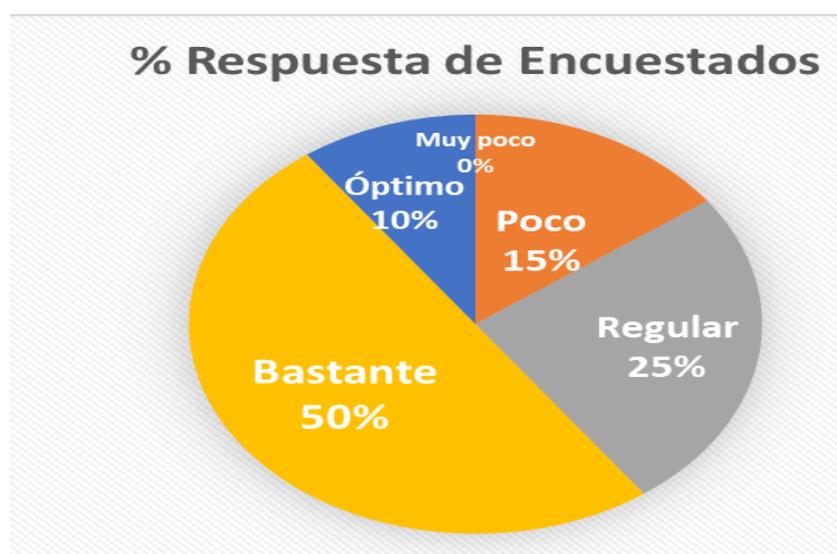
¿Cuán satisfecho estaba con la distribución de la carga de trabajo después de la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	0	0	0
Poco	2	6	0.15	15
Regular	3	10	0.25	25
Bastante	4	20	0.5	50
Optimo	5	4	0.1	10
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 28

¿Cuán satisfecho está con la distribución de la carga de trabajo después de la implementación del sistema LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 15% de los encuestados opina que está poco satisfecho con la distribución de trabajo, el 25% indica que está regularmente satisfecho, el 50% opina que está bastante satisfecho y solo el 10% opina que está óptimamente satisfecho con la distribución de la carga de trabajo luego de la implementación del sistema LIMS.

Tabla 13

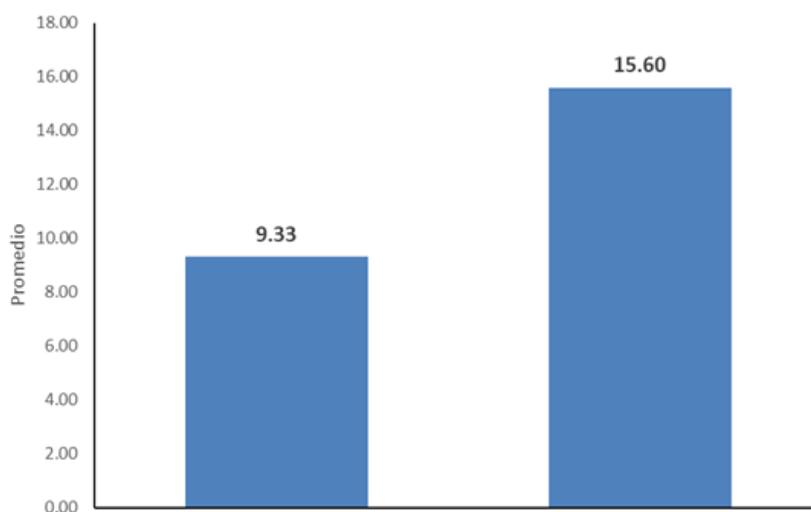
Dimensión 2: Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras

	N	Promedio	Desviación estándar
Control y trazabilidad (A)	40	9.33	1.70
Control y trazabilidad (D)	40	15.60	2.25

Nota. Elaboración propia.

Figura 29

Dimensión de Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: Se observa que el valor promedio obtenido en la implementación del sistema LIMS para la mejora de la gestión de los laboratorios de ensayo químico a nivel de Pymes de Lima y Callao en la dimensión de control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras es superior con un valor de 15.60 pts.

Tabla 14

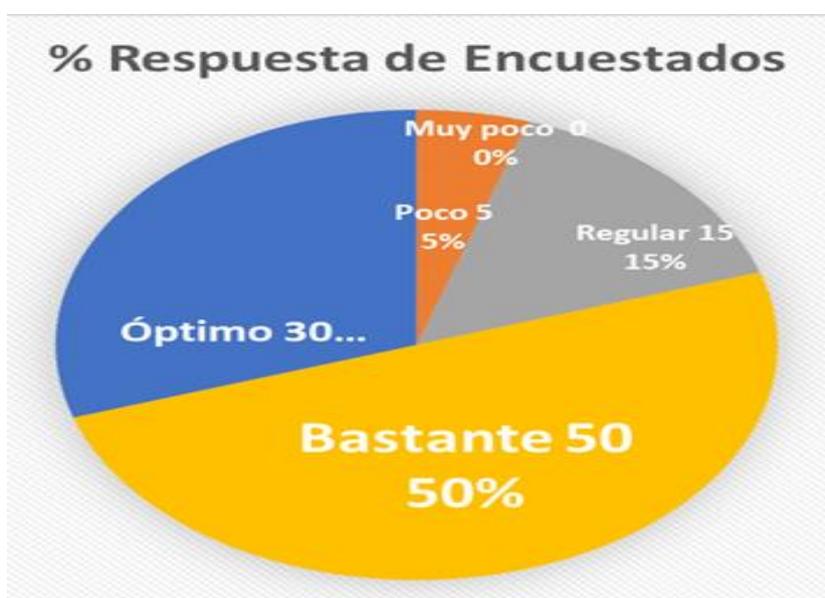
¿Cómo considera usted que era la productividad del laboratorio después de la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	0	0	0
Poco	2	2	0.05	5
Regular	3	6	0.15	15
Bastante	4	20	0.5	50
Optimo	5	12	0.3	30
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 30

¿Cómo considera usted que es la productividad del laboratorio después de la implementación del sistema LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 5% opina que el laboratorio es poco productivo, el 15% indica que es regularmente productivo, el 50% opina que es bastante productivo y el 30% opina que el laboratorio es óptimamente productivo.

