

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORA DE LA CALIDAD DE SERVICIO DEL LABORATORIO  
DE CALIBRACIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 17025 PARA  
INCREMENTAR LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE UNA  
EMPRESA METROLÓGICA**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. TIRADO ROCA, JORGE LUIS**

**Bach. VERA ROMÁN, CARMEN MILAGROS**

**ASESOR: Ing. BALLERO NUÑEZ, GINO SAMMY**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación se lo dedico a mi mamá por no dejar de creer en mí y a mi hijo Jorge quien es mi motivación a seguir mejorando cada día.

Tirado Roca, Jorge Luis

Dedico esta tesis a mi madre Adelgunda por ser mi principal fortaleza y apoyo incondicional para seguir adelante, siendo ella mi mayor bendición.

A mi hermano Niltón por todo su apoyo desinteresado, siendo el mi mejor ejemplo de lucha y superación para alcanzar mis metas.

Vera Román, Carmen Milagros

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios, por guiarnos en cada avance de desarrollo de nuestra tesis; a nuestro asesor, el Ing. Gino Ballero por compartir sus conocimientos y su perseverancia en la mejora del proyecto.

Además, al Laboratorio de Metrología en estudio que nos facilitó la información adecuadamente.

Jorge Tirado y Carmen Vera

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	3
1.1.1 Descripción del problema general .....	3
1.1.2 Formulación del problema general .....	11
1.1.3 Formulación de los problemas específicos.....	11
1.2 Objetivo general y específicos.....	12
1.2.1 Objetivo general .....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 Delimitación de la investigación: espacial y temporal .....	12
1.3.1 Delimitación espacial .....	12
1.3.2 Delimitación temporal .....	12
1.4 Justificación e importancia .....	13
1.4.1 Justificación teórica .....	13
1.4.2 Justificación práctica .....	13
1.4.3 Justificación metodológica .....	13
1.4.4 Importancia de la investigación.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Antecedentes de la Investigación .....	15
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio .....	19
2.2.1 Calidad.....	20
2.2.2 Sistemas de gestión normalizados (ISO).....	21
2.2.3 Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025:2017 .....	22

2.2.4 Metrología .....	24
2.2.5 Calibración .....	24
2.2.6 Satisfacción al Cliente .....	25
2.3 Definición de términos básicos .....	27
2.3.1 Proceso .....	29
2.3.2 Elementos de un proceso .....	29
2.3.3 Proceso de calibración.....	31
2.3.4 Mejora de procesos.....	32
2.3.5 Herramientas de mejora de procesos.....	32
2.3.6 Mejora Continua.....	33
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	35
3.1 Hipótesis general .....	35
3.2 Hipótesis específicas .....	35
3.3 Variables.....	35
3.4 Definición conceptual de las variables .....	36
3.4.1 Calidad de servicio .....	36
3.4.2 Satisfacción del cliente .....	37
3.5 Operacionalización de las variables .....	38
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO .....	39
4.1 Tipo y nivel de la investigación.....	39
4.1.1 Tipo de la investigación.....	39
4.1.2 Nivel de la investigación .....	39
4.2 Diseño de investigación.....	40
4.3 Enfoque de investigación .....	40
4.4 Población de estudio.....	41
4.5 Diseño muestral .....	42
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44

4.7 Procedimientos para la recolección de datos.....	44
4.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	45
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	46
5.1 Diagnóstico y situación actual.....	46
5.1.1 Descripción de las etapas.....	46
5.1.2 Etapa de Definir.....	49
5.1.3 Etapa de medición .....	54
5.1.4 Etapa de análisis .....	72
5.1.5 Etapa de Mejora.....	78
5.1.6 Etapa de Control.....	95
5.2 Prueba de hipótesis .....	98
5.2.1 Prueba de hipótesis 1 .....	98
5.2.2 Prueba de hipótesis 2.....	101
5.2.3 Prueba de hipótesis 3 .....	103
5.3 Simulación.....	106
5.4 Resumen de Resultados.....	108
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES .....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	111
ANEXOS.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Servicio de Metrología a nivel Latinoamérica .....	4
Tabla 2. Porcentaje de órdenes de servicio observadas.....	9
Tabla 3. Variables dependientes e independientes .....	36
Tabla 4. Operacionalización de las variables .....	38
Tabla 5. Total del personal de la Empresa Metrológica.....	41
Tabla 6. Total de órdenes de servicio del año 2019 .....	41
Tabla 7. Resultado de la muestra preliminar .....	43
Tabla 8. Resultado de Muestra final.....	43
Tabla 9. Procedimiento para la recolección de datos .....	44
Tabla 10. Listado de macroprocesos .....	50
Tabla 11. Actividades del servicio de calibración.....	56
Tabla 12. Tipo de observaciones en las OS.....	57
Tabla 13. Errores de calibración.....	58
Tabla 14. Errores en la confiabilidad .....	58
Tabla 15. Errores en la tolerancia.....	59
Tabla 16. Histórico de ventas .....	72
Tabla 17. Tipos de errores más comunes en la calibración, confiabilidad y tolerancia .	74
Tabla 18. Resultados de la encuesta “Muy Insatisfecho” e “Insatisfecho” .....	75
Tabla 19. Listado en orden decreciente de las preguntas encuestadas.....	76
Tabla 20. Matriz de priorización de problemas.....	77
Tabla 21. Asignación de costos por tipo de observaciones .....	78
Tabla 22. Matriz de relación entre los problemas y requisitos del cliente .....	79
Tabla 23. Tabla de Control.....	97
Tabla 24. Órdenes sin errores de calibración antes y después .....	98
Tabla 25. Órdenes sin errores de confiabilidad antes y después .....	101
Tabla 26. Tiempo de entrega antes y después .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de servicios atendidos por INACAL según instancias.....	7
Figura 2. Diagrama de Ishikawa para las deficiencias en la calidad de servicio.....	8
Figura 3. Gráfico comparativo de las órdenes de servicio totales y observadas .....	9
Figura 4. Representación de los elementos de un proceso .....	30
Figura 5. Proceso de calibración .....	31
Figura 6. OS observadas versus OS no observadas.....	42
Figura 7. Ciclo DMAIC.....	46
Figura 8. Cuadro resumen DMAIC .....	48
Figura 9. Mapa de procesos de la Empresa Metrológica.....	49
Figura 10. Mapa de procesos de la Empresa Metrológica.....	51
Figura 11. SIPOC del Proceso de Servicio de Calibración .....	52
Figura 12. Diagrama de flujo del servicio de calibración .....	53
Figura 13. Cantidad según tipo de observaciones en la OS .....	57
Figura 14. Porcentaje de errores de calibración .....	58
Figura 15. Porcentaje de errores en la confiabilidad .....	59
Figura 16. Porcentaje en los errores de tolerancia.....	60
Figura 17. El asesoramiento por parte de nuestro personal.....	61
Figura 18. El tiempo de presentación del presupuesto .....	62
Figura 19. La oferta presentada en relación a sus necesidades. ....	63
Figura 20. La competencia técnica de nuestro personal de campo .....	64
Figura 21. Las herramientas y logística aportadas para el servicio .....	65
Figura 22. La solución de incidencias durante el servicio.....	67
Figura 23. El informe de calibración presentado.....	68
Figura 24. El tiempo de entrega del informe de calibración .....	69
Figura 25. La solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta ..	70
Figura 26. La emisión de las facturas y la cobranza.....	71
Figura 27. DAP del servicio de calibración (antes).....	73
Figura 28. Análisis de los indicadores.....	74
Figura 29. Análisis de los problemas con mayor urgencia a resolver.....	77
Figura 30. Formato de ingreso de datos sistematizados en Excel .....	81
Figura 31. Realización de datos predeterminados en Excel .....	82
Figura 32. Modelo de certificado de calibración.....	84



Figura 33. Programa de capacitación al personal .....	93
Figura 34. DAP del servicio de calibración mejorado .....	94
Figura 35. Prueba de hipótesis 1.....	100
Figura 36. Órdenes sin errores de calibración antes y después de la mejora .....	100
Figura 37. Prueba de hipótesis 2.....	103
Figura 38. Órdenes sin errores de confiabilidad antes y después de la mejora .....	103
Figura 39. Prueba de hipótesis 3.....	105
Figura 40. Tiempo de espera antes y después de la mejora propuesta .....	105
Figura 41. Estado de la empresa metrológica antes de la mejora.....	106
Figura 42. Datos obtenidos con la simulación antes de la mejora.....	106
Figura 43. Estado de la empresa metrológica antes de la mejora.....	107
Figura 44. Datos obtenidos con la simulación antes de la mejora.....	107

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	115
Anexo 2. Carta de presentación para validez de instrumentos.....	116
Anexo 3. Encuesta de satisfacción al cliente.....	117
Anexo 4. Validez del Instrumento de Investigación .....	118
Anexo 5. Solicitud de Uso de Información .....	119

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general mejorar la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una Empresa Metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 en base a la calidad de efectividad y la confiabilidad del servicio de calibración y el tiempo de entrega de la documentación requerida con el fin de aumentar la satisfacción del cliente.

El problema principal a solucionar radica en que la Empresa Metrológica no cuenta con un sistema de calidad asociado al servicio de calibración la cual se genera por diversos factores entre ellos: falta de capacitación al personal de la norma NTP ISO/IEC 17025, falta de una metodología de trabajo sustentada en documentos obligatorios, falta de confiabilidad en el servicio de calibración, etc.

La metodología que se utilizó fue la recolección de datos, en campo y de gabinete, de la Empresa Metrológica de todo el año 2019, para luego hacer un análisis de causas que originan el problema principal y con ello modelar una propuesta de solución y determinar valores preliminares que puedan comprobar las hipótesis.

Con la presente investigación se pudo lograr que la satisfacción del cliente se incrementara, en promedio, un 50,47% y principalmente debido a la reorganización del trabajo a través de procedimientos escritos, estableciendo un plan de capacitaciones e implementando un sistema de información con los cálculos pre desarrollados que permiten dar agilidad a la elaboración de los documentos de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025.

**Palabras Claves:** Calidad de servicio, satisfacción al cliente, NTP ISO/IEC 17025

## **ABSTRACT**

The general objective of this research was to improve the quality of service of the calibration laboratory of a Metrological Company based on the NTP ISO / IEC 17025 standard based on the quality of effectiveness and reliability of the calibration service and the delivery time of the documentation required in order to increase customer satisfaction.

The main problem to be solved is that the Metrology Company does not have a quality system associated with the calibration service, which is generated by various factors, including: lack of training for personnel in the NTP ISO / IEC 17025 standard, lack of a work methodology supported by mandatory documents, lack of reliability in the calibration service, etc.

The methodology that was used was the collection of data, in the field and in the office, of the Metrological Company for the entire year 2019, to then make an analysis of causes that originate the main problem and thus model a solution proposal and determine values preliminary tests that can test the hypotheses.

With the present investigation it was possible to achieve that customer satisfaction increased, on average, by 50,47% and mainly due to the reorganization of work through written procedures, establishing a training plan and implementing an information system with pre-calculations. developed that allow agility in the preparation of the calibration documents of a metrological company based on the NTP ISO / IEC 17025 standard.

Keywords: Quality of service. customer satisfaction, NTP ISO / IEC 17025

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realiza en una Empresa Metrológica que brinda servicios de calibración y ensayo, ubicada en el Distrito de Lince, Departamento de Lima. Actualmente la Empresa tiene problemas en las órdenes de servicio que muestran un alto índice de observaciones en el trabajo realizado. Esto se traduce en demoras en el tiempo de entrega ya sea de las cotizaciones o de los informes de calibración, falta de trazabilidad de las calibraciones de los patrones de medición, confiabilidad en el servicio, falta de documentación codificada, etc. En consecuencia, tenemos no conformidades en las auditorías internas y externas, quejas y reclamos por parte de los clientes y una baja calificación en la homologación de proveedores. Si esto continua la empresa no será sostenible en el tiempo, perderá clientes y oportunidades de servicios y alianzas estratégicas.

Es por ello, que el objetivo general de la investigación es mejorar la calidad de servicio del laboratorio de calibración de la Empresa Metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 para incrementar la satisfacción del cliente.

El procedimiento a seguir para el logro de dicho objetivo, comienza con el levantamiento de la información mediante entrevistas, encuestas, observaciones de campo y análisis documental; luego de ello mediremos los procesos relacionados con la calibración de los equipos utilizando indicadores de proceso; a continuación, utilizaremos herramientas de análisis para procesar dicha información en esto, nos referimos al diagrama de Pareto, Ishikawa, Matriz de priorización. Para la etapa final plantearemos acciones de mejora plasmados en programas, planes de mejora y mediremos nuevamente los resultados para hacer una comparación final. La presente investigación se divide en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo se describe la problemática a solucionar, en el cual está la descripción, la formulación de los problemas general y específicos.

En el segundo capítulo se tiene el marco teórico, en el cual se detallan los antecedentes nacionales e internacionales y teoría estructurada sobre el tema.

En el tercer capítulo se plantea las hipótesis, los objetivos, general y específicos para luego definir las variables dependientes e independientes.

En el cuarto capítulo se desarrolla la metodología de la investigación en la cual se describen las características inherentes, la población, muestra y unidad de análisis.

En el quinto capítulo se presenta y analiza los resultados que abarcan el diagnóstico inicial del problema, la propuesta de solución y la prueba de hipótesis, utilizando el enfoque DMAIC que por sus siglas se refiere a 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Debemos considerar, además, dada la coyuntura actual en el que vivimos, tiempos muy difíciles, está siendo mermado las actividades empresariales, en la salud y economía de la población mundial es por ello también que los datos considerados para la presente investigación son del año 2019.

El trabajo de investigación finaliza con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### 1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

#### 1.1.1 Descripción del problema general

La globalización del mercado hace posible que muchas empresas se expandan más allá del área de ventas tradicional. Los países que no han sido considerados por su lejanía o baja demanda se han convertido en mercados atractivos y con mucha dinámica. Las empresas dedicadas a la fabricación de productos, componentes o piezas industriales están expandiendo su alcance más allá de su área geográfica, compitiendo en precios, productos y servicios. Sin embargo, en este proceso de expansión hacia otros países se pueden topar con barreras técnicas que incluyen aspectos legales y del mercado.

Por lo tanto, al evaluar la inversión requerida para ingresar a un nuevo mercado, una empresa exportadora debe considerar el proceso de calibración para que los procesos de diseño y producción puedan cumplir con los requisitos específicos de cada país.

La fabricación mecánica de piezas o estructuras requiere una serie de controles que se utilizan en la metrología de tal forma que se garantice una precisión adecuada o exactitud en la medida que estén dentro de los límites que se expresan en los planos y normativas a las cuales cada tipo de fabricación está sometida (Piñeiro, 2000)

La calibración mide el error que marca un instrumento de medición mediante la comparación con un patrón de referencia, posteriormente se verifica que este error encontrado sea menor al máximo valor permitido y especificado, esto en general, se puede encontrar en una de las normas que aplica al instrumento a calibrar.

Cabe destacar que no basta con almacenar los resultados de las mediciones, sino que también es importante analizarlos con el objetivo de generar criterios para la toma de decisiones, esto se realiza mediante la implantación de un sistema de gestión en

laboratorios de calibración que ayude a realizar un seguimiento adecuado a las operaciones y poder actuar oportunamente.