Tabla 15

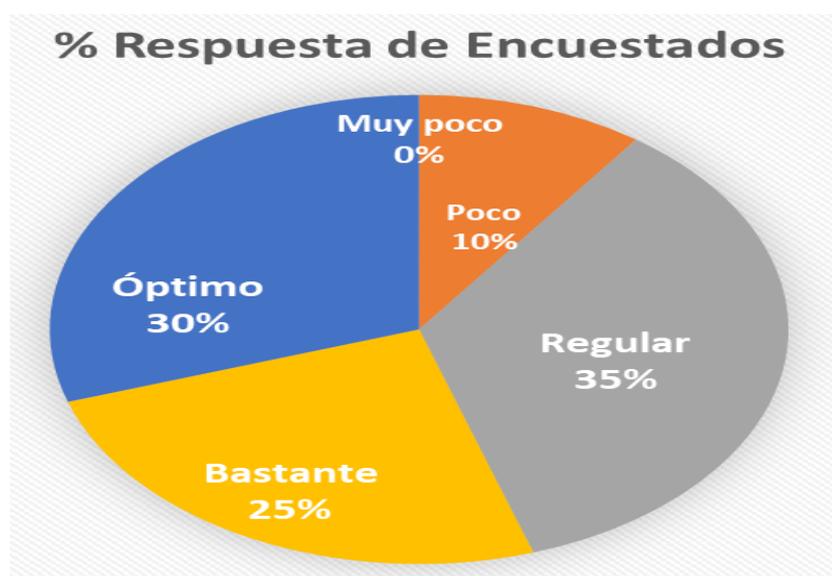
¿Cuán eficiente era el tiempo en el reporte de resultados después de la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	0	0	0
Poco	2	4	0.1	10
Regular	3	14	0.4	35
Bastante	4	10	0.3	25
Optimo	5	12	0.3	30
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 31

¿Cuán eficiente es el tiempo en el reporte de resultados después de la implementación del sistema LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: El 10% de los encuestados indica que es poco eficiente, el 35% opina que es regularmente eficiente, el 25% que es bastante eficiente y el 30% opina que el tiempo de entrega de resultados es óptimamente eficiente.

Tabla 16

¿Cuán oportuna era la entrega de informe de resultados al cliente después de la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	4	0.1	10
Poco	2	8	0.2	20
Regular	3	0	0	0
Bastante	4	10	0.25	25
Optimo	5	18	0.45	45
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 32

¿Cuán oportuna es la entrega de informe de resultados al cliente después de la implementación del sistema LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: Del total de encuestados, el 10% opina que es muy poco oportuna, el 20% indica que es poco oportuna, el 6% que es regularmente oportuna, el 25% indica que es bastante oportuna y el 45% opina que la entrega de informe de resultados a los clientes en óptimamente oportuna.

Tabla 17

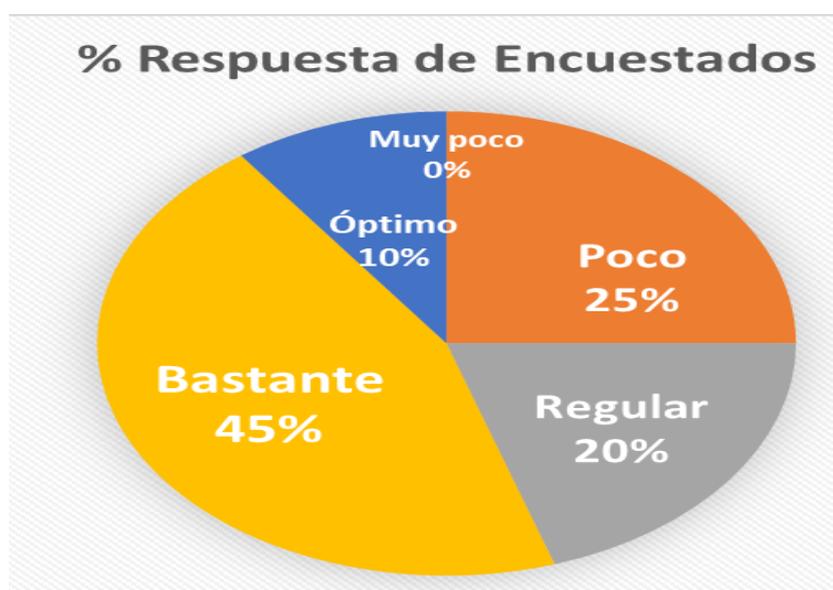
¿Cuán eficiente era el sistema de gestión de calidad en el laboratorio luego de la implementación del sistema LIMS?

Valorización	Escala	N° de Encuestados	Frecuencia	%
Muy poco	1	0	0	0
Poco	2	10	0.25	25
Regular	3	8	0.2	20
Bastante	4	18	0.45	45
Optimo	5	4	0.1	10
Total		40	1	100

Nota. Elaboración propia.

Figura 33

¿Cuán eficiente es el sistema de gestión de calidad en el laboratorio luego de la implementación del sistema LIMS?



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: Del total de encuestados el 25 % opina que es poco eficiente, el 20% indica que es regularmente eficiente, el 45% indica que es bastante eficiente y el 10% opina que la gestión de calidad luego de la implementación del LIMS es óptimamente eficiente.

Tabla 18

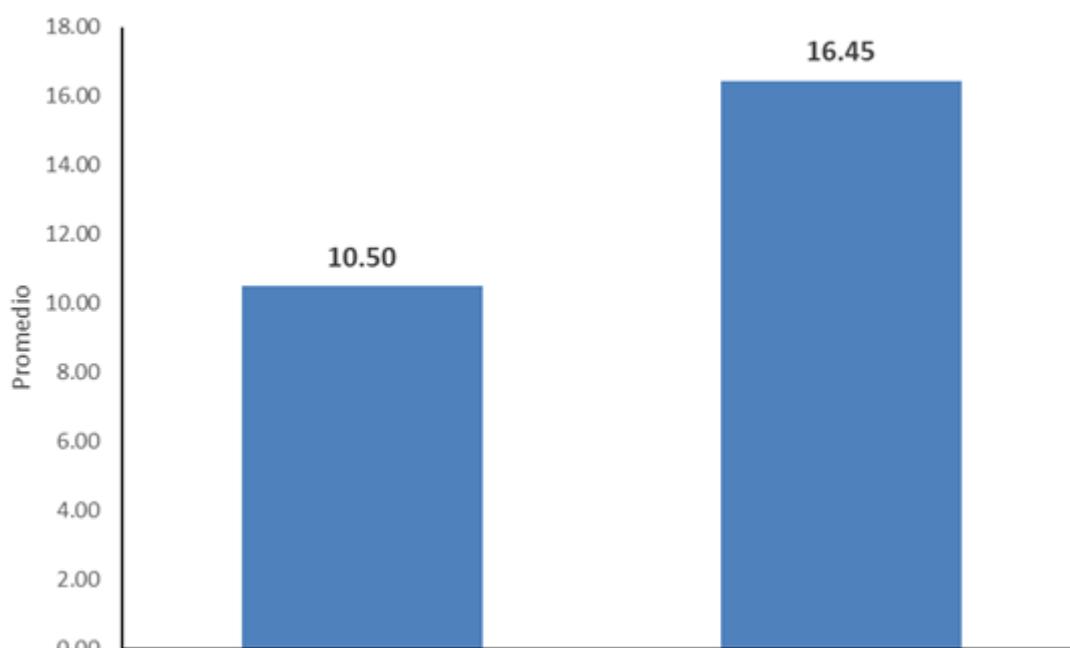
Dimensión 3: Tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes

	N	Promedio	Desviación estándar
Resultado e informes (A)	40	10.50	1.63
Resultado e informes (D)	40	16.45	2.33

Nota. Elaboración propia.

Figura 34

Dimensión 3: Tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes



Nota. Elaboración propia, fuente encuesta.

Interpretación: Se observa que el valor promedio obtenido en la implementación del Sistema LIMS para la mejora de la gestión de los laboratorios de ensayo químico a nivel de PYMES de Lima y Callao en la dimensión de *Tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes*. es superior con un valor de 16.45 pts.

4.2. Contrastación de la hipótesis

Para la contrastación de la hipótesis se utilizó el análisis estadístico por medio de la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov que se describe a continuación.

Prueba de Normalidad de Kolmogórov-Smirnov

Hipótesis:

Hipótesis Nula (H_0): Los datos referidos al estudio siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (H_1): Los datos referidos al estudio no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia: Alfa = 5%

Tabla 19

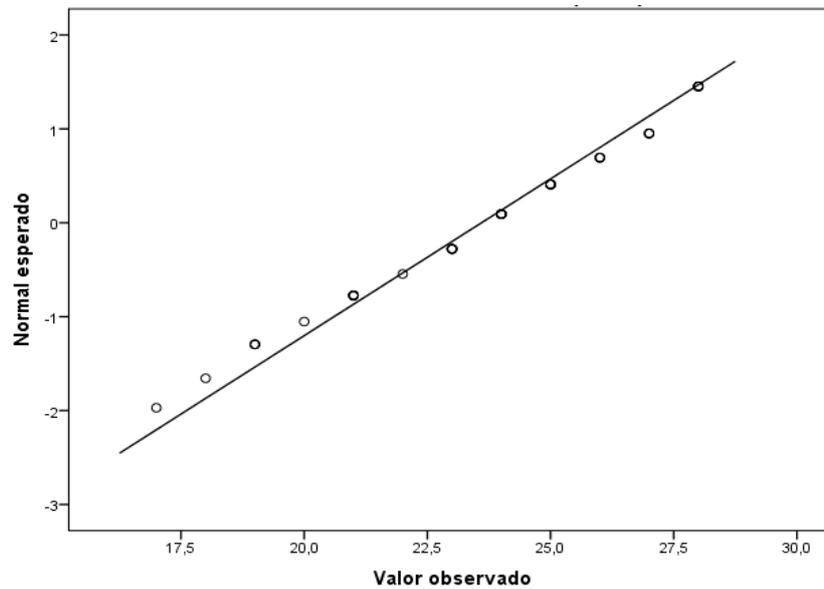
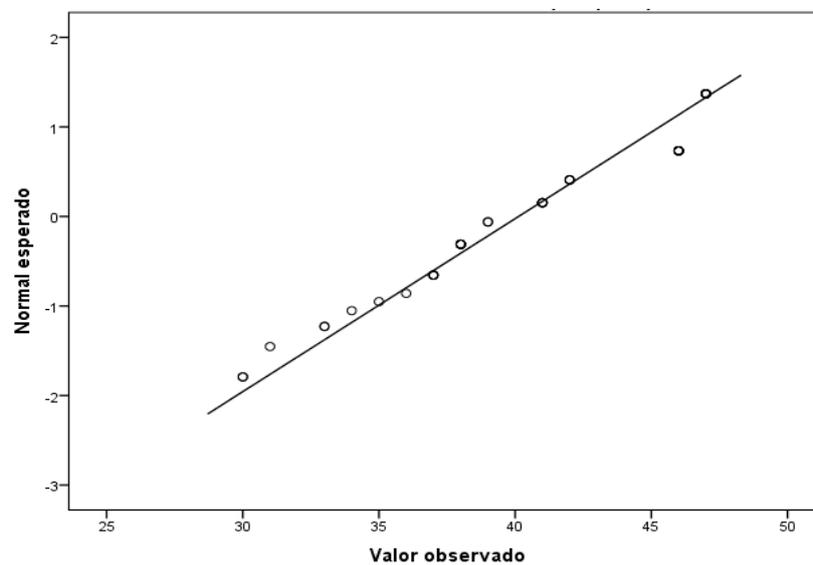
Prueba de normalidad de los datos

		Sistema LIMS (A)	Sistema LIMS (D)
N		40	40
Parámetros normales	Media	23,6000	40,1250
	Desviación estándar	2,99401	5,17483
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,121	,172
	Positivo	,082	,109
	Negativo	-,121	-,172
Estadístico de prueba		,121	,172
Sig. asintótica (bilateral)		,146	,004

Nota. Elaboración propia.

Dado que $p=0.146>0.05$ y $p=0.004<0.05$, entonces existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Por lo cual se concluye que los datos referentes a la implementación del sistema LIMS mejora la gestión de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao, no sigue una distribución normal, debido a que la evaluación post del sistema LIMS resulto significativa ($p<0.05$). Estos resultados dan sustento suficiente para utilizar las diversas técnicas estadísticas no-paramétricas en el estudio.

Figura 35*Q-Q plot del sistema LIMS (antes)**Nota.* Elaboración propia.**Figura 36***Q-Q plot del Sistema LIMS (después)**Nota.* Elaboración propia.

Interpretación: En los gráficos de normalidad Q-Q Plot se observa que los datos referidos al Sistema LIMS después de la implementación no se ajustan alrededor de la recta, por lo cual, a nivel exploratorio no existe una distribución normal de los datos.

a) Prueba de la hipótesis general

Hipótesis nula (H_0): El sistema LIMS no mejora la gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de Pymes de Lima y Callao.

Hipótesis alterna (H_1): El sistema LIMS mejora la gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de Pymes de Lima y Callao.