A nivel latinoamericano, la metrología se organiza con el Sistema Interamericano de Metrología (SIM) que es un organismo que está conformado por Institutos Nacionales de Metrología de América (ver Tabla 1) con el fin de promover la cooperación en metrología y asegurar la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI), es decir, asegurar el resultado de una medición que se pueda relacionar con referencias específicas a través de una cadena continua de comparaciones que generan a su vez incertidumbres que también sean especificadas.

Tabla 1. Servicio de Metrología a nivel Latinoamérica

<b>País</b>	<b>Servicio de Metrología Nacional</b>
Argentina	Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
Brasil	Instituto Nacional de Metrología (INMETRO)
Chile	Red Nacional de Metrología (RNM)
Paraguay	Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN)
Uruguay	Laboratorio tecnológico de Uruguay (LATU)
Bolivia	Instituto Bolivariano de Metrología (IBMETRO)
Colombia	División de Metrología. Superintendencia de Industria y Comercio. Delegatura Protección del Consumidor.
Ecuador	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
<b>Perú</b>	<b>Instituto Nacional de Calidad (INACAL)</b>
Venezuela	Servicio Autónomo de Normalización, Calidad y Metrología (SENCAMER)

Fuente: Instituto Nacional de Calidad (2015)

Los primeros cinco países pertenecen a una subregión del SIM, denominado Suramet, que agrupa países de América del Sur y los cinco países restantes denominados Andinos pertenecen a Andimet.

Al Perú le corresponde el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) encargada de aprobar las Normas Técnicas Peruanas (NTP) que son de aplicación voluntaria. INACAL es un organismo del sector público, técnico, especializado y adscrito al Ministerio de la



Producción y que fue creado con la finalidad de promover y asegurar el cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad, tiene como función principal la normalización, acreditación y el control de la metrología en nuestro País.

El Instituto Nacional de Calidad, es conocido por las siglas INACAL, es una institución del sector público, perteneciente al Ministerio de Producción del Perú, que además cuenta con personal jurídico de derecho público, así como autonomía funcional, administrativa, técnica, económica y financiera.

INACAL es el ente rector del Sistema Nacional para la Calidad, responsable de su funcionamiento en el marco de lo establecido en la Ley N° 30224, Ley que crea el Sistema Nacional para la calidad y el Instituto Nacional de la Calidad.

Por medio de este importante organismo, el Estado peruano se asegura de que todos los productos que sean comercializados en el país, para uso público o privado, sean de excelente calidad y cumplan con las exigencias dispuestas en la legislación del organismo (Feelingperú, 2020)

La acreditación por parte de INACAL consiste en reconocer que el laboratorio u organismo está facultado para realizar actividades de ensayo, análisis, inspección y certificación. Para obtener dicha acreditación primero se debe cumplir ciertos requisitos que exige el organismo y que está establecidos en los documentos de la Dirección de Acreditación.

Los beneficios de la acreditación son muchas, entre ellas tenemos:

1. Que los resultados emitidos por los laboratorios u organismos de inspección son veraces y confiables ya que se utilizan criterios y procedimientos de acuerdo a la determinación y mantención de la competencia técnica.
2. Que dicha acreditación tiene validez Internacional lo que permite que los resultados sean aceptados rápidamente en el extranjero.

3. Reducen los costos porque se pueden volver a utilizar en los denominados reensayos.
4. Es aplicable como herramienta de marketing debido al reconocimiento Internacional.

A lo largo de los años el número de laboratorios de ensayo y calibración que se acreditan está aumentando, la razón es porque actualmente las empresas están exigiendo a los laboratorios metrológicos su acreditación bajo la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (en adelante INACAL-DA) como una buena práctica de trabajo, dado que está relacionado con la ISO 9001, norma internacional especializada en Calidad, y generando ventajas competitivas a quienes lo practican.

Sin embargo, no se tiene evidencia de cuántas empresas de calibración o de ensayo, que no estén acreditados, brindan el servicio; no obstante, la cantidad de servicios que se atienden en las instancias o dirección de calibración de INACAL, supera los dos mil quinientos treinta y tres (2533) servicios, en lo que va del año pasado 2019; y el mismo Instituto refiere que, hasta el momento julio del 2020 y a nivel nacional, existen solo ciento trece (113) laboratorios de ensayo y cuarenta y cinco (45) laboratorios de calibración dando un total de 158 empresas que realizan este servicio, además están acreditados por INACAL y al parecer no se abastecen con los miles de servicios que se tienen que realizar a nivel nacional diariamente (ver Figura 1), la línea de color azul que indica la tendencia de las empresas metrológicas para acreditarse, va en aumento en los últimos cuatro años.

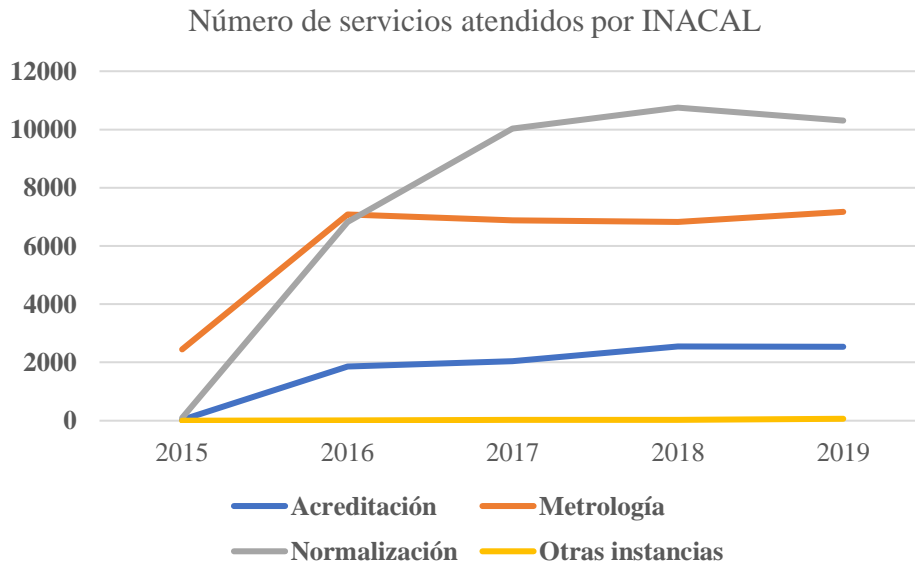


Figura 1. Número de servicios atendidos por INACAL según instancias.

Fuente: Instituto Nacional de Calidad (2015)

Con este contexto, el trabajo de investigación fue realizado en una de las empresas de metrología que no está acreditada pero que brinda el servicio de calibración. Actualmente la empresa cuenta con un personal los cuales tienen los siguientes problemas: los procedimientos de trabajo no están documentados y en algunos casos no está claro su comprensión, no cuentan con capacitaciones que refuercen las competencias técnicas para el servicio de calibración, no cuentan con un sistema de información que agilicen las operaciones de trabajo en campo, no cuentan con áreas definidas para llevar a cabo el almacenamiento de los equipos a calibrar, no hay control de la calidad sino hasta después de entregar el equipo o cuando los clientes reclaman, falta de trazabilidad de los patrones de medición, falta de efectividad en el servicio de calibración, entre otros. (ver Figura 2)

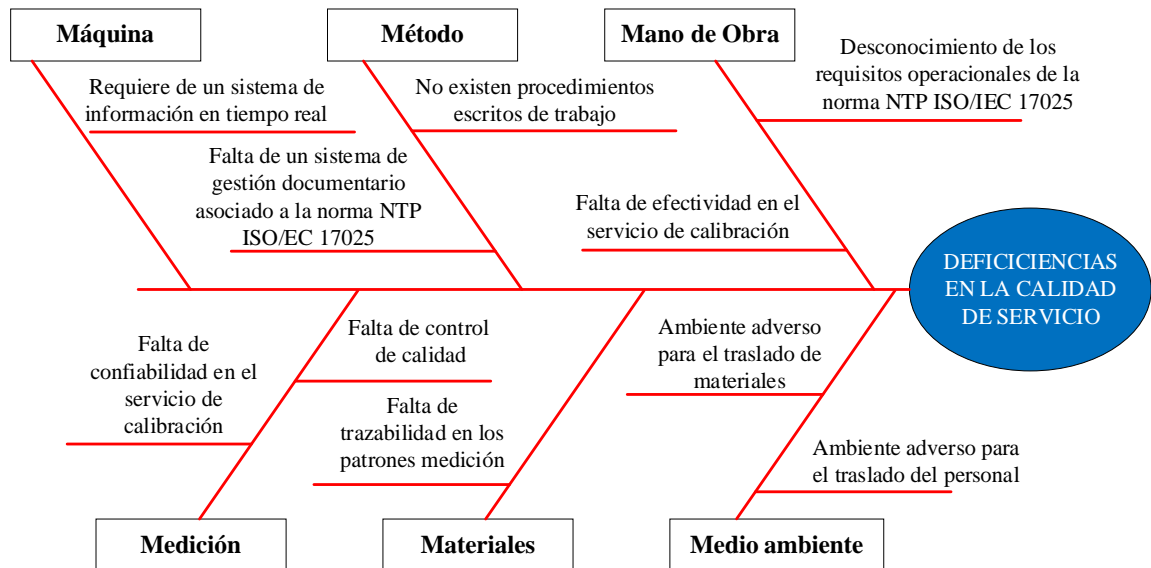


Figura 2. Diagrama de Ishikawa para las deficiencias en la calidad de servicio.

Fuente: Empresa metrológica

Los clientes de la empresa metrológica se quejan constantemente por el tiempo que demora en llegar las propuestas económicas, los incumplimientos en los requisitos que estipula la norma de calibración a nivel nacional, la NTP ISO/IEC 17025:2017, las no conformidades que se registran en las auditorías internas y externas, la baja calificación en la homologación de proveedores, la falta de documentación de calidad y seguridad para realizar las actividades de calibración.

A pesar de que la Empresa metrológica realiza su mayor esfuerzo por revertir tal situación, presenta dificultades porque no hay una organización en forma sistemática que ayude a minimizar estos problemas, esto se evidencia con las órdenes de servicio, las que presentan un aumento en el número de observaciones de los últimos meses (ver Figura 3).

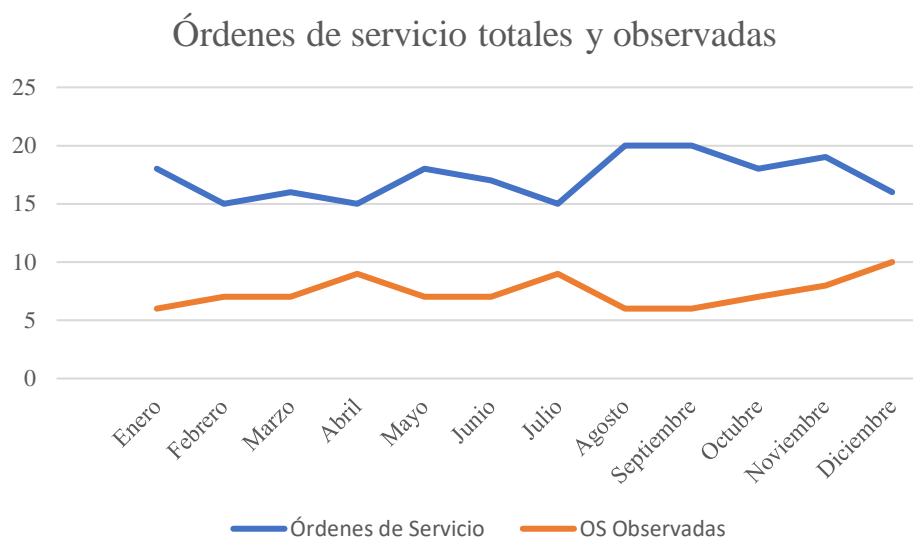


Figura 3. Gráfico comparativo de las órdenes de servicio totales y observadas

Fuente: Elaboración propia

La Empresa Metrológica en el año 2019, en promedio, facturaba 20 órdenes de servicio al mes y luego cuando se entregaba los trabajos había algunas observaciones por parte de los clientes y que además se evidenciaban en las encuestas de satisfacción al cliente que se les aplicaba. Como se puede observar en la Tabla 2 la cantidad de observaciones por el total de órdenes de servicio es significativo.

Tabla 2. Porcentaje de órdenes de servicio observadas

Mes	Órdenes de Servicio	OS Observadas	OS Observadas Porcentaje
Enero	18	6	33%
Febrero	15	7	47%
Marzo	16	7	44%
Abril	15	9	60%
Mayo	18	7	39%
Junio	17	7	41%
Julio	15	9	60%
Agosto	20	6	30%
Septiembre	20	6	30%

Mes	Órdenes de Servicio	OS Observadas	OS Observadas Porcentaje
Octubre	18	7	39%
Noviembre	19	8	42%
Diciembre	16	10	63%
Total	207	89	

Fuente: Elaboración propia

Todo ello se reúne con una exigencia actual y competitiva por parte de los clientes para continuar sus actividades y crecimiento. Si esto continúa, con el tiempo la empresa no podrá sostenerse económicamente y creará un vacío adicional ante la creciente demanda de empresas de metrología que están siendo acreditadas.

Un caso para mencionar es la acreditación que realizó la empresa Unión de Concreteras S.A. (UNICON) el presente año en el mes de enero, por parte del Instituto Nacional de Calidad para su laboratorio de Ensayos a compresión, la cual garantiza la representatividad e imparcialidad de los ensayos y garantiza la veracidad y confiabilidad de los resultados.

Para Álvarez (2020) Gerente de Investigación y Desarrollo de UNICON, la acreditación del Laboratorio es un reconocimiento a la competencia técnica y administrativa cuyo sistema queda avalado por una entidad estatal y se aplica a todos los productos elaborados de concreto y suministrados por UNICON y CONCREMAX.

En relación con lo anterior, este proceso para obtener la acreditación inició el año 2017 y el primer paso fue la implementación de la infraestructura del Laboratorio, luego se sumaron las capacitaciones a todo el personal técnico y administrativo, se adquirieron los equipos y se implementaron la documentación y registros bajo los parámetros que indica la Norma Técnica Peruana NTP IEC/ISO 17025:2017 y sus directrices.

Con este caso de éxito queremos hacer énfasis en los pasos que tuvo que realizar UNICON para poder acreditarse y queremos hacer lo mismo para que la Empresa Metrológica en estudio pueda también superar sus problemas, realizando inicialmente un diagnóstico de su estado con respecto a los requisitos que manda la norma NTP IEC/ISO 17025:2017, luego realizar una planificación de las actividades, de los programas de capacitación, de los objetivos y metas alcanzables, reales y adecuadas al contexto de la empresa.

Es por ello que nuestro objetivo es mejorar la calidad de servicio en el área de calibración para aumentar la satisfacción del cliente y de esa manera contribuir con la futura acreditación de la empresa metrológica a nivel nacional y como actualmente lo exige la norma denominada Directriz para la Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración emitido por INACAL en el año 2019.

#### 1.1.2 Formulación del problema general

¿Cómo mejorar la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 para incrementar la satisfacción del cliente?

#### 1.1.3 Formulación de los problemas específicos

- a) ¿Cómo mejorar la efectividad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica?
- b) ¿Cómo incrementar la confiabilidad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica?
- c) ¿Cómo mejorar el tiempo de entrega de la documentación para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica?

## 1.2 Objetivo general y específicos

### 1.2.1 Objetivo general

Mejorar la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 para incrementar la satisfacción del cliente.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Mejorar la efectividad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
- b) Incrementar la confiabilidad del servicio de calibración para aumentar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
- c) Mejorar el tiempo de entrega de la documentación para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

## 1.3 Delimitación de la investigación: espacial y temporal

### 1.3.1 Delimitación espacial

La presente investigación se realiza en una empresa metrológica que ofrece servicios de calibración ubicado en el distrito de Lince-Lima. Y el cual tiene un alcance desde el área de recepción de las órdenes de servicio, área de calibración, el área de gestión de documentos y el área de ventas.

### 1.3.2 Delimitación temporal

La presente investigación comprende la revisión de documentos, los hallazgos de auditoría y ventas del periodo enero a diciembre del año 2019, este tiempo es conforme con el tiempo establecido para el desarrollo de la tesis de investigación por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma para el año 2020.



## 1.4 Justificación e importancia

### 1.4.1 Justificación teórica

La presente investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso de la norma técnica peruana norma NTP ISO/IEC 17025, el uso de herramientas de mejora de procesos y en algunos casos el rediseño de procesos, también ahondar en los conceptos de calidad, calibración, auditorías y satisfacción del cliente.

### 1.4.2 Justificación práctica

La justificación práctica de la investigación se basa en el hecho de dar solución a las dificultades que afronta la empresa metrológica para elevar su calidad de atención y reducir así las no conformidades por parte de los clientes internos y externos que presentan insatisfacción en el servicio de calibración. Además, se pretende buscar una forma práctica de integrar la NTP ISO/IEC 17025 a los sistemas integrados de gestión como la ISO 9001:2015.

### 1.4.3 Justificación metodológica

La presente investigación contribuye como una estrategia metodológica para realizar la mejora en los procesos del área de calibración con respecto a los requisitos que la norma NTP ISO/IEC 17025 exige. Además, se utiliza el ciclo de Deming para enfocar la mejora como un sistema y así lograr más adelante la acreditación de la empresa de metrología ante INACAL.

### 1.4.4 Importancia de la investigación

La importancia radica en que, en base a las mejoras realizadas en el área de calibración de la Empresa a estudiar, obtendremos resultados favorables, entre ellas: satisfacción del cliente, conformidad en los requisitos de las auditorías y lograr una ventaja competitiva respecto a las demás empresas de metrología.

La investigación nos afianza en la utilización de herramientas de ingeniería en lo que respecta a identificación y tratamiento de problemas con la finalidad de mejorar los procesos, diseño e implementación de sistemas de gestión, como calidad y calibración, quedando como un legajo para su reproducción parcial o total en Empresas Metrológicas que tengan los mismos servicios.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

Dejo (2019) realiza un estudio sobre la Implementación y mantenimiento de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO/IEC 17025 a los laboratorios de la dirección de metrología del instituto nacional de calidad (INACAL) el cual tiene como objetivo principal mejorar la calidad de los servicios de calibración ofrecidos y poder mantener el reconocimiento internacional. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo no experimental y transversal porque utiliza datos del sistema de gestión de calidad del año 2015 mediante la técnica de análisis documental y como instrumento ficha de análisis documental, aplica la mejora de procesos y comprueba los objetivos planteados. Como resultado se obtiene el aumento en un 90% los servicios de calibración solicitados por el sector industrial, entidades públicas y académicas; desde el año 2015 a la fecha el porcentaje de quejas y reclamaciones no ha superado el 1% establecido; la implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión de Calidad permite obtener el reconocimiento internacional de la Dirección de metrología a través de la publicación de las mejores capacidades de calibración de los laboratorio de la Dirección de Metrología en la página web del Buro Internacional de Pesas y Medidas – BIPM. Como comentario se puede decir que se realizó un listado maestro de documentos de gestión que es muy importante elaborarlo y tenerlo en cuenta porque todo sistema de gestión debe identificar, codificar, revisar y mantener dichos documentos de gestión.

Gutiérrez & Rimachi (2017) realiza un estudio para aplicar herramientas de mejora a fin de incrementar del porcentaje de cumplimiento en el proceso de Atención de Servicios en la empresa Quality Certificate del Perú S.A.C teniendo como año base el 2016. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo aplicada y transversal porque utiliza datos del año 2016 mediante la técnica de análisis documental y como instrumento ficha de análisis documental, aplica la mejora de procesos y comprueba los objetivos planteados. Como resultado de la propuesta de mejora en los procesos del laboratorio de metrología se obtiene un incremento del porcentaje de cumplimiento mensual de atención de servicios en un 18,72%, un costo de inversión del proyecto de S/. 10,289.56 y el incremento de la ganancia mensual de S/. 9,468.99, todo esto daría un retorno de la inversión a partir del segundo mes, con una ganancia anual de S/. 86,017.75 y la reducción del tiempo promedio de atención de una orden de trabajo de 28.63 horas a 20.45 horas, es decir una disminución del 28,57%. Como comentario se puede decir que la empresa logró la recertificación por el Servicio Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI.

Ñahuirima (2015) realiza un estudio sobre la calidad de servicio y satisfacción del cliente de las pollerías del distrito de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas, región Apurímac, el cual tiene como objetivo principal determinar la relación entre la calidad de servicio y la satisfacción del cliente de las pollerías del distrito y provincia de Andahuaylas, región Apurímac. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo no experimental, de diseño de campo, transversal y correlacional en donde se describe la relación que existe entre

las variables calidad de servicio y satisfacción de los clientes, para luego determinar la significativa relación. Se trabaja con una población de 3675 personas y una muestra de 348, la técnica que se emplea es la encuesta y el instrumento el cuestionario. Como resultado general se obtiene que el coeficiente de correlación de Rho Spearman es de .0841, que significa que existe correlación positiva alta; además se puede afirmar con un nivel de confianza 99% que existe relación significativa entre las variables calidad de servicio y satisfacción del cliente de las pollerías del distrito de Andahuaylas. Como comentario se puede afirmar que la investigación realizó una validación por juicio de expertos ya que las preguntas para una entrevista deben ser claras, precisas y entendibles por el encuestado.

#### 2.1.2 Antecedentes Internacionales

Simbaña (2018) realiza un estudio sobre la Propuesta de diseño de un sistema de gestión basado en la norma NTE ISO/IEC 17025:2018:2018, el cual tiene como objetivo principal diseñar una propuesta de sistema de gestión basado en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018 en el laboratorio de suelo y agua de la UPS en el sector de Cayambe para la “Determinación de manganeso y hierro por espectrofotometría de absorción atómica de llama en aguas”. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de nivel descriptiva y explicativa, con un diseño de campo transeccional basada en la documentación de ese año. En los resultados se obtiene: la evaluación de la situación actual del laboratorio de agua y suelo de la UPS utilizando la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018 y la solicitud de acreditación para laboratorios de ensayo de acuerdo con el Servicio de Acreditación Ecuatoriano; el establecimiento de un sistema de gestión con estableció con

18 procedimientos generales, 2 procedimientos de ensayo y formatos donde se incluyen anexos, registros, planes y programas; la estructuración de la documentación necesaria para dar cumplimiento a los requisitos de la norma. Como comentario se puede manifestar que la investigación utilizó una lista de verificación de la auditoría documental en base al sistema de gestión NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018 lo cual es muy importante tener en cuenta al momento de realizar el diagnóstico inicial del estado de la Empresa Metrológica con respecto a dicha a norma.

Vásquez & Yépez (2017) realizaron un estudio sobre Sistema de gestión de calidad ISO 17025 para el laboratorio JOZALABSA, cuyo objetivo es diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en los requisitos de la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 —Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración para el laboratorio JOZALABSA. La investigación tiene un enfoque cualitativo con diseño no experimental y de campo, el tipo de investigación es descriptiva, explicativa. La población está conformada por tres personas que son trabajadores del laboratorio y como muestra adicionalmente a ellos serán cinco exclientes para las encuestas. Para el levantamiento de información se utilizó como técnica e instrumento la encuesta y cuestionario respectivamente. Esta investigación tiene como resultados: Aumento del tiempo de entrega del servicio en un 60%, aumento del 20% en la confiabilidad de los resultados y un aumento del 20% en la cantidad de clientes por la relación comercial que existe y que depende de la acreditación que tenga el laboratorio JOZALABSA. Como comentario se puede manifestar que la investigación propone una serie de procedimientos relacionados con el sistema de gestión de calibración y en sus

respectivos anexos los registros asociados que están identificados con un código, versión y fecha.

Mejía (2018) realiza un estudio sobre la propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad según la NTC ISO/IEC 17025:2017 en el proceso de microbiología de un laboratorio de análisis ambiental, cuyo objetivo es Proponer la implementación de un sistema de gestión de calidad según la NTC ISO/IEC 17025:2017, en el proceso de Microbiología de un Laboratorio de análisis ambiental. El tipo de investigación es aplicada y diseño de campo y análisis documental. La población y la muestra no probabilística está compuesta por la alta dirección y todos los procesos de la compañía MCS Monitoreo y Consultoría Ambiental S.A.S. Como resultados se tiene: el planteamiento de tres etapas para implementar el proceso y lograr su acreditación las cuales se definen como: Planeación, Implementación y Acreditación. En cada una de estas fases y con respecto a cada uno de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025, se establecieron actividades, en las cuales se encuentran la elaboración de los procedimientos, verificación y validación de los métodos, cálculo de la incertidumbre, planes de calibración, establecimiento de los perfiles de los recursos humanos que irán a trabajar en el laboratorio, compra de los equipos necesarios; lo anterior para lograr el objetivo principal el cual es la acreditación del proceso y sus métodos y por ende la entrega de resultados confiables. Como comentario se puede decir que en la investigación se realiza un análisis de las necesidades y expectativas del cliente, lo cual es muy importante tener en cuenta para la planificación, implementación y acreditación de un sistema de gestión.

## 2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

### 2.2.1 Calidad

Según la ISO 9000 (2015) la calidad en las organizaciones aboga por un comportamiento que conduce al comportamiento, actitudes, actividades y procesos que aportan valor al satisfacer necesidades y las expectativas de los clientes y otras partes interesadas relevantes.

La calidad de los productos y servicios de la organización depende de satisfacer a los clientes, así como los impactos esperados e inesperados en las partes interesadas relevantes. La calidad de los productos y servicios incluye no solo sus funciones y desempeño esperados, sino también su valor percibido y beneficios para los clientes.

Cabe considerar, por otra parte, Deming (1989) la calidad es “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado”.

El autor señaló que el objetivo principal de la empresa debe ser permanecer en el mercado, proteger la inversión, obtener dividendos y asegurar el trabajo. Para lograr este objetivo, el camino a seguir es la calidad. La forma de lograr una mayor calidad es reducir los cambios en el diseño del proceso de producción mejorando los productos y adaptando los servicios a las especificaciones.

En ese orden de ideas, podemos decir que la calidad que ofrece una empresa está relacionada con el grado de cumplimiento en las especificaciones dadas por el cliente para la realización del producto o servicio. La calidad sigue los siguientes principios:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Compromiso de las personas
- Enfoque a procesos



- Mejora
- Toma de decisiones basada en evidencia
- Gestión de las Relaciones

Para el desarrollo de un sistema de gestión de la calidad es necesario utilizar los conceptos y los principios fundamentales de la calidad; las organizaciones comparten muchas características con los seres humanos como un organismo social vivo y que aprende. Ambos son adaptativos y constan de sistemas, procesos y actividades interactivos.

Las organizaciones a menudo innovan para lograr mejoras importantes, para adaptarse a su entorno cambiante, todos necesitan la capacidad de cambio. El modelo de sistema de gestión de la calidad de la organización reconoce que no todos los sistemas, procesos y actividades pueden estar predeterminados, por lo que debe ser flexible y adaptable a la complejidad del entorno organizacional.

### 2.2.2 Sistemas de gestión normalizados (ISO)

Un sistema de gestión es un conjunto de reglas y principios que se relacionan entre sí de manera ordenada para facilitar la gestión de procesos generales o específicos de una organización. Permite establecer políticas, objetivos, metas y lograr estas metas. El sistema de gestión de normalización es un sistema que establece sus requisitos de acuerdo con las normas departamentales, nacionales o internacionales. Organizaciones de todos los tipos y tamaños han utilizado sistemas de gestión estandarizados debido a las múltiples ventajas de sus aplicaciones. Por ejemplo, tenemos:

- ISO 9001 relacionado a la gestión de la calidad.
- ISO/IEC 27001 relacionado a la gestión de la seguridad de la información.

- ISO/IEC 20000-1 relacionado a la gestión de servicios de tecnologías de la información.
- ISO 31000 relacionado a la gestión de los riesgos.
- ISO 30300 relacionado a la gestión de la documentación

En nuestro caso, para el trabajo de investigación vamos a utilizar la norma técnica peruana NTP ISO/IEC 17025:2017.

### 2.2.3 Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025:2017

Es una norma nacional que establece requisitos para los sistemas de gestión de calidad aplicados a los laboratorios de ensayo y calibración. Es una norma que tiene muchos aspectos en común con las normas ISO, pero cuyo objetivo principal es establecer requisitos que permitan asegurar la competencia de las entidades de ensayo y calibración (laboratorios principalmente) por parte de organismos de acreditación, como por ejemplo el Instituto Nacional de Calidad – INACAL (UDEP; 2019)

Para una empresa, elegir un laboratorio que pueda garantizar las mayores capacidades técnicas es fundamental para asegurar la confiabilidad de sus productos o servicios, minimizar los riesgos y aumentar la confianza de sus clientes y la aceptación de sus productos en otros mercados. Por tanto, la certificación de un laboratorio de pruebas incluye evaluar su capacidad técnica para realizar pruebas y emitir resultados fiables.

Para ser acreditados como un laboratorio de calibración, los solicitantes deben implementar la Norma NTP ISO/IEC 17025 - "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de prueba y calibración", lo que significa tener varias capacidades tales como: personal técnicos competentes, equipo e infraestructura necesarios, y otros requisitos y cumplir normas complementarias

específicas. Para solicitar la certificación, el laboratorio debe presentar el formulario correspondiente y todos los anexos requeridos, de esa manera se generan los siguientes beneficios:

#### **A. Beneficios para la organización**

La implementación y consecuente acreditación de un sistema de gestión de la calidad, de acuerdo a la norma ISO/IEC 17025, aporta las siguientes ventajas que se ve reflejado en lo siguiente:

- Aumento en la eficiencia de la gestión de los procesos de la Empresa debido a que es un sistema de gestión basado en la calidad y satisfacción del cliente.
- Aumento en el nivel de competitividad frente a sus competidores.
- Incremento en la rentabilidad de la empresa como consecuencia de aportar mayor calidad a sus productos y servicios y reducir las quejas o reclamos de los Clientes.
- Posicionamiento de la imagen empresarial ya que evidencia su compromiso con la calidad y cubre las expectativas del cliente.