Nivel de significancia: Alfa = 5%

Tabla 20

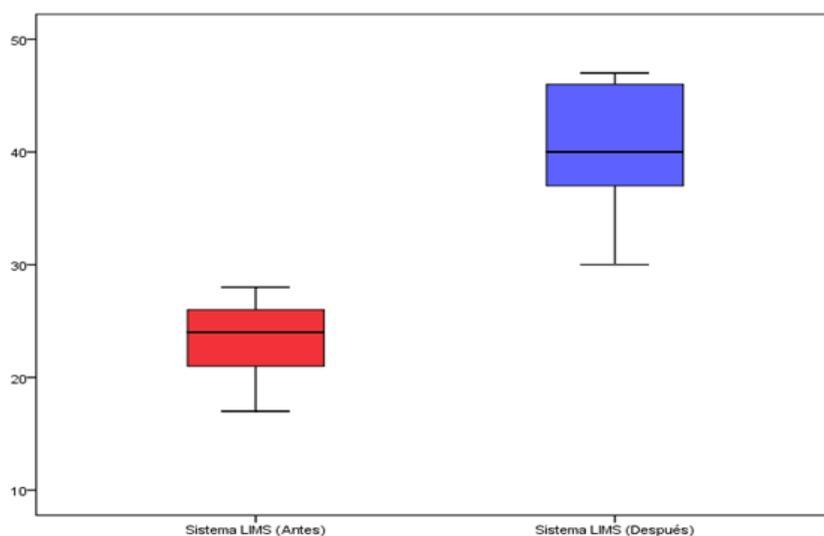
Rangos de signos de wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Sistema LIMS (A) -	Rangos negativos	40 ^a	20,50	820,00
Sistema LIMS (D)	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	40		

Nota. Elaboración propia.

Figura 37

Sistema LIMS antes y después de la implementación



Nota. Elaboración propia.

Tabla 21*Sistema LIMS para muestra relacionadas*

Sistema LIMS (A) - Sistema LIMS (D)	
Z	-5,518
Sig. asintótica (bilateral)	0,000

Nota. Elaboración propia.

Dado que $p\text{-valor} = 0,00 < 0,05$, entonces existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon asintóticamente mediante la distribución Z.

Se concluye que el Sistema LIMS mejora la gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao al 95% de confianza.

b) Prueba de la primera hipótesis específica

Hipótesis Nula (H_0): El empleo del Sistema LIMS no mejora la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.

Hipótesis Alternativa (H_1): El empleo del Sistema LIMS mejora la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.

Nivel de significancia: Alfa = 5%

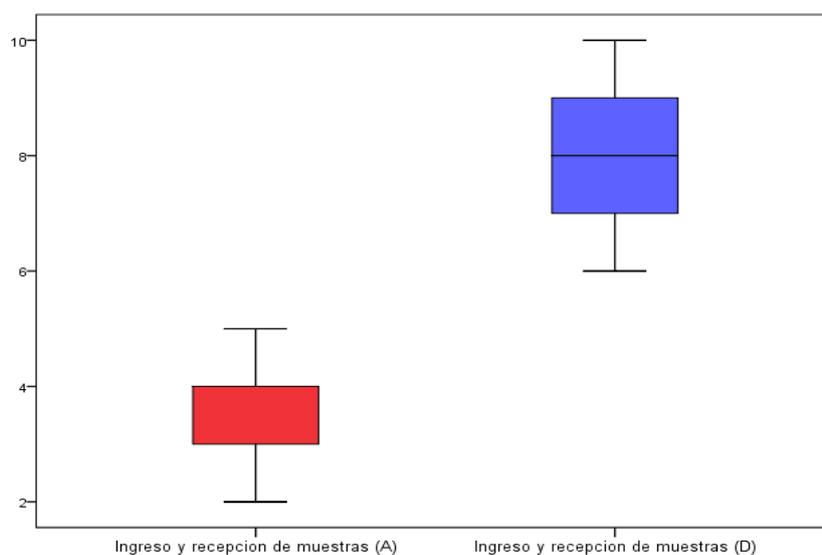
Tabla 22*Rangos de signos de wilcoxon*

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Ingreso y recepción de muestras (A)	Rangos negativos	40 ^a	20,50	820,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
Ingreso y recepción de muestras (D)	Empates	0 ^c		
	Total	40		

Nota. Elaboración propia.

Figura 38

Área de ingreso y recepción de muestras antes y después de la implementación



Nota. Elaboración propia.

Tabla 23

Diferencia de medias de la calidad de vida para muestra relacionadas

	Ingreso y recepción de muestras (A)
	Ingreso y recepción de muestras (B)
Z	-5,556
Sig. asintótica (bilateral)	0,000

Nota. Elaboración propia.

Dado que $p\text{-valor} = 0,00 < 0,05$, entonces existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Se concluye que el empleo del Sistema LIMS mejora la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras al 95% de confianza.

c) Prueba de la segunda hipótesis específica

Hipótesis Nula (H_0): La implementación del sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de Lima y Callao no mejora el control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras.

Hipótesis Alternativa (H₁):

La implementación del sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de Lima y Callao mejora el control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras.

Nivel de significancia: Alfa = 5%

Tabla 24

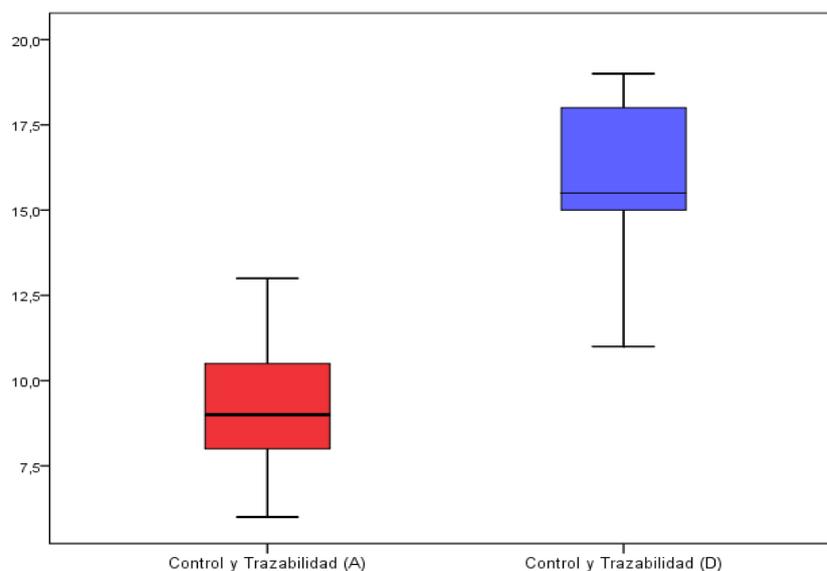
Rangos de signos de wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Control y Trazabilidad (D)	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
Control y Trazabilidad (A)	Rangos positivos	40 ^b	20,50	820,00
	Empates	0 ^c		
	Total	40		

Nota. Elaboración propia.