#### **B. Beneficios para el cliente**

Cuando los clientes cuentan con el respaldo de servicios de alta calidad o reciben productos de alta calidad, se beneficiarán de organizaciones que trabajan de acuerdo con estándares reconocidos internacionalmente en el mercado, asegurando así resultados técnicamente efectivos.

Por último, podemos comentar que tanto los laboratorios de ensayo y calibración internos como externos pueden aplicar e implementar estándares ISO / IEC en cualquier industria manufacturera o industria de servicios: laboratorio de análisis

de agua y otros análisis químicos, laboratorio clínico, laboratorio de pruebas físicas, etc.

#### 2.2.4 Metrología

La metrología es la ciencia e ingeniería de la medición, incluida la investigación, el mantenimiento y la aplicación de sistemas de metrología. Como cualquier otro aspecto requerido por la sociedad, juega un papel en la ciencia, la industria y el derecho. Su objetivo principal es obtener y expresar el valor para asegurar la trazabilidad del proceso y la precisión requerida en cada caso. Utiliza herramientas, métodos y medios adecuados. Los resultados de la medición y la incertidumbre de la medición son dos características muy importantes de la metrología. Los físicos y la industria utilizan una variedad de instrumentos para realizar mediciones. Desde objetos simples como reglas y temporizadores hasta potentes microscopios, medidores láser e incluso computadoras avanzadas de alta precisión.

#### 2.2.5 Calibración

Es el conjunto de operaciones que, bajo condiciones especificadas, establece en una primera etapa los errores de un instrumento de medición cuando éste es correctamente usado, y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

La industria suele utilizar diferentes tipos de calibración de instrumentos, como la calibración de temperatura o presión, pero también es adecuada para otras industrias que requieren una calibración precisa. Cada tipo se define en términos de los parámetros especificados para el proceso que realiza. La clasificación se basa principalmente en el tipo de instrumento de medición, porque cada

instrumento requiere una calibración diferente. Estos son algunos ejemplos de medidas requeridas por la industria farmacéutica (Masstech, 2020):

- Presión
- Flujo
- Pipetas
- Temperatura
- Aparatos eléctricos
- Aparatos mecánicos

#### 2.2.6 Satisfacción al Cliente

Según Kotler (2001) manifiesta que la satisfacción del cliente es el nivel del estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas, es decir, el cliente hace una comparación subjetiva entre el valor total que aporta el producto o servicio para el cliente y el costo total que implica conseguir u obtener ese producto o servicio.

De acuerdo con este concepto, la ISO 9001 promueve la adopción de métodos diseñados para aumentar la satisfacción del cliente. De acuerdo con este enfoque, se definen los requisitos, es decir, la empresa debe tener la oportunidad de ejecutar varios planes, porque ISO 9001 describe "lo que se debe hacer" y deja a cada organización implementar el "cómo" mediante la técnica que le resulte más adecuada. La satisfacción del cliente tiene los siguientes elementos:

- El rendimiento percibido
- Las expectativas
- Niveles de satisfacción

El rendimiento percibido se refiere al desempeño (en términos de valor entregado) que el cliente cree que se ha logrado después de obtener el producto o servicio.

En otras palabras, este es el “resultado” que el cliente obtiene del producto o servicio que ha adquirido. El rendimiento percibido tiene las siguientes características: se determina desde el punto de vista del cliente y no de la empresa, se basa en los resultados que obtiene el cliente con el producto o servicio, está basado en la subjetividad del cliente, las opiniones que puedan realizar otras personas influyen en el cliente.

Las expectativas son las "esperanzas" de que los clientes logren sus objetivos. Las expectativas del cliente son generadas por una o más de las siguientes cuatro situaciones: la promesa que la empresa da al cliente sobre el producto o servicio, experiencias de compras anteriores, opiniones de otras personas, promesas que ofrecen los competidores.

Los niveles de satisfacción es una experiencia por la que pasa el cliente luego de comprar o adquirir un producto o servicio y se puede dar en tres formas:

- Insatisfacción, es cuando el desempeño percibido por el cliente no alcanza las expectativas del mismo.
- Satisfacción, se da cuando el desempeño percibido coincide con las expectativas del cliente.
- Complacencia, se produce cuando el desempeño percibido excede a las expectativas del cliente.

En esta parte podemos comentar que, para generar la satisfacción del cliente, este debe sentir una experiencia de complacencia, de agrado, de goce, esto quiere decir que el desempeño que tenga el producto o servicio debe superar sus expectativas.

### 2.3 Definición de términos básicos

Para los fines de la investigación, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Norma ISO/IEC 17000, la Guía ISO/IEC 99 y por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), la cuales son:

**Acreditación:** Atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que manifiesta la demostración formal de su competencia para llevar a cabo tareas específicas de evaluación de la conformidad.

**Aprobación:** Permiso para comercializar o utilizar un producto o un proceso, para fines establecidos o bajo condiciones establecidas.

**Atestación:** Emisión de una declaración, basada en una decisión tomada después de la revisión, de que se ha demostrado que se cumplen los requisitos especificados.

**Auditoría:** Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener registros, declaraciones de hechos u otra información pertinente y evaluarlos objetivamente para determinar en qué medida se cumplen los requisitos especificados.

**Certificación:** Atestación de tercera parte relativa a productos, procesos, sistemas o personas.

**Confiabilidad:** La confiabilidad se da en el instrumento de medición y se relaciona con el grado de precisión o exactitud luego de hacer la medición, esto trae como consecuencia que si se repiten las mediciones arrojarán los mismos resultados.

**Declaración:** Atestación de primera parte.

**Efectividad:** Es una relación entre los resultados que logra alcanzar una empresa con respecto a los resultados planificados anteriormente, es decir, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos que han sido planificados.

**Ensayo:** Prueba determinación de una o más características de un objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento.

**Evaluación de la conformidad:** Demostración de que se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo.

**Evaluación entre pares:** Evaluación de un organismo, con respecto a requisitos especificados, por representantes de otros organismos que forman parte de un grupo de acuerdo, o son candidatos para serlo.

**Inspección:** Examen del diseño de un producto, del producto, proceso o instalación y determinación de su conformidad con requisitos específicos o, sobre la base del juicio profesional, con requisitos generales.

**Laboratorio:** Organismo que realiza una o más de las siguientes actividades: ensayo, calibración, muestreo, asociado con el subsiguiente ensayo o calibración.

**Muestreo:** Obtención de una muestra representativa del objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento.

**Organismo de acreditación:** Organismo con autoridad que lleva a cabo la acreditación.

**Patrón de medición:** Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia.

**Procedimiento:** Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

**Producto:** Resultado de un proceso.

**Queja:** Expresión de insatisfacción, diferente de la apelación, presentada por una persona u organización a un organismo de evaluación de la conformidad o a un organismo de acreditación, relacionada con las actividades de dicho organismo, para la que se espera una respuesta.

**Requisito especificado:** Necesidad o expectativa establecida.

**Revisión:** Verificación de la aptitud, adecuación y eficacia de las actividades de selección y determinación, y de los resultados de dichas actividades, con respecto al cumplimiento de los requisitos especificados por un objeto de evaluación de la conformidad.



**Verificación:** Aportación de evidencia objetiva de que un ítem dado satisface los requisitos especificados.

**Validación:** Verificación, de que los requisitos especificados son adecuados para un uso previsto.

**Trazabilidad metrológica:** Propiedad de un resultado de medición por la cual dicho resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición.

### 2.3.1 Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades que se relacionan mutuamente y que transforman las entradas en resultados previstos (ISO 9000, 2015, p.15)

Dicho resultado también es denominado salidas, producto o servicio, esto dependerá del contexto en la referencia.

### 2.3.2 Elementos de un proceso

Según ITS SOLUTIONS (2001), todo proceso debe tener como elementos básicos lo siguiente:

#### A. Objetivos

Los objetivos de un proceso reflejan las acciones a realizar para lograr los retos asociados con la ejecución del proceso. Es muy importante definir tales objetivos porque de ahí se obtienen los indicadores de eficiencia y eficacia, ayudar a monitorear el grado de cumplimiento y gestionar los riesgos asociados.

#### B. Alcance

El alcance delimita un proceso en el sentido que marca un inicio y un final, es decir hay una identificación previa y determinación de cuáles son las entradas y

sus respectivas salidas, este aspecto es muy importante para el establecimiento del mapa de procesos de una organización.

### C. Cliente

El cliente ya sea interno (como los empleados o usuarios del sistema interno de la organización) o externo (como los proveedores, las visitas, las subcontratas o clientes finales) son aquellas personas que de alguna manera son afectados por la continuidad de los procesos y están a la espera de las salidas de dicho proceso.

### D. Subprocesos

Un proceso puede ser desglosado en dos o más subprocessos dependiendo de la complejidad de la misma, esto es muy importante porque se pueden identificar las entradas y salidas que quizás pertenezcan a otro proceso diferente a la inicial.

### E. Control del proceso

Al definir con que personas o unidades interactúa el proceso se pueden introducir medidas de valor como el tiempo, costo, calidad. Esta parte es muy importante porque en la construcción de los indicadores se deben diferenciar entre indicadores de eficacia, eficiencia o efectividad (ver Figura 4).

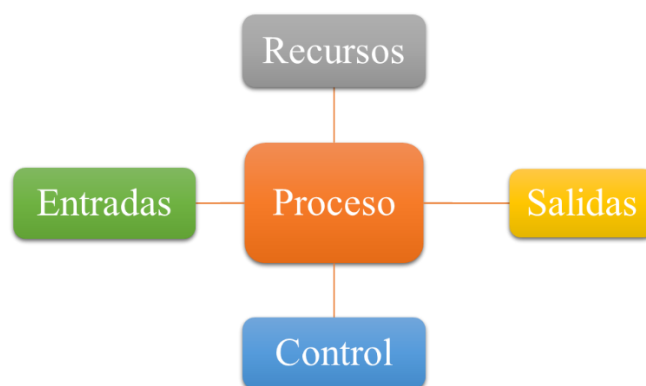


Figura 4. Representación de los elementos de un proceso

Fuente: ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de Calidad

### 2.3.3 Proceso de calibración

En el proceso de calibración de instrumentos comparamos el valor del equipo con el valor conocido como patrón. Los instrumentos de referencia conocidos como patrón tienen elevada trazabilidad y reducida incertidumbre. La calibración del instrumento se debe realizar en las mismas condiciones en las que opera, es decir, en el ambiente que trabaja habitualmente, mismas condiciones de presión y temperatura, etc. El periodo de calibración de un instrumento dependerá de sus características físicas y del sistema de medida a utilizar.

Los resultados del proceso de calibración deben mostrar lo siguiente: la estimación de los errores de indicación del instrumento de medición, incertidumbres, factor de calibración y un documento denominado certificación de calibración o informe de calibración. El proceso de calibración consta de las siguientes partes (ver Figura 5).

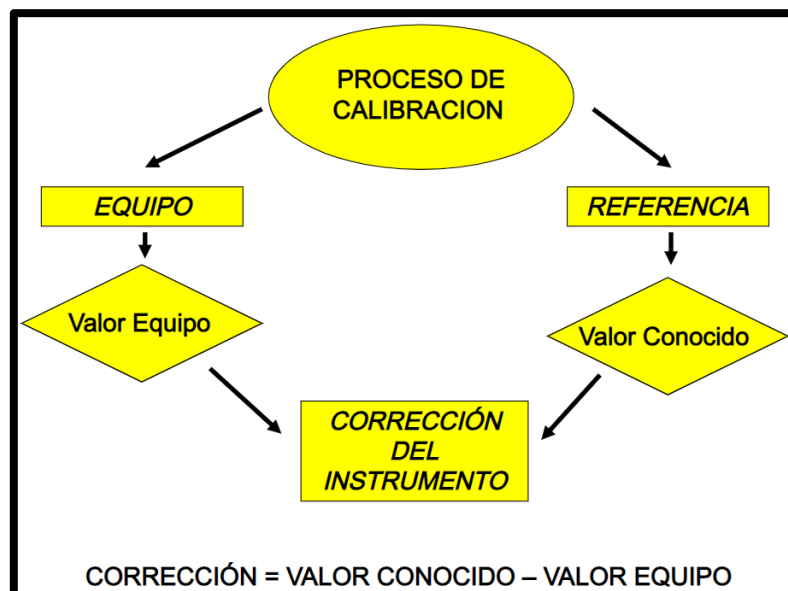


Figura 5. Proceso de calibración

Fuente: Curto, C. (2015)

#### 2.3.4 Mejora de procesos

En concordancia con lo que expresa De Salud (2001), después de diseñar un proceso, identificando sus elementos, se procede a implementar y poner en marcha los mecanismos de control y mejora continua que permitan medir los resultados y hacer la comparación con lo que se tenía planeado, de esa manera estamos midiendo la calidad.

Una mejora en el proceso consiste en garantizar que el plan propuesto se ejecuta, se controla y se ajusta.

Para realizar la mejora de los procesos es importante identificar aquellos factores que tienen un impacto significativo sobre el problema, si son controlables, y sobre las que se tiene control siempre que se pueda actuar para minimizar o eliminar su efecto. Para su identificación es conveniente:

1. Analizar los indicadores y el entorno del problema con el detalle suficiente de aproximarse a las causas. Una vez cuantificado los indicadores, se estratifica sobre la base de que las variables tienen influencia en el problema. Se analiza también los subprocesos donde aparecen los síntomas del mismo.
2. Formular las cuestiones que determinen las posibles causas identificadas. Es conveniente ser específicos con la probabilidad de que sean causas reales y tener la facilidad de comprobarlos.
3. Evaluar el grado de afectación de cada causa al problema.

#### 2.3.5 Herramientas de mejora de procesos

Para realizar todo lo descrito anteriormente se recomienda utilizar algunas herramientas de mejora de procesos y dependiendo de las fases, como se detalla a continuación:

#### A. Fase de diagnóstico

- Diagrama de flujo
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de Causa-Efecto
- Hojas de recogida y análisis de datos
- Estratificación
- Histogramas

#### B. Fase de formulación de causas

- Tormenta de ideas
- Diagrama Causa-Efecto
- Árbol de problemas

#### C. Fase de comprobación de teorías

- Análisis de datos
- Histogramas

### 2.3.6 Mejora Continua

La mejora continua del proceso se basa en la evaluación continua, a través de la aplicación del Ciclo de Stewart (Planear, Hacer, Evaluar, Actuar), de todos los aspectos que conforman el proceso: el diseño, la ejecución, las medidas de control y su ajuste.

#### A. Planear

En esta parte se realiza un plan de mejora para ingresar las acciones necesarias en el proceso previamente diseñado. En este apartado se responde a las preguntas: ¿Quién hará la mejora? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Qué se necesita?

#### B. Hacer

En esta parte se deben medir los resultados de cada parte que se realiza, desde la entrada hasta el final del proceso. Se debe tener en cuenta la medición de los tiempos en la realización de las actividades, valorar la eficacia y la eficiencia. Es importante contar con un sistema de información que contemple los diferentes indicadores a medir.

#### C. Evaluar

En esta fase se trata de buscar los errores, las desviaciones y sus causas haciendo una comparación entre las salidas del proceso con las expectativas del Cliente. Aquí se pone en énfasis: ¿Para quién es el producto y servicio? y ¿Cómo? Se debe hacer.

#### D. Actuar

En la fase última consiste en intervenir en el proceso para dar solución a los problemas que se relacionen con la calidad de los resultados previstos, se debe buscar el consenso entre las personas involucradas al funcionamiento del proceso. En esta parte es importante realizar la Matriz FODA y conformar un comité de Mejora de Procesos para ayudar a la realización de la estrategia de intervención y también para gestionar de forma adecuada los posibles problemas emergentes que puedan aparecer y que afecten al proceso.

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

En este capítulo desarrollaremos el sistema de hipótesis, la cuales son las guías de un estudio o de una investigación, en esta parte vamos a mostrar lo que tratamos de probar y daremos una explicación preliminar del fenómeno en estudio como es el caso de la calidad de servicio y la satisfacción del cliente. A continuación, las siguientes hipótesis:

### 3.1 Hipótesis general

Si se mejora la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 entonces se incrementa la satisfacción del cliente.

### 3.2 Hipótesis específicas

- a) Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
- b) Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces aumenta la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
- c) Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

### 3.3 Variables

Una variable es una propiedad o característica que tienen las personas, hechos, fenómenos, objetos que se pueden medir y observarse (Sampieri, 2014, p.138). En esta investigación las variables están relacionados con lo que se quiere conseguir en los objetivos y las cuales vamos a definir las conceptual y operacionalmente.

### 3.4 Definición conceptual de las variables

En esta sección vamos a identificar las variables a trabajar y luego definir las conceptualmente (ver Tabla 3).

Tabla 3. Variables dependientes e independientes

Variable general	Variables específicas
Independiente	
Calidad de servicio	Efectividad del servicio de calibración
	Confiabilidad del servicio de calibración
	Tiempo de entrega de documentación
Dependiente	
Satisfacción del cliente	Órdenes de servicio
	Tolerancia de calibración
	Documentación

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.1 Calidad de servicio

##### A. Efectividad del servicio de calibración

La efectividad consiste en la realización de una actividad u operación teniendo en cuenta la eficiencia y la eficacia, es decir, conseguir los resultados previstos en el tiempo determinado y utilizando los recursos más razonables posibles. Esto supone hacer lo correcto con gran precisión y sin desperdiciar el tiempo o dinero (Mejía, 1998, p. 2)

##### B. Confiabilidad del servicio de calibración

Según Grajales, D. H. M., Sánchez, Y. O., & Pinzón, M. (2006) afirma que la confiabilidad es la “confianza” que se tiene de que un equipo, dispositivo o sistema desempeñe su función con total normalidad, es decir, durante un intervalo de tiempo predeterminado y bajo condiciones estándares de operación. En términos probabilísticos, la confiabilidad es la probabilidad de que un sistema



pueda desempeñar la función que se necesita durante un periodo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

#### C. Tiempo de entrega de documentación

La gestión del tiempo es muy importante para alcanzar las metas fijadas y continuar con la cadena de suministro en operación. La entrega a tiempo consiste en entregar un producto o servicio en la hora fijada con anterioridad y que además dicha entrega debe estar de acuerdo a los requerimientos del Cliente (Howard, 2017)

### 3.4.2 Satisfacción del cliente

#### A. Órdenes de servicio

Según Silva (2016) una orden de servicio es un documento que permite llevar con facilidad la comunicación entre el proveedor y su cliente. Una orden de servicio debe contener toda la información necesaria para que el proveedor comprenda el servicio que debe realizarse para el Cliente.

Una orden de servicio también es útil para las gestiones internas a la Empresa, debido a que es un documento almacena información de tiempo, productividad y como garantía de que el empleado realizará el servicio.

#### B. Tolerancia de calibración

Para Piñeiro (2000) la tolerancia en metrología es una diferencia entre el valor máximo permitido y el valor mínimo aceptable en la medición de una magnitud relacionada al diseño o fabricación de un producto. La tolerancia de diseño es de importancia asegurar para que tenga un comportamiento correcto a la hora de integrarse a un conjunto mecánico. La tolerancia de fabricación está en relación con la utilización de métodos y medios ya que ello repercute en los procedimientos de fabricación y en el costo del producto.

### C. No conformidades en la documentación

Las no conformidades son los incumplimientos en los requisitos, es decir no cumple con la satisfacción de la necesidad y expectativa establecida previamente que está de manera implícita o es de obligación (ISO 9000, 2015, p. 20)

Como es de conocimiento los laboratorios que trabajan utilizando un sistema de gestión como la ISO/IEC 17025 deben gestionar las acciones para prevenir las no conformidades, de lo contrario se puede hacer uso también de las acciones correctivas que son herramientas muy importantes para la mejora continua de los sistemas de gestión.

### 3.5 Operacionalización de las variables

La definición operacional nos va indicar la forma en la cual se abordarán las variables presentadas anteriormente indicando su dimensión y su indicador (ver Tabla 4)

Tabla 4. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Calidad de servicio	Efectividad	Número de cumplimientos de requisitos de calibración actual / Número de cumplimientos de requisitos de calibración en el año 2019
	Confiabilidad	Número de cumplimientos de requisitos de confiabilidad actual / Número de cumplimientos de requisitos de confiabilidad en el año 2019
	Documentación	Número de observaciones en la documentación actual / Número de observaciones en la documentación en el año 2019
Satisfacción del cliente	Orden de servicio	Número de órdenes de servicio actual / Número de servicios en el año 2019
	Tolerancia	Número de resultados que estén dentro de la tolerancia de calibración actual / Número de resultados que estén dentro de la tolerancia de calibración en el año 2019
	Tiempo	Intervalo de tiempo que demora la entrega de documentación

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Tipo y nivel de la investigación

#### 4.1.1 Tipo de la investigación

Según Zorrilla (1993) un trabajo de investigación se clasifica en cuatro tipos: básica, aplicada, documental, de campo o mixta. La investigación tipo básica busca acrecentar los conocimientos teóricos dejando de lado la aplicación práctica de la misma, es más formal y desarrolla una teoría basada en principio y leyes.

La investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación práctica que le puede dar al utilizar los conocimientos y encontrar sus consecuencias prácticas como puede ser: hacer, actuar, construir y modificar.

La investigación documental es aquella que se realiza a través de consulta de documentos, entre ellos, registros, informes, anuarios, etc. En este caso se toma en cuenta la fuente de información el cual nos proporcionará las evidencias. A esto se puede unir un trabajo de campo para la recolección de datos y en conjunto sería una investigación del tipo mixta.

En consecuencia, para nuestra investigación el tipo de la investigación es aplicada porque utiliza la teoría relacionada a calidad, sistemas de gestión, satisfacción al cliente, metrología, calibración, acreditación para generar la aplicación práctica y que sea de uso común en las diferentes ramas de la ingeniería y laboratorios de metrología.

#### 4.1.2 Nivel de la investigación

El nivel de la investigación según Sampieri (2014) se refiere al alcance inicial que tiene el trabajo de investigación, esto es, que puede ser exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo. Estos niveles se van a diferenciar por lo siguiente: en el nivel exploratorio no se formulan hipótesis; en el nivel descriptivo solo se

formulan hipótesis cuando se pronostica un hecho o un dato; en el nivel correlacional se formulan hipótesis correlacionales y en el nivel explicativo se formulan hipótesis causales.

En consecuencia, para nuestra investigación el nivel de la investigación es descriptiva y correlacional; es descriptiva porque está referido a describir las características del estado actual de la Empresa metrológica, describir sus procesos, identificar los problemas y sus factores de generación; la investigación es de nivel correlacional porque pretende determinar cómo se relacionan las variables entre sí, analizar los efectos y que permitan hacer generalizaciones y extensión a realidades parecidas.

#### 4.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es estructurado y predeterminado porque precede a la recolección de datos, es decir se han definido respuestas tentativas o preliminares a las preguntas de investigación (Sampieri, 2014); también lo indica el alcance del estudio que en este caso es analizar el proceso del servicio de calibración porque se va realizar un diagnóstico inicial del estado actual de la Empresa con respecto a los requisitos que indica la norma NTP ISO/IEC 17025 y con ello plantear una propuesta de mejora en los procesos de calibración.

#### 4.3 Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo dado que se abordarán los problemas principales y específicos con la recopilación de datos y se hará uso de herramientas estadísticas, matemáticas e informáticas para realizar conclusiones generalizadas y que puedan proyectarse en el tiempo.

#### 4.4 Población de estudio

La presente investigación tiene como población al personal de la Empresa de metrología (ver Tabla 5) y todas las órdenes del servicio del periodo 2019 (ver Tabla 5).

Tabla 5. Total del personal de la Empresa Metrológica

Puesto de Personal	Cantidad
Gerente	1
Jefe de Calidad, Seguridad y Ambiente	1
Jefe de Administración	1
Jefe de Ventas	1
Jefe de Laboratorio	1
Jefe de Operaciones	1
Asistente de administración	1
Ejecutivo de ventas	1
Asistente de operaciones	1
Encargado de compras	1
Auxiliar de metrología	1
Total	11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Total de órdenes de servicio del año 2019

Mes	OS	OS	
		Observadas	No observadas
Enero	18	6	12
Febrero	15	7	8
Marzo	16	7	9
Abril	15	9	6
Mayo	18	7	11
Junio	17	7	10
Julio	15	9	6
Agosto	20	6	14
Septiembre	20	6	14
Octubre	18	7	11
Noviembre	19	8	11

Mes	OS	OS	
		Observadas	No observadas
Diciembre	16	10	6
Total	207	89	118

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 nos indica que 89 órdenes de servicio fueron observadas, esto representa el 43% del total y el resto que fueron 118 órdenes de servicio que representa el 57% no fueron observadas.

Total de Órdenes de Servicio (OS)

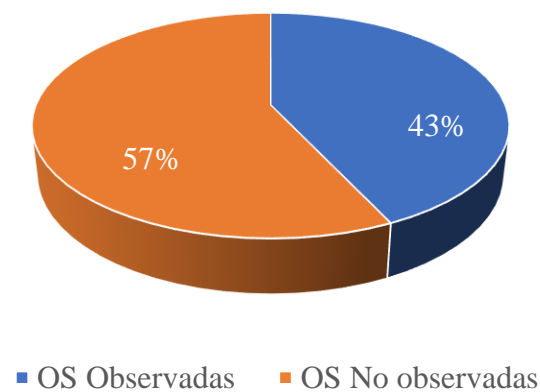


Figura 6. OS observadas versus OS no observadas

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Diseño muestral

El método de muestreo fue probabilístico ya que se utilizó la siguiente fórmula para su cálculo:

$$n = \frac{NzZ^2xpxq}{e^2x(N - 1) + Z^2xpxq}$$

Donde:

N: Tamaño de la población (207 órdenes)

n: Tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza (al 95%)

p: probabilidad que ocurra el evento (50%)

q: probabilidad de que no ocurra el evento (1- 50% = 50%)

e: error muestral (5%)

Reemplazando:

$$n = \frac{207 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2 \times (145 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 135$$

Para nuestra investigación y poder realizar un mejor análisis, tomaremos como base la misma proporción porcentual visto en Figura 6.

Tabla 7. Resultado de la muestra preliminar

Muestra total	Muestra preliminar elegida	Muestra preliminar no elegida
100%	43%	57%
135	58	77

Fuente: Elaboración propia

Aplicando el mismo criterio porcentual de la Figura 6 para nuestra muestra preliminar de 135 órdenes de servicio, el 43%, equivale a 58 órdenes y que además presentan observaciones, lo cual nos dará mayor información de los problemas que aqueja a la Empresa metrológica.

Estas órdenes de servicio corresponden a analizar los últimos tres (3) meses del año 2019: octubre, noviembre y diciembre visto en la tabla 8.

Tabla 8. Resultado de Muestra final

Mes	OS
Octubre	18
Noviembre	19
Diciembre	16
Total	53

#### 4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica a utilizar será la observación y el análisis documental dado que se realizará la observación directa de la forma de trabajo de todo el personal en el campo y también con el personal en las oficinas relacionadas con el servicio de calibración. Además de ello se realizará una recopilación de la información documentada de procedimientos de trabajo, registros, planes, etc.

Los instrumentos para estas dos técnicas son: la guía de observación y la guía de análisis de documentos respectivamente que servirán para la recolección de datos.

#### 4.7 Procedimientos para la recolección de datos

El procedimiento para la recolección de los datos que se requieren para la investigación se presenta en la tabla 9 siguiente:

Tabla 9. Procedimiento para la recolección de datos

Técnica	Instrumento	Procedimiento
Observación	Guía de observación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar la guía de observación en campo</li><li>• Realizar la visita al personal de la Empresa que se encuentra en el campo y en las oficinas</li><li>• Anotar formas de trabajo teniendo en cuenta patrones de calidad, seguridad y medio ambiente.</li></ul>
Análisis documental	Guía de análisis documental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar guía de análisis documental con respecto a los requisitos a cumplir de la norma NTP ISO/IEC 17025</li><li>• Recolectar información documentada pertinente para la aplicación de la norma NTP ISO/IEC 17025</li><li>• Constatar la aplicación de documentos operativos y de gestión al personal de campo y de oficina</li></ul>



---

Entrevista	Guía de entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la entrevista al Jefe de Metrología</li> <li>• Realizar los apuntes correspondientes a datos importante para la presente investigación</li> </ul>
------------	--------------------	---

---

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizarán los siguientes programas:

- Microsoft Excel, Minitab v18, para el análisis estadístico de los datos.
- Diagrama de Pareto, para identificar los problemas principales a abordar y mejorar la situación en una primera línea de investigación.
- Diagrama de Ishikawa, para determinar las causas asociadas al problema utilizando las 6Ms, Mano de obra, Maquinaria, Método, Medio ambiente, Medición, Materia prima.
- Diagrama de flujo, para realizar la identificación de los procesos, la secuencia de actividades, rediseño de procesos si los hubiera y la mejora de los procesos.
- Lista de chequeo, para levantar información de diagnóstico en una primera etapa de la mejora de la calidad de servicio.
- Encuestas de satisfacción al cliente, simulación.

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Diagnóstico y situación actual

El trabajo de investigación empieza con la propuesta de mejorar la calidad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente y se enfocó en las órdenes de servicio, todos los procesos y subprocesos relacionados con ella.

Los pasos a seguir para el desarrollo del trabajo se realizarán mediante el enfoque DMAIC:

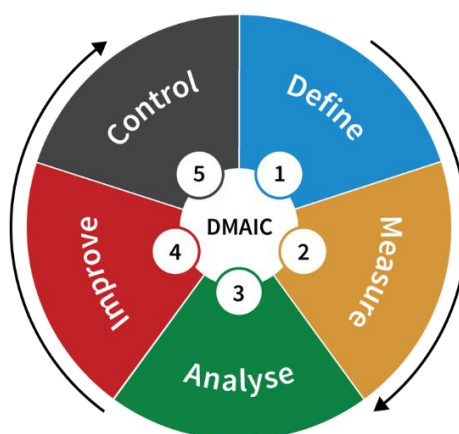


Figura 7. Ciclo DMAIC

Fuente: Traccsolution (2020)

#### 5.1.1 Descripción de las etapas

##### Define

En esta parte se define la problemática que incide sobre la satisfacción del cliente y se realiza la entrevista al Jefe de metrología incluyendo visita en campo, toma de datos y observaciones respecto a los procesos.