Figura 39

Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras antes y después de la implementación



Nota. Elaboración propia.

Tabla 25

Control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras para muestra relacionadas

	Control y Trazabilidad (D)
	Control y Trazabilidad (A)
Z	-5,531
Sig. asintótica (bilateral)	0,000

Nota: Elaboración propia.

Dado que $p\text{-valor} = 0,00 < 0,05$, entonces existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Se concluye que la implementación del sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de Lima y Callao mejora el control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras al 95% de confianza.

d) Prueba de la tercera hipótesis específica

Hipótesis Nula (H_0): El empleo del Sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de lima y callao no mejora el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes.

Hipótesis Alterna (H_1): El empleo del Sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de lima y callao mejora el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes.

Tabla 26

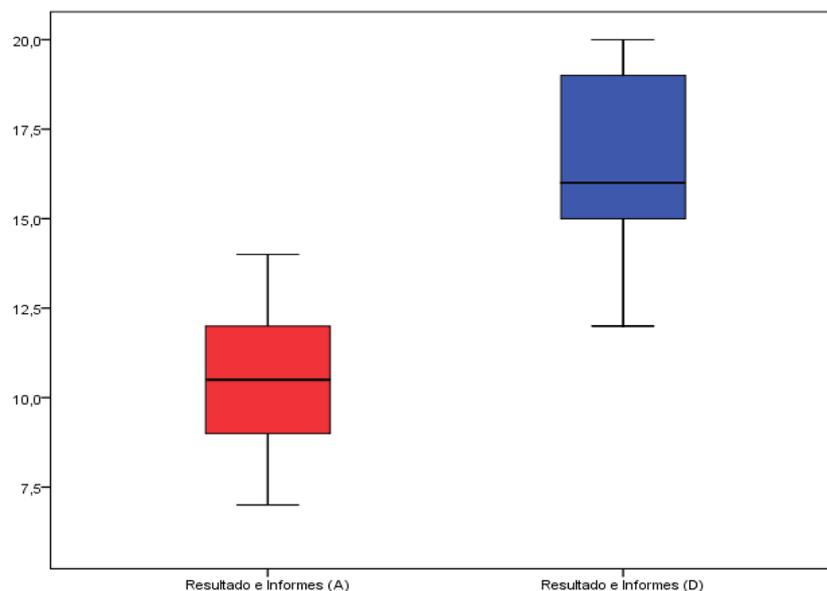
Rangos de signos de wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Resultado e Informes (D)	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
- Resultado e Informes (A)	Rangos positivos	40 ^b	20,50	820,00
	Empates	0 ^c		
	Total	40		

Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Mejora el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes según estado inicial y final



Nota. Elaboración propia.

Tabla 27

Diferencia de medias de la calidad de vida para muestra relacionadas

	Resultado e Informes (D)	Resultado e Informes (A)
Z		-5,529
Sig. asintótica (bilateral)		0,000

Nota: Elaboración propia.

Dado que $p\text{-valor} = 0,00 < 0,05$, entonces existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Se concluye que el empleo del Sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de lima y callao mejora el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes al 95% de confianza.

V. Discusión de resultados

5.1. De los resultados de la encuesta

a) Del análisis de datos de la encuesta recogida después de la implementación del LIMS, se obtuvo que el 70% de los encuestados perciben que los procesos del laboratorio están bastante estandarizados luego de implementar el Sistema LIMS

b) Además, el 80% de los encuestados considera que el proceso de ingreso y recepción de muestra es mucho más efectivo luego de Implementar el Sistema LIMS?

Se puede mostrar que el 80% de los encuestados considera que el control documentario es mucho más eficiente luego de implementar el sistema LIMS.

c) Se ha encontrado el 65 % de los encuestados considera que la trazabilidad de la información es mucho más segura después de implementar el Sistema LIMS.

d) El 85% de los encuestados considera que es el control del resultado de análisis después de la implementación del sistema LIMS es mucho más eficiente.

e) Asimismo, el 60% de los encuestados considera que la distribución del trabajo después de la implementación del Sistema LIMS está bastante satisfechos.

f) Según el presente estudio, el 80 % de los encuestados considera que después de la implementación del Sistema LIMS, la productividad del laboratorio ha mejorado ostensiblemente.

g) Adicionalmente, el 55 % de los encuestados considera que el tiempo en el reporte de resultados después de la implementación del Sistema LIMS es mucho más eficiente.

h) El 70 % de los encuestados considera que con la implementación del Sistema LIMS el Sistema de gestión de calidad en el laboratorio es mucho más eficiente, luego de la implementación del Sistema LIMS ha optimizado su tiempo en el procesamiento de los ensayos químicos del laboratorio y, que el 55 % de los encuestados considera que la Gestión

del Laboratorio de ensayos químicos se ha mejorado en el cumplimiento de tiempos de entrega en los procesos.

5.2. De la contrastación de la hipótesis

- El Coeficiente Alfa de Cronbach, se usó para validar el instrumento de medición, este valor debe oscilar entre 0 y 1. Este índice de consistencia interna se calculó en Excel mediante la varianza de los ítems. El valor obtenido del alfa de Cronbach fue de 0.82, este valor manifiesta una alta consistencia interna, es decir, que la correlación entre cada una de las preguntas de la encuesta es muy buena. siendo el mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach de 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja, según Celina y Campo (2005).

- De acuerdo con el valor hallado del alfa de Cronbach de 0.82, se pudo validar la confiabilidad del instrumento de medición sobre la implementación del Sistema LIMS en la mejora de la gestión de laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMES de Lima y Callao 2019.

- Se coincide con Duque y Gómez (2017), en relación a los resultados de las encuestas que fueron positivos, siendo estas un gran recurso para realizar la evaluación del impacto que generaba la implementación del sistema LIMS para la gestión y manejo de la información en el laboratorio. Esto se pudo visualizar de manera general, porque se obtuvo que más del 55% del personal encuestado estaba de acuerdo con la implementación del Sistema LIMS.

- Así mismo se considera que ha sido necesario la digitalización de los datos y manejo de la información del laboratorio, ya que actualmente todos los procesos, incluyendo el área de ventas, genera cotizaciones, órdenes de servicio, ingreso y recepción de muestras, ingreso de datos de análisis, cálculo de resultados y elaboración de informes, se realizan a través del sistema LIMS, mejorando los tiempos empleados en el proceso de cada actividad

del laboratorio. En el Anexo N° 1 se muestra la reducción de los tiempos empleados en realizar algunas actividades del laboratorio, disminuyendo de 150 min (promedio) a 30 minutos (promedio), con el empleo del software LIMS se reduce el tiempo en un 80 %, en el proceso de elaboración de informe y análisis de resultados.