##### Medir

En esta etapa se va a detallar las partes de cada proceso relacionado con la satisfacción del cliente y las órdenes de servicio, se medirán los tiempos y la cantidad de observaciones impuestos por el cliente.

### Analizar

En esta parte se va a utilizar el análisis estadístico la cual va generar gráficos, indicadores, aplicación de herramientas de ingeniería, para valorar el rendimiento, eficiencia, etc. Con el fin de evaluar cuál es la fuente real del problema y cómo sería su posible solución.

### Mejorar

En esta parte se propone la implementación de mejoras con el objetivo de aumentar la calidad de servicio, reducir los tiempos de entrega y minimizar las observaciones documentarias.

### Controlar

En esta parte se realizó un seguimiento de la satisfacción del cliente por medio de las encuestas, además de analizar la información de las no conformidades que se visualizan en un informe de auditoría interna.

### Cuadro resumen DMAIC

Se puede observar en la figura 8 las cinco etapas que tiene el enfoque DMAIC y las cuales en cada etapa se utilizan diferentes herramientas, entre ellas: mapa de procesos, diagrama de flujo, indicadores, históricos de ventas, encuesta a clientes, diagrama de Pareto, matriz de priorización, diagrama Ishikawa, programas de mejora.

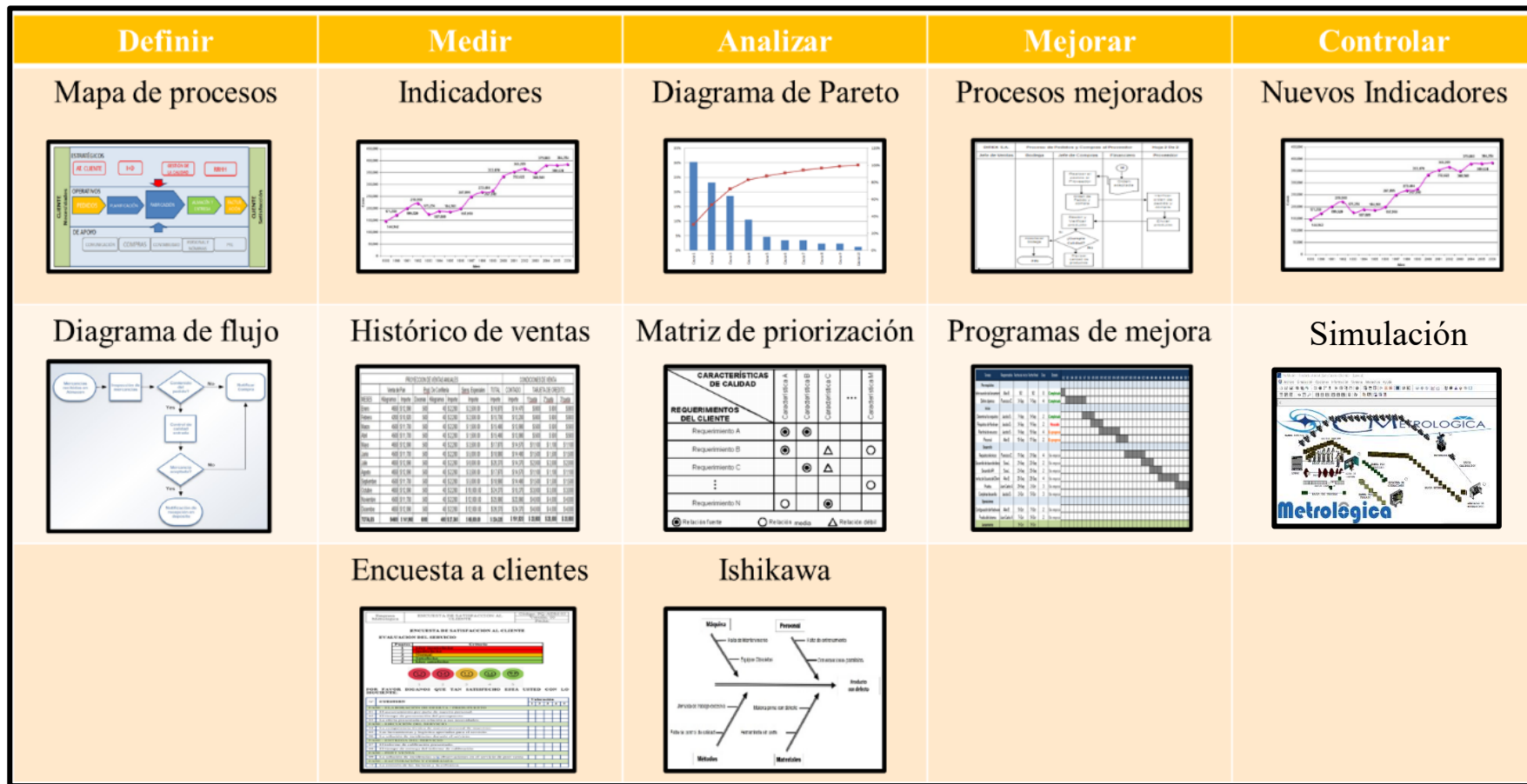


Figura 8. Cuadro resumen DMAIC

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 Etapa de Definir

En esta etapa vamos a describir cómo opera la Empresa Metrológica, cuál es su organigrama según sus puestos de trabajo, identificaremos el problema, realizaremos un análisis del proceso de calibración con un SIPOC, identificaremos las partes interesadas de dicho proceso y las responsabilidades correspondientes.

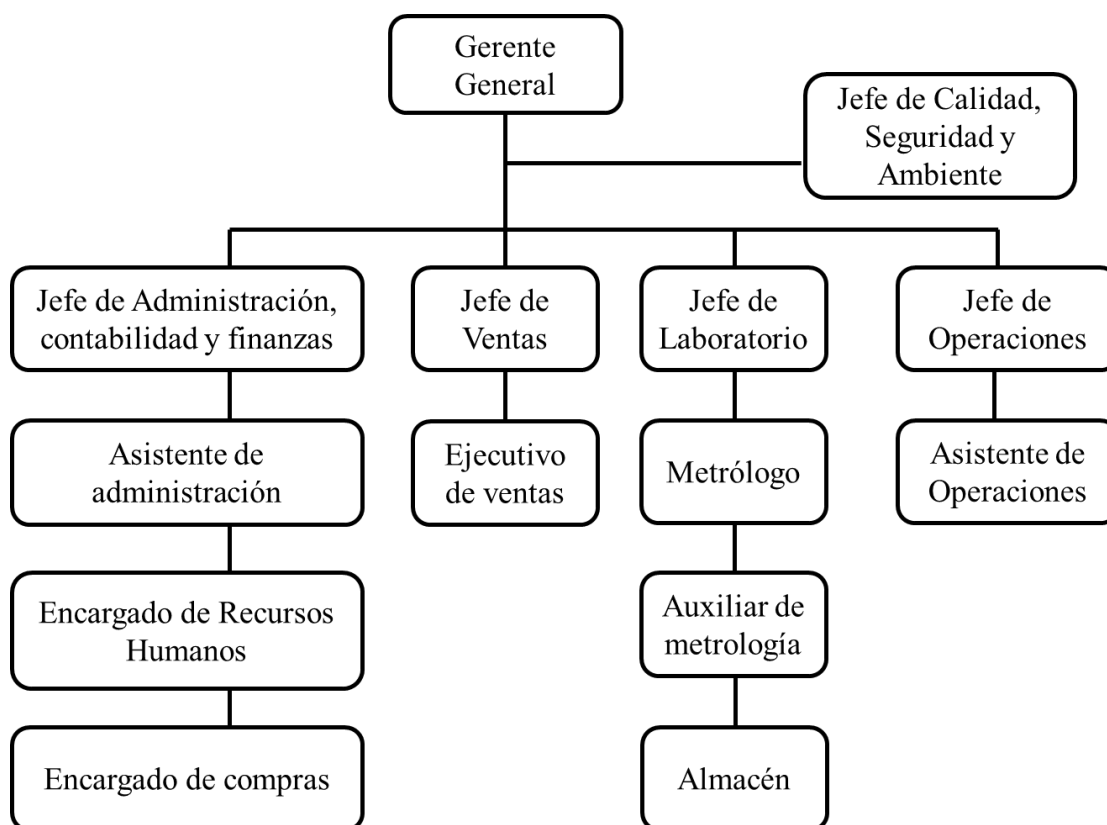


Figura 9. Mapa de procesos de la Empresa Metrológica

Fuente: Elaboración propia

De la figura 9 deducimos que la Empresa Metrológica cuenta con todas las áreas correspondientes para brindar el servicio de calibración y que no cuenta con servicios tercerizados.

Con la información presentada por el Jefe de Metrología se realizó una lista de los macroprocesos con la cual opera la empresa, el objetivo es identificar los procesos relacionados con el servicio de calibración, las entradas, las salidas, las

actividades que generan valor, los recursos que utilizan y los controles (ver Tabla 10)

Tabla 10. Listado de macroprocesos

Macroprocesos	Tipo
Gerencia General	Estratégico
Calidad, Seguridad y Ambiente	Estratégico
Ventas	Operativo
Compras	Operativo
Operaciones	Operativo
Almacén	Operativo
Laboratorio de Metrología	Operativo
Recursos Humanos	Apoyo
Administración, contabilidad y finanzas	Apoyo

Fuente: Elaboración propia

Con este listado se procedió a establecer el mapa de procesos, dado que la empresa no contaba con ello (ver Figura 10).

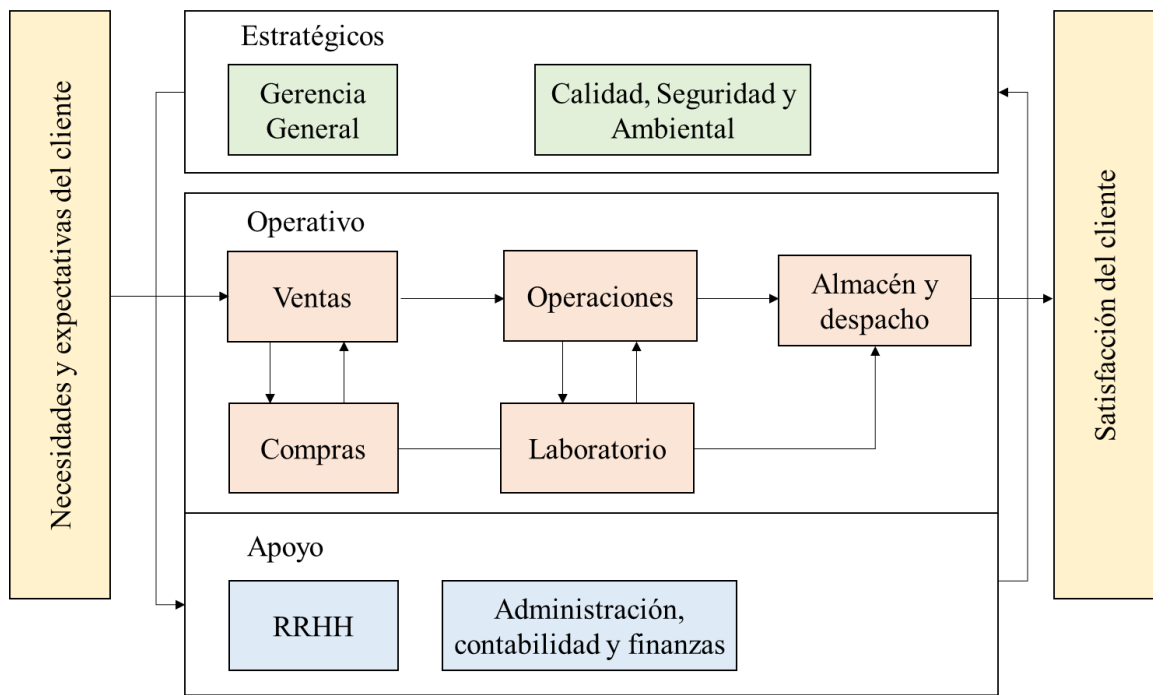


Figura 10. Mapa de procesos de la Empresa Metrológica

Fuente: Elaboración propia

La Empresa Metrológica tiene dentro sus procesos estratégicos, el proceso de la Gerencia General que se encarga de la toma de decisiones y coordina con el área Calidad, Seguridad y Salud en el Trabajo y Ambiental para establecer objetivos de mediano y largo plazo, los sistemas de gestión también lo aplican, sin embargo, no hay un sistema que las integre y que sea transversales a todas las operaciones, es uno de los puntos por lo cual la empresa tiene problemas con servicio de calibración.

Dentro de los procesos misionales se encuentra el área de ventas que recoge los requerimientos del cliente, estos requerimientos se coordinan con el área de operaciones que establece el plan de trabajo y a su vez con el área de compras para realizar el abastecimiento de los materiales que se requieren para la calibración.

A continuación, se detalla el proceso del servicio de calibración de equipos (ver Figura 11)

PROCESO: Servicio de calibración de equipos		RESPONSABLE DEL PROCESO: Jefe de Laboratorio		
OBJETIVO DEL PROCESO: Calibrar los equipos operativos				
Suppliers (Proveedores)	Inputs (Entradas)	Process (Procesos / Actividades)	Outputs (Salidas)	Customers (Clientes)
Cliente externo	Solicitud de cotización	Atención del servicio	Cotización del servicio	Cliente externo
Cliente externo	Orden de Servicio (OS)	Generación de la orden trabajo	Orden de trabajo (OT)	Ejecutiva de ventas
Ejecutiva de ventas	Orden de trabajo (OT)	Generación de la programación del servicio	Programación del servicio	Cliente externo
Cliente externo	Entrega el equipo a calibrar	Revisión del equipo a calibrar	Equipo revisado	Metrólogo
Metrólogo	Equipo a calibrar	Calibración del Equipo	Equipo calibrado	Auxiliar de Operaciones
Auxiliar de Operaciones	Equipo calibrado	Coordinación del recojo del equipo	Indicación de fecha y hora para el recojo	Ejecutiva de ventas
Ejecutiva de ventas	Indicación de fecha y hora para el recojo	Comunicación del recojo del equipo calibrado	Información del recojo del equipo	Cliente
Recursos	Documentación	Controles	Indicadores	
Humanos: Jefe de Laboratorio, auxiliar de laboratorio Tangibles: Patrones de calibración Intangibles: Dataloggers, Hojas de cálculo	Interna: Formatos, MOF. Externa: Órdenes de compra, orden de trabajo Registros: Información del equipo	Equipo a calibrar que se encuentre operativo	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de cumplim. de requisitos de calibr. actuales}}{\text{N}^\circ \text{ de cumplim. de requisitos de calibr. en el 2019}}$ $\frac{\text{N}^\circ \text{ de cumplim. de requis. de confiab. de calibr. act.}}{\text{N}^\circ \text{ de cumplim. de requis. de confiab. de calibr. en el 2019}}$ $\frac{\text{N}^\circ \text{ de result. que esten dentro de la toler. de calibr. act.}}{\text{N}^\circ \text{ dede result. que esten dentro de la toler. calibr. en el 2019}}$	

Figura 11. SIPOC del Proceso de Servicio de Calibración

Fuente: Elaboración propia



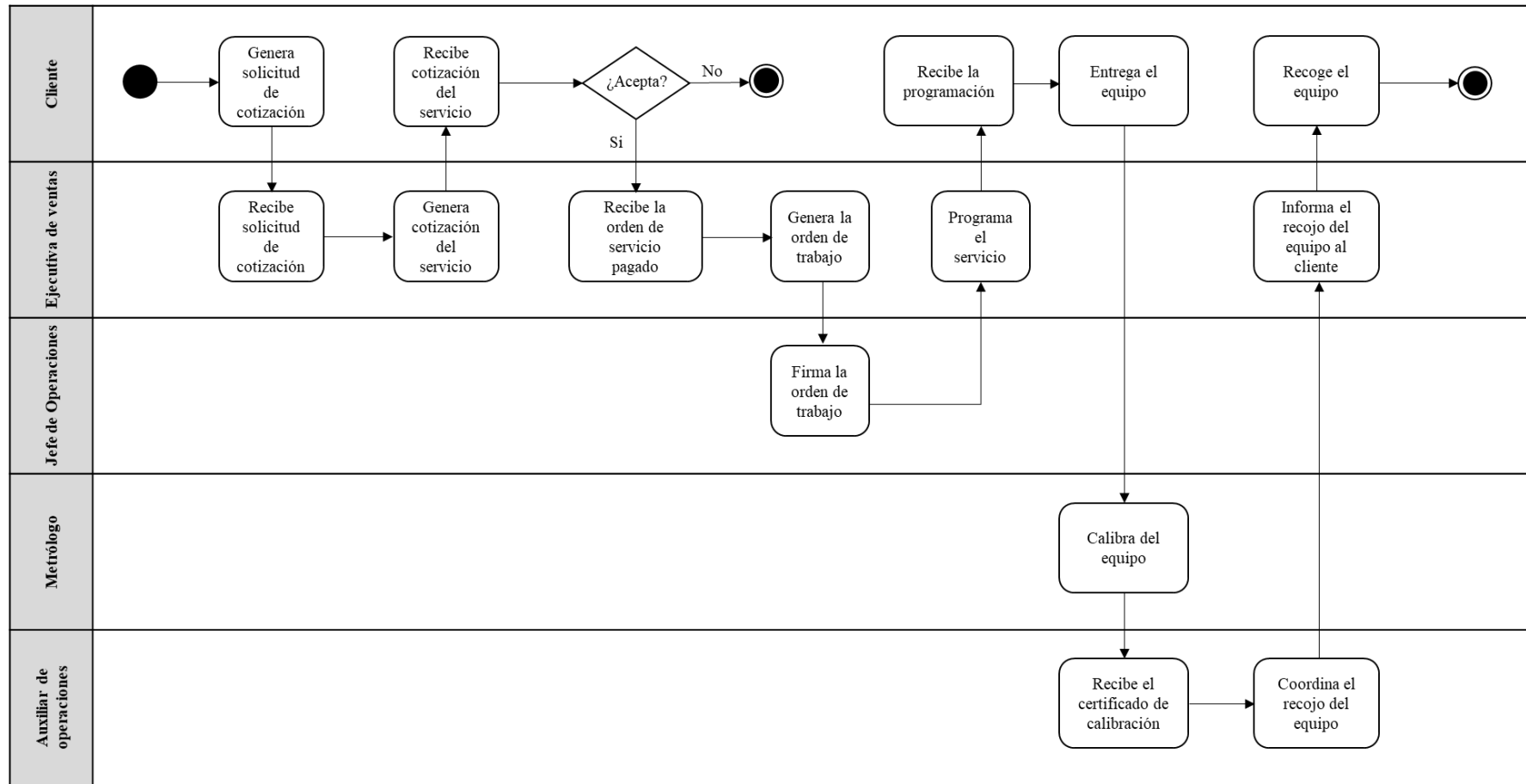


Figura 12. Diagrama de flujo del servicio de calibración

Fuente: Elaboración propia

De la figura 12 se puede observar que luego que el cliente realiza el pago de la orden de servicio se activa el proceso de calibración que empieza con la generación de la orden trabajo por parte de la ejecutiva de ventas, luego pasa al jefe de operaciones para ser firmada. Una vez ello se realiza la programación para la calibración del equipo, el cual el cliente lo debe traer y que deberá estar operativo, es decir que encienda y funcione.

El metrólogo realiza la calibración y lo mantiene en un lugar como almacén, puede ser en los estantes o en un espacio dentro del laboratorio; genera el certificado de calibración y se lo entrega al auxiliar de operaciones para que coordine la devolución del equipo calibrado, con la ejecutiva de ventas. A su vez ella coordina la fecha y hora para que el cliente recoja el equipo; con esto termina dicho proceso.

Sin embargo, en todo este proceso desde que empieza incurre en tiempos de espera que el cliente no ha previsto y que luego al finalizar para recoger el equipo realiza observaciones con respecto a la documentación y procedimientos de trabajo cuando pasa por el laboratorio.

Al final cuando termina de realizarse el servicio de calibración, las órdenes de servicio tienen observaciones, las cuales generan reprocesos para levantar dichas observaciones y que se reflejan en las encuestas tomadas al cliente.

### 5.1.3 Etapa de medición

El servicio que realiza la Empresa Metrológica se basa en los siguiente:

Servicios que realiza la Empresa Metrológica	Diagnóstico
	Calibración
	Mantenimiento

Dentro del servicio de calibración que trata nuestra investigación está la calibración de las siguientes magnitudes y los instrumentos que se calibran:

Magnitudes que calibra la Empresa Metrológica	Presión
	Temperatura
	Humedad
	Masa
	Óptica
	Eléctrica y Energía
	Longitud
	Tiempo
	Fuerza
	PH, Conductividad, Oxígeno disuelto, Turbidez

Instrumentos que calibra la Empresa Metrológica	Multímetro
	Pinza amperimétrica
	Micrómetro
	Vernier
	Manómetro
	Reloj comparador
	Autoclave
	Refrigeradores
	Balanzas

	Torquímetro
	Medidor ambiental
	Viscosímetro
	Espectrofotómetro

#### A. Del servicio de calibración

El servicio de calibración consta de 12 actividades e inicia desde que llega la solicitud de cotización a la Ejecutiva de ventas y termina con el recojo del equipo por parte del cliente y en el caso de la presente investigación se incluye el tiempo que genera levantar el reclamo por parte del cliente en los informes o certificados de calibración (ver tabla 11)

Tabla 11. Actividades del servicio de calibración

N°	Puestos	Actividades	Tiempos	Criterio
1	Ejecutiva de ventas	Generación de cotización	30 min	Lista de precios
2	Clientes	Se recibe el orden de pago	2 días	Aceptación
3	Ejecutiva de ventas	Generación de orden de trabajo	30 min	Formatos
4	Ejecutiva de ventas	Programa el servicio	10 min	Comunicación con el cliente
5	Cliente y el equipo	Entrega del equipo por parte del cliente	3 días	En el laboratorio
6	Metrólogo	Metrólogo lo pone en Almacén	2 días	Diagnóstico y almacenamiento
7	Metrólogo	Calibración	1,5 horas	Calibración del equipo
8	Metrólogo	El equipo regresa al almacén	4 días	Almacenamiento
9	Metrólogo	Certificación de calibración	4 días	Espera de Certificación
10	Ejecutiva de ventas	Programa el recojo	20 min	Comunicación con el cliente
11	Cliente	El cliente demora	2 días	Promedio
12	Jefe de calidad	Gestión del reclamo en calidad	1 día	Investigación y levantamiento de error

Fuente: Elaboración propia

## B. Tipo de observaciones

De la tabla 12 se puede mencionar que del total de 53 órdenes de servicio con observaciones: 26 son por requisitos de calibración; 15 son por observaciones de confiabilidad y 12 por requisitos de tolerancia.

Tabla 12. Tipo de observaciones en las OS

Mes	Órdenes de servicio totales	Tipo de observaciones en las órdenes de servicio (OS)			
		Calibración	Confiabilidad	Tolerancia	Total
Octubre	18	8	6	4	18
Noviembre	19	8	6	5	19
Diciembre	16	10	3	3	16
Total	53	26	15	12	53

Fuente: Elaboración propia

### TIPOS DE OBSERVACIONES EN LAS OS

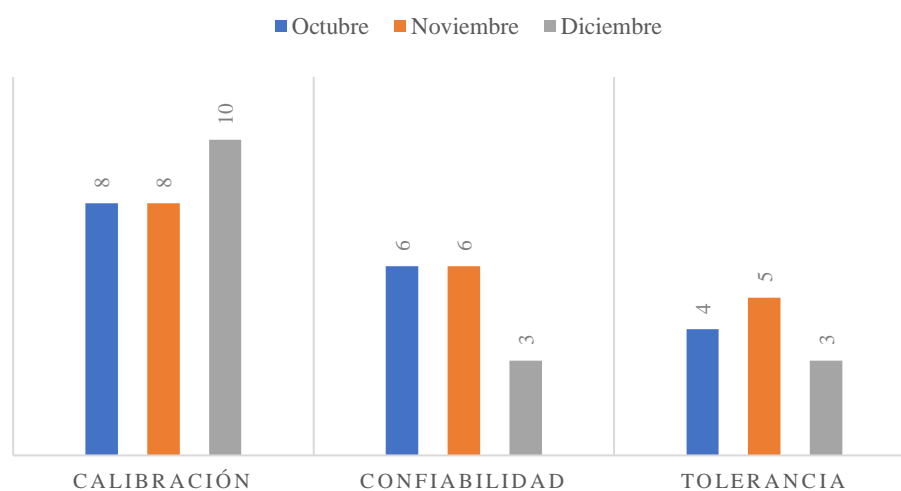


Figura 13. Cantidad según tipo de observaciones en la OS

Fuente: Elaboración propia

## C. Indicadores

### Indicadores de calibración

Con respecto a los Certificados de Calibración que se emiten a los clientes se incurre en los siguientes errores (ver tabla 13 y figura 14).

Tabla 13. Errores de calibración

Errores en la Calibración	Frecuencia
Cálculos	5
Numeración	8
Temperaturas de trabajo	8
Estándares utilizados vencidos	5
Total	26

Fuente: Elaboración propia

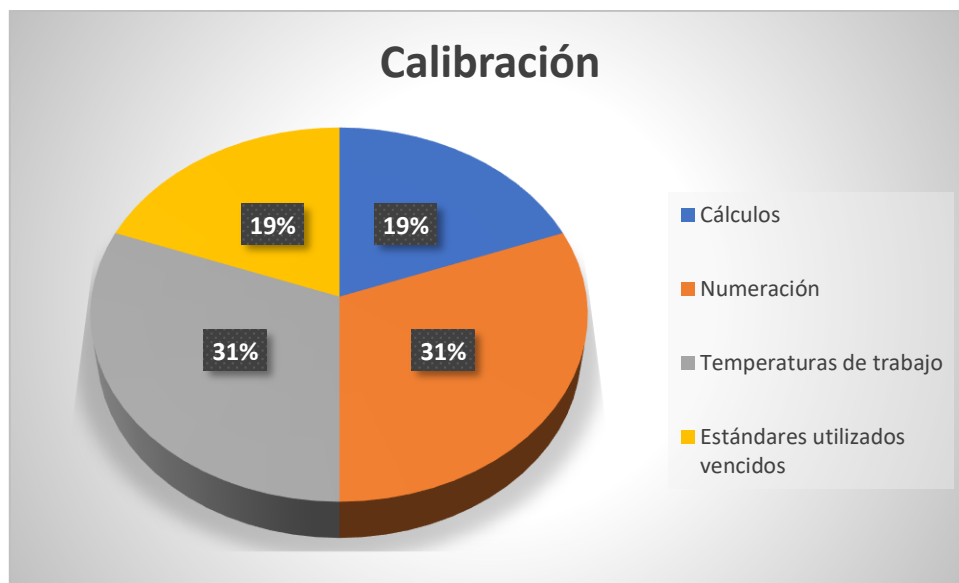


Figura 14. Porcentaje de errores de calibración

Fuente: Elaboración propia

#### Indicadores de confiabilidad

Esto es con respecto a los patrones de medición que se utiliza para calibrar los instrumentos, se tiene lo siguiente (ver tabla 14 y figura 15).

Tabla 14. Errores en la confiabilidad

Errores en la Confiabilidad	Frecuencia
Manual Accuracy	5
Patrón mal calibrado	3

Falta de mantenimiento del patrón	6
Puntos de calibración	1
Total	15

Fuente: Elaboración propia

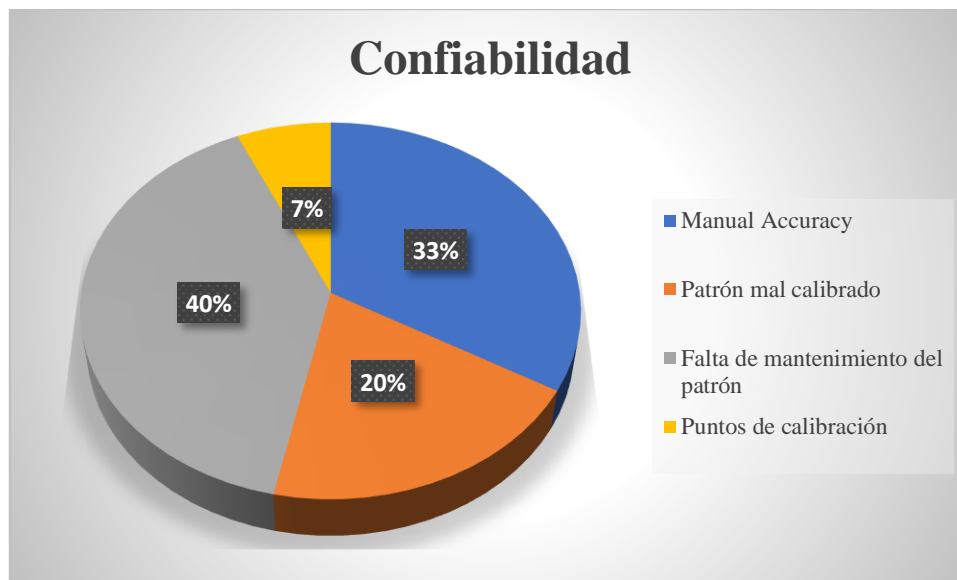


Figura 15. Porcentaje de errores en la confiabilidad

Fuente: Elaboración propia

#### Indicadores de tolerancia

Con respecto a los instrumentos de medición que se calibra se tienen los siguientes errores (ver tabla 15 y figura 16).:

Tabla 15. Errores en la tolerancia

Errores en la Tolerancia	Frecuencia
Mala Transcripción	2
Lectura inestable	2
Experticia del operario	5
Ambiente no controlado	3
Total	12