- El Análisis estadístico “R” con la Prueba de rango Wilcoxon se desarrolló con una correlación de continuidad al 95% de confianza, con los resultados de las encuestas: antes LIMS y después LIMS.

Se obtuvo los siguientes resultados: $V = 9.5$, valor $p = 7.685 \times 10^{-6}$

Donde obtuvimos que el P valor es menor que 0,5. Por lo tanto la Hipótesis alternativa se acepta, indicando que existe estadísticamente una diferencia significativa antes del LIMS y después del LIMS.

VI. Conclusiones

6.1. Después del estudio realizado en el presente trabajo de investigación, se concluye que el Sistema LIMS mejora la gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao, ($p\text{-valor}=0.00<0.05$) al 95% de confianza.

6.2. Se halló que el empleo del Sistema LIMS en los laboratorios de ensayos químicos mejora la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras, ($p\text{-valor}=0.00<0.05$) al 95% de confianza.

6.3. Se encontró que la implementación del sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de Lima y Callao mejora el control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras ($p\text{-valor}=0.00<0.05$) al 95% de confianza.

6.4. Se halló que el empleo del Sistema LIMS en los laboratorios del nivel de PYMES de Lima y Callao mejora el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes ($p\text{-valor}=0.00<0.05$) al 95% de confianza.

6.5. Es oportuno indicar que este trabajo de investigación servirá como referencia para los laboratorios de ensayos químicos, dado que las ventajas que se pueden obtener al implementar el software LIMS en sus procesos operativos, tenemos que:

- Optimiza el reporte de resultados de análisis, evita la manipulación de datos y reduce el error involuntario.
- Los informes de ensayo se emiten en forma inmediata con menos riesgo de error humano y los clientes reciben sus reportes en menos tiempo.

6.6. En general el sistema LIMS es un software que se complementa con la gestión de calidad dentro de una organización haciéndola más eficiente, más productiva y los clientes serán los más beneficiados.

6.7.

VII. Recomendación

7.1. Recomendar a la gerencia general de los laboratorios de servicios de ensayos químicos del nivel de PYMES de Lima y Callao, implementar el sistema LIMS para mejorar la gestión de los laboratorios de ensayos químicos, dado que existen evidencias objetivas en el presente estudio que demuestran que se logrará:

- Mejorar la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.
- Mejorar el control de los procesos de análisis y la trazabilidad de los resultados de las muestras.
- Mejorar el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayos a los clientes.

7.2. En simultáneo se recomienda capacitar al personal del laboratorio en el uso y manejo adecuado del Sistema LIMS, en todos los niveles desde el responsable de recepción de muestras hasta el responsable de la emisión de resultados.

7.3. Se recomienda realizar un estudio experimental, en el cual se aprecie como mejoraría el laboratorio de ensayos químicos antes y después de implementación del Sistema LIMS.

VIII. Referencias

- Carot, V. (2001). *“Control estadístico de la calidad”*. Editorial Alfaomega.
- Castrejón, C. Hernández, R. y Ruiz, H. (2012). Análisis de modelos de gestión tecnológica en centros de investigación. *Revista raites: panorama administrativo*,6(10), pp. 5-20.
<http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/raites/article/view/47/0>
- Celina, H. y Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista colombiana de psiquiatría*,34(4), pp. 572-580.
<https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
- Chamizo, J. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 22(4).
Universidad Nacional Autónoma de México.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400007
- Duque, S. y Gómez, C. (2017). *“Arquitectura LIMS para gestionar la calidad en los laboratorios del Sistema Integral de Gestión de Calidad de la Universidad Tecnológica de Pereira”*. [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://repositorio.utp.edu.co/bitstream/handle/11059/8262/0052D946.pdf>
- Fernández, S. (2017). *“Implementación de sistema de trazabilidad para aportar a la eficiencia en anatomía patológica digital”*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Chile.
https://cimt.uchile.cl/wp-content/uploads/2017/10/2017_Fernandez-Frez-Sebastian.pdf
- González Y. (2008). Instrumento Cuidado de comportamiento profesional: validez y confiabilidad. *Revista Aquichan*,8(2), pp. 170-182.
<https://www.redalyc.org/pdf/741/74180205.pdf>
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ª ed.).
Mc Graw Hill Educación.
- Instituto Nacional de la Calidad – INACAL (2017.) Directriz para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.

<https://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/documentos-especificos>

Lucero, I. y Meza, S. (2002). Validación de instrumentos para medir conocimientos.

Departamento de Física - Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura – UNNE.

<https://studylib.es/doc/4644001/validación-de-instrumentos-para-medir-conocimeintos>

Namakforoosh, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Editorial Limusa

Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*, Editorial Mc. Graw Hill.

Oviedo, H. y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach.

Revista Colombiana de Psiquiatría, 34(4), pp. 572-580.

https://www.researchgate.net/publication/262435453_An_Approach_to_the_Use_of_cronbach's_alfa

Rodríguez, H. (2017). *“Implementación de un sistema de información para empresa agroindustrial Santa María en la ciudad de Lima 2017”*. [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica del Perú.

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/803>

Silva, R. (2009). Validez y Confiabilidad de los instrumentos de Recolección de Datos.

https://www.academia.edu/11352191/Validez_y_Confiabilidad_en_instrumentos_de_recoleccion_de_datos

Valcárcel, M. y Ríos, A. (2002). *La calidad en los laboratorios analíticos*. (1ª ed.). Editorial Reverté.

Valderrama, S. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de proyectos de investigación científica*. (1ª ed.). Editorial San Marcos.

Vidal, C. (2013). “*Optimizando la gestión de un laboratorio de alimentos en Chile*”. [Tesis de Maestría, Universidad de Chile].

<https://blogs.funiber.org/direccion-empresarial/2013/11/19/tesis-optimizando-la-gestion-de-un-laboratorio-de-alimentos-en-chile>

Westgard, J. (2014). *Sistemas de Gestión de Calidad para el Laboratorio Clínico*. (3ª ed.). Edición Wallace Coulter.

IX. Anexos:

Anexo A: Matriz de consistencia

“Implementación del sistema LIMS en la mejora de la gestión de laboratorios de ensayos químicos del nivel de las Pymes de Lima y Callao 2019”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es el sistema de gestión de la información más apropiado para mejorar la gestión de un laboratorio de ensayos químicos del nivel de las PYMES de Lima y Callao?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>1. ¿De qué manera afecta en la Gestión del Laboratorio, que el ingreso y recepción de muestras se realice manualmente?</p> <p>2. ¿De qué manera afecta en la trazabilidad y control de las muestras, que los registros se lleven en formatos manuales y/o digitales?</p> <p>3. ¿De qué manera el uso de la tecnología de un sistema software se relaciona con los registros para elaborar el informe de ensayo y disminuir el tiempo de entrega de resultados al cliente?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Implementar el sistema LIMS para mejorar la gestión de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMES de Lima y Callao.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>1) Conocer el impacto que generará el empleo del sistema LIMS en el área de ingreso y recepción de muestras.</p> <p>2) Estimar el impacto que generará el empleo del sistema LIMS en el control de los análisis y la trazabilidad de las muestras.</p> <p>3) Identificar el impacto que generará el empleo del sistema LIMS en el tiempo de entrega de resultados e informes de ensayo al cliente.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL:</p> <p>El Sistema LIMS mejora la gestión de la información de los laboratorios de ensayos químicos del nivel de las PYMES de Lima y Callao.</p> <p>HIPOTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>1) El empleo del Sistema LIMS mejorará la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.</p> <p>2) El empleo del Sistema LIMS mejorará la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.</p> <p>3) El empleo del Sistema LIMS mejorará la gestión de la información en el área de ingreso y recepción de muestras.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>X. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LIMS</p> <p>INDICADORES:</p> <p>X.1. Procedimientos estandarizados</p> <p>X.2. Control y trazabilidad de las muestras</p> <p>X.3. Nivel de conocimiento</p> <p>X.4. Nivel de satisfacción</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Y. GESTIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>INDICADORES:</p> <p>Y.1. Control del tiempo de proceso de producción programado vs real ejecutado.</p> <p>Y.2. Número de ensayos realizados por analistas.</p> <p>Y.3. Número de informes emitidos diarios.</p> <p>Y.4. Tiempo invertido entre el resultado esperado</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: aplicada</p> <p>nivel: Correlacional</p> <p>Diseño: No Experimental</p> <p>Técnicas: Encuesta</p> <p>Instrumento: cuestionario</p> <p>Población:</p> <p>Se optó por trabajar con un total de 40 trabajadores de los laboratorios ALAB E.I.R.L, ECOLAB S.R.L, TYPASA y J. Ramón.</p> <p>Muestra:</p> <p>No Probabilístico .de tipo intencional o por juicio.</p>

Anexo B: Instrumento: encuesta

Resultado de las preguntas (10 antes y 10 después del LIMS) a 40 Encuestados

ENTREVISTADOS	CUESTIONARIO																			
	1A	1D	2A	2D	3A	3D	4A	4D	5A	5D	6A	6D	7A	7D	8A	8D	9A	9D	10A	10D
Entrevistado 1	3	5	2	4	1	5	2	4	2	5	1	4	3	5	2	5	2	5	3	4
Entrevistado 2	2	3	2	4	1	4	3	4	3	4	1	3	3	4	2	4	2	4	4	4
Entrevistado 3	1	5	3	5	1	4	2	5	3	5	2	2	3	4	3	3	2	4	3	4
Entrevistado 4	2	4	2	5	1	5	2	5	3	4	2	4	2	5	2	5	1	5	3	5
Entrevistado 5	1	4	1	4	2	4	2	4	3	4	3	4	3	4	3	4	1	5	5	4
Entrevistado 6	2	4	1	4	1	4	1	3	2	4	2	4	2	4	2	3	2	3	3	4
Entrevistado 7	3	4	2	5	2	5	2	4	3	5	2	5	3	5	2	5	2	5	4	4
Entrevistado 8	2	4	2	4	2	3	2	3	2	4	2	3	3	4	1	4	2	4	3	5
Entrevistado 9	2	5	1	4	2	5	1	4	4	5	1	4	3	5	1	5	3	5	3	4
Entrevistado 10	3	3	2	4	1	4	3	4	3	4	2	3	2	4	2	4	2	4	4	4
Entrevistado 11	2	5	3	5	3	4	4	5	3	5	2	2	2	4	2	3	3	4	3	4
Entrevistado 12	2	4	2	5	3	5	4	5	3	4	3	4	3	5	2	5	3	5	3	5
Entrevistado 13	2	4	2	4	1	4	2	4	4	4	3	4	3	4	2	4	3	5	3	4
Entrevistado 14	3	4	1	4	1	4	2	2	2	4	3	4	3	4	2	3	2	4	2	4
Entrevistado 15	2	4	2	5	3	5	3	4	2	5	3	5	3	5	1	5	2	5	4	4
Entrevistado 16	1	4	3	3	2	4	3	4	3	4	2	3	2	4	1	4	3	5	4	4
Entrevistado 17	2	3	1	3	1	3	1	3	2	3	3	4	3	3	2	5	2	4	2	3
Entrevistado 18	1	3	2	4	1	3	1	3	3	3	2	2	2	2	1	3	2	4	2	3
Entrevistado 19	2	3	1	4	2	4	1	3	3	4	2	4	3	3	1	3	2	4	2	3
Entrevistado 20	1	3	2	5	1	3	2	3	2	3	2	3	3	3	1	3	2	4	3	3
Entrevistado 21	2	5	3	4	1	5	2	4	4	5	3	4	4	5	3	5	3	5	3	4
Entrevistado 22	1	3	2	4	2	4	3	4	4	4	2	3	4	4	2	4	3	4	3	4
Entrevistado 23	2	5	1	5	2	4	3	5	3	5	2	3	3	4	3	3	3	4	3	4
Entrevistado 24	1	4	2	5	2	4	3	5	2	4	2	4	3	5	2	5	3	5	3	5
Entrevistado 25	2	4	2	4	2	5	2	4	2	4	3	4	3	4	3	4	3	5	4	4
Entrevistado 26	2	4	2	4	2	4	2	3	3	4	2	4	4	4	2	3	2	3	3	5
Entrevistado 27	3	4	2	5	2	4	2	4	3	5	2	5	3	5	2	5	2	5	2	4
Entrevistado 28	1	4	2	4	2	3	2	3	3	4	3	3	2	4	3	4	2	3	3	5
Entrevistado 29	2	5	3	4	3	5	3	4	2	5	2	4	4	5	3	5	2	5	4	4
Entrevistado 30	1	3	3	4	2	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	2	4	4	4
Entrevistado 31	3	5	1	5	2	4	4	5	3	5	3	2	3	4	3	3	1	4	5	5
Entrevistado 32	2	4	1	5	2	5	4	5	2	4	2	4	3	5	3	5	3	5	5	5
Entrevistado 33	2	4	2	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	2	4	3	5	4	4
Entrevistado 34	3	4	1	4	3	4	2	3	3	4	3	4	2	4	2	3	2	4	2	3
Entrevistado 35	1	4	1	5	3	5	2	4	3	5	3	5	2	5	3	5	2	5	1	4
Entrevistado 36	2	4	2	3	3	4	3	4	2	4	3	3	2	4	2	4	3	5	3	4
Entrevistado 37	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	4	3	3	2	3	3	3	2	3
Entrevistado 38	1	3	2	3	1	3	2	5	2	1	2	2	2	3	3	5	3	3	4	5
Entrevistado 39	2	3	2	4	2	4	2	3	3	4	3	4	2	3	3	3	3	3	4	5
Entrevistado 40	3	3	1	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3

Cuestionario a utilizar

o	ENCUESTA: VARIABLE: DIMENSIÓN	VALORACIÓN			
	IMPLEMETACIÓN DEL SISTEMA LIMS EN LA MEJORA DE LA GESTION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS QUIMICOS DEL NIVEL DE LAS PYMES DE LIMA Y CALLAO 2019				
A	¿Cuán estandarizados estaban los procesos del laboratorio antes de implementar el Sistema LIMS				
D	¿Cuán estandarizados están los procesos del laboratorio luego de implementar el Sistema LIMS				
A	¿Cuán efectivo era el proceso de ingreso y recepción de muestra antes de la Implementación del Sistema LIMS?				
D	¿Cuán efectivo es el proceso de ingreso y recepción de muestra con la Implementación del Sistema LIMS?				
A	¿Cuán eficiente era el control documentario antes de la implementación del sistema Lima				
D	¿Cuán eficiente es el control documentario después de la implementación del sistema LIMS				
A	¿Cuán segura era la trazabilidad de la información antes de la implementación del sistema LIMS				
D	¿Cuán segura es la trazabilidad de la información después de la implementación del sistema LIMS				
A	¿Cuán eficiente era el control del resultado de análisis antes de la implementación del sistema LIMS				
D	¿Cuán eficiente es el control del resultado de análisis después de la implementación del sistema LIMS				
A	¿Cuán satisfecho estaba con la distribución del trabajo antes de la implementación del Sistema LIMS				
D	¿Cuán satisfecho esta con la distribución del trabajo después de la implementación del Sistema LIMS				
A	¿Como considera Ud. que era la productividad del laboratorio antes de la implementación del Sistema LIMS?				
D	¿Como considera Ud. que es la productividad del laboratorio después de la implementación del Sistema LIMS?				
A	¿Cuán eficiente era el tiempo en el reporte de resultados antes de la implementación del Sistema LIMS				
D	¿Cuán eficiente es el tiempo en el reporte de resultados después de la implementación del Sistema LIMS				
A	¿Cuán oportuna era la entrega de informe de resultados al cliente antes de la implementación del Sistema LIMS				
D	¿Cuán oportuna es la entrega de informe de resultados al cliente después de la implementación del Sistema LIMS				
0A	¿Cuán eficiente era el Sistema de gestión de calidad en el laboratorio antes de la implementación del Sistema LIMS				
0D	¿Cuán eficiente es el Sistema de gestión de calidad en el laboratorio luego de la implementación del Sistema LIMS				

A: Antes D: Después

Anexo C: Comparación de tiempo -Revisión y emisión de resultados En formatos: papel – Excel, sólo Excel y Software LIMS

Informe en estudio	Comparacion de tiempo de reporte, revision y emision de resultados												
	Formatos de papel y excel					Formatos excel				Software LIMS			
	Tiempo de ejecucion (min) Paso 1: Durante el ensayos el analista registra los datos crudos en el formato de resultados en papel, realizan el calculo de manera manual.	Tiempo de ejecucion (min) Paso 2: La evaluacion de resultados lo realiza el Jefe de Laboratorio y da su visto bueno en el formato papel	Tiempo de ejecucion (min) Paso 3: El reporte datos crudos se transcriben en el formatos de resultados en excel	Tiempo de ejecucion (min) Paso 4: Se transcribe los resultados evaluados en el formato de informes y se elabora el informe final (digital)	Tiempo total (min)	Tiempo de ejecucion (min) Paso 1: El reporte lo realizan los analista y se registran en los formatos de resultados en excel digital	Tiempo de ejecucion (min) Paso 2: La evaluacion de resultados lo realiza el Jefe de Laboratorio y da su visto bueno en el formato excel digital	Tiempo de ejecucion (min) Paso 3 : Se transcribe los resultados evaluados en el formato de informes y se elabora el informe final (digital)	Tiempo total (min)	Tiempo de ejecucion (min) Paso 1: El reporte se realiza una vez generado la hoja de trabajo en el LIMS	Tiempo de ejecucion (min) Paso 2: La evaluacion de resultados se realiza en modulo control de informes del LIMS	Tiempo de ejecucion (min) Paso 3: La emision de resultados se realiza en el modulo emision de informes del LIMS, se elabora el informe final	Tiempo total (min)
Infome con un ensayo y 1 punto de muestreo	20	10	15	30	75	15	10	30	55	10	5	10	25
Infome con dos ensayos y 1 punto de muestreo	40	10	15	38	103	15	10	38	63	10	5	11	26
Infome con tres ensayo y 1 punto de muestreo	60	10	15	46	131	15	10	46	71	10	5	12	27
Infome con cuatro ensayo y 1 punto de muestreo	80	10	15	54	159	15	10	54	79	10	5	13	28
Infome con cinco ensayo y 1 punto de muestreo	100	10	15	64	189	15	10	64	89	10	5	14	29
Infome con un ensayo y 2 puntos de muestreo	25	12	18	40	95	18	12	40	70	11	6	12	29
Infome con dos ensayos y 2 puntos de muestreo	50	12	18	46	126	18	12	46	76	11	6	13	30
Infome con tres ensayo y 2 puntos de muestreo	75	12	18	52	157	18	12	52	82	11	6	14	31
Infome con cuatro ensayo y 2 puntos de muestreo	100	12	18	58	188	18	12	58	88	11	6	15	32
Infome con cinco ensayo y 2 puntos de muestreo	125	12	18	64	219	18	12	64	94	11	6	16	33
Infome con un ensayo y 3 puntos de muestreo	30	14	20	45	109	20	14	45	79	12	7	13	32
Infome con dos ensayos y 3 puntos de muestreo	60	14	20	50	144	20	14	50	84	12	7	14	33
Infome con tres ensayo y 3 puntos de muestreo	90	14	20	55	179	20	14	55	89	12	7	15	34
Infome con cuatro ensayo y 3 puntos de muestreo	120	14	20	60	214	20	14	60	94	12	7	16	35
Infome con cinco ensayo y 3 puntos de muestreo	150	14	20	65	249	20	14	65	99	12	7	17	36