Fuente: Elaboración propia

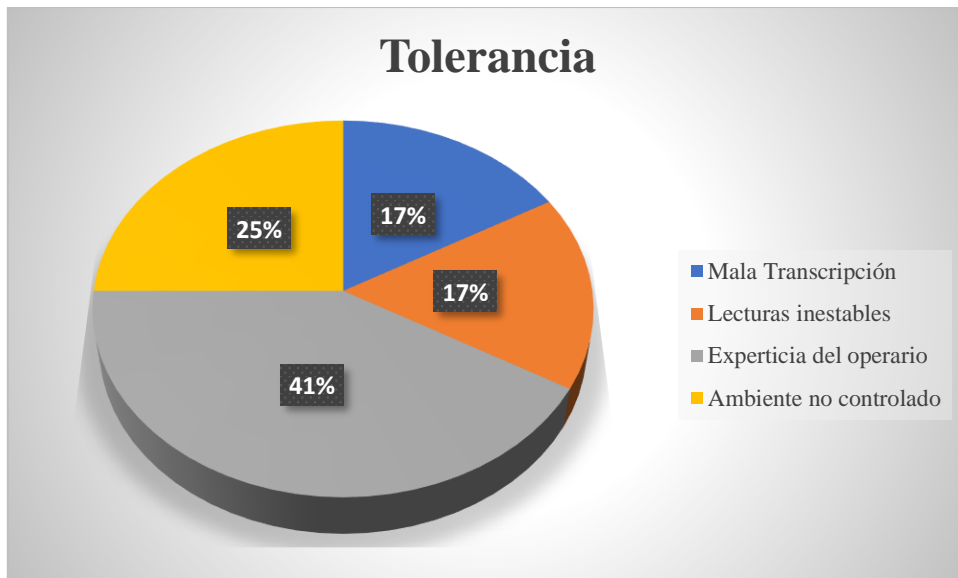


Figura 16. Porcentaje en los errores de tolerancia

Fuente: Elaboración propia

#### D. Encuesta de satisfacción a los clientes

Se realizó 53 encuestas de satisfacción al cliente que consta de 10 preguntas y que aborda distintos aspectos del servicio de calibración como: asesoramiento del personal, tiempo de presentación del presupuesto, herramientas aplicadas, tiempo de espera, solución de incidencias, entrega de informes de calibración, facturación y cobranza. A continuación, los resultados de las encuestas a los clientes:



**1. El asesoramiento por parte de nuestro personal.**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	10	18,9	18,9	18,9
	Insatisfecho	12	22,6	22,6	41,5
	Normal	14	26,4	26,4	67,9
	Satisfecho	8	15,1	15,1	83,0
	Muy Satisfecho	9	17,0	17,0	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

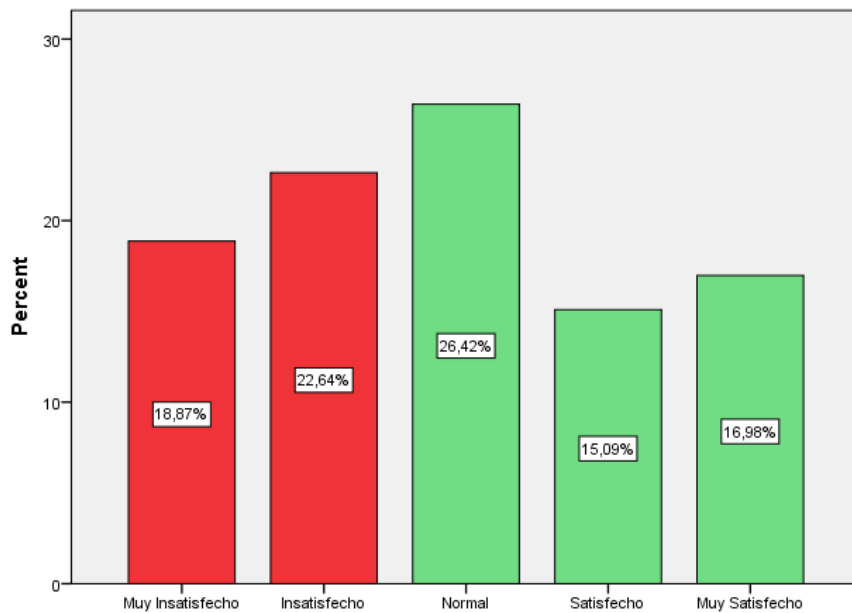


Figura 17. El asesoramiento por parte de nuestro personal

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Del total de 53 clientes encuestados, 14 de ellos que representa el 26,4% manifiestan que el asesoramiento por parte del personal es normal; 12 de ellos que equivale al 22,6% opinan que quedaron insatisfechos con el asesoramiento por parte del personal; 10 de ellos que equivale al 18,9% opinan que quedaron muy insatisfechos con el asesoramiento por parte del personal; 9 de ellos que equivalen el 17% manifiestan que quedaron muy satisfechos con el asesoramiento por parte del personal y 8 de ellos que equivale al 15,1% opinan que quedaron satisfechos con el asesoramiento por parte del personal.

## 2. El tiempo de presentación del presupuesto.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	11	20,8	20,8	20,8
	Insatisfecho	14	26,4	26,4	47,2
	Normal	11	20,8	20,8	67,9
	Satisfecho	14	26,4	26,4	94,3
	Muy Satisfecho	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

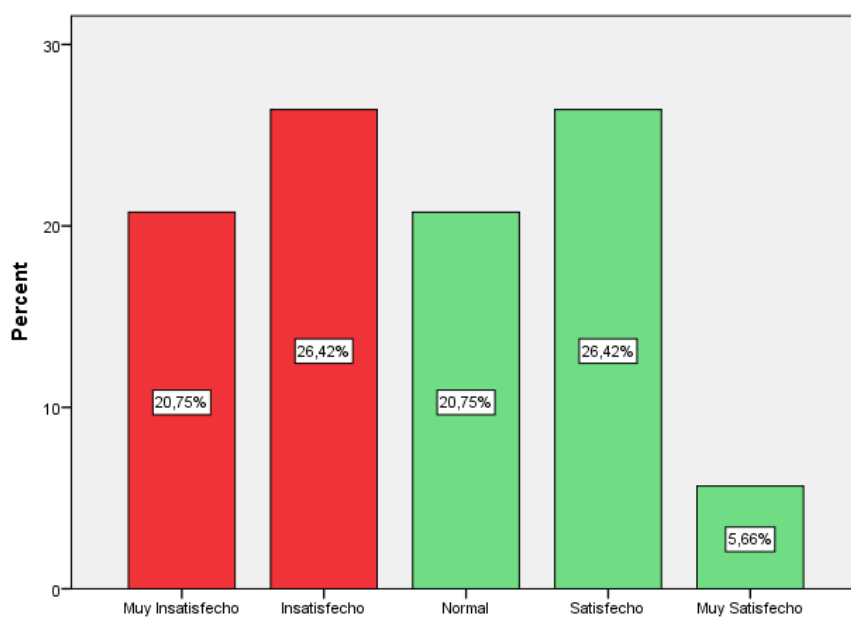


Figura 18. El tiempo de presentación del presupuesto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 14 de ellos que representa el 26,4% manifiestan que quedaron insatisfechos con el tiempo de presentación del presupuesto; 14 de ellos que equivale al 26,4% opinan que quedaron satisfechos con el tiempo de presentación del presupuesto; 11 de ellos que equivale al 20,8%

opinan que quedaron muy insatisfechos con el tiempo de presentación del presupuesto; 11 de ellos que equivalen el 20,8% manifiestan que el tiempo de presentación del presupuesto es normal y 3 de ellos que equivale al 5,7% opinan que quedaron muy satisfechos con el tiempo de presentación del presupuesto.

### 3. La oferta presentada en relación a sus necesidades.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	10	18,9	18,9	18,9
	Insatisfecho	6	11,3	11,3	30,2
	Normal	22	41,5	41,5	71,7
	Satisfecho	10	18,9	18,9	90,6
	Muy Satisfecho	5	9,4	9,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

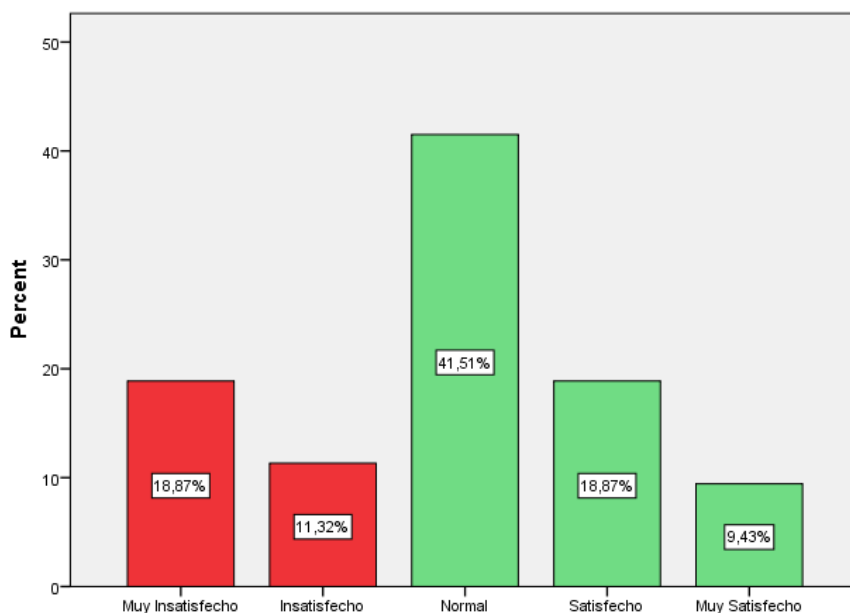


Figura 19. La oferta presentada en relación a sus necesidades.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 22 de ellos que representa el 41,5% manifiestan que la oferta presentada en relación a sus necesidades es normal; 10

de ellos que equivale al 18,9% opinan que quedaron muy insatisfechos con la oferta presentada en relación a sus necesidades; 10 de ellos que equivale al 18,9% opinan que quedaron satisfechos con la oferta presentada en relación a sus necesidades; 6 de ellos que equivale al 11,3% opinan que quedaron insatisfechos con la oferta presentada en relación a sus necesidades y 5 de ellos que equivale al 9,4% opinan que quedaron muy satisfechos con la oferta presentada en relación a sus necesidades.

#### 4. La competencia técnica de nuestro personal de campo.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	11	20,8	20,8	20,8
	Insatisfecho	11	20,8	20,8	41,5
	Normal	19	35,8	35,8	77,4
	Satisfecho	8	15,1	15,1	92,5
	Muy Satisfecho	4	7,5	7,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

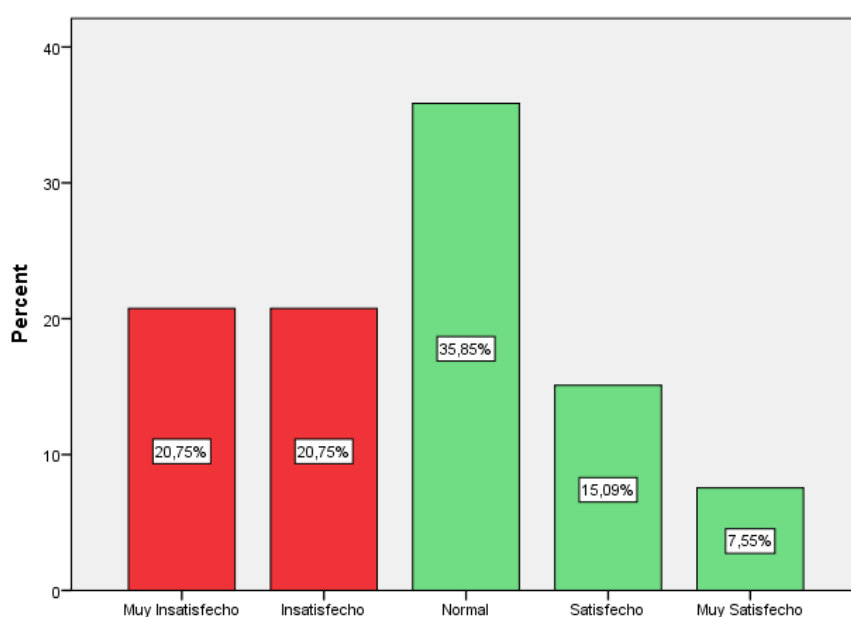


Figura 20. La competencia técnica de nuestro personal de campo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 19 de ellos que representa el 35,8% manifiestan que la competencia técnica de nuestro personal de muestreo es normal; 11 de ellos que representa el 20,8% manifiestan que quedaron muy insatisfechos con la competencia técnica de nuestro personal de muestreo; 11 de ellos que representa el 20,8% manifiestan que quedaron insatisfechos con la competencia técnica de nuestro personal de muestreo; 8 de ellos que representa el 15,1% manifiestan que quedaron satisfechos con la competencia técnica de nuestro personal de muestreo y 4 de ellos que representa el 7,5% manifiestan que quedaron muy satisfechos con la competencia técnica de nuestro personal de muestreo.

#### 5. Las herramientas y logística aportadas para el servicio.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	9	17,0	17,0	17,0
	Insatisfecho	15	28,3	28,3	45,3
	Normal	17	32,1	32,1	77,4
	Satisfecho	8	15,1	15,1	92,5
	Muy Satisfecho	4	7,5	7,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

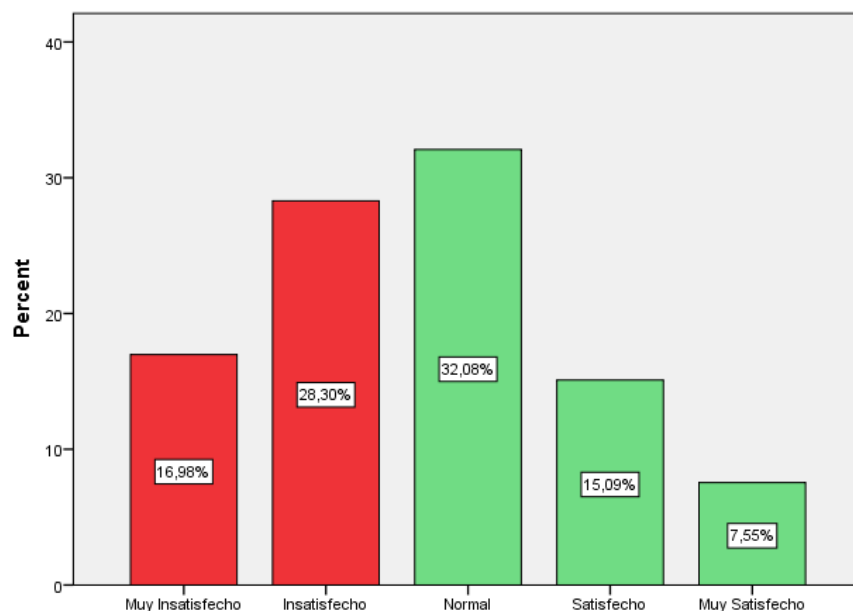


Figura 21. Las herramientas y logística aportadas para el servicio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 17 de ellos que representa el 32,1% manifiestan que las herramientas y logística aportadas para el servicio es normal; 15 de ellos que representa el 28,3% manifiestan que quedaron insatisfechos con la las herramientas y logística aportadas para el servicio; 9 de ellos que representa el 17% manifiestan que quedaron muy insatisfechos con la las herramientas y logística aportadas para el servicio; 8 de ellos que representa el 15,1% manifiestan que quedaron satisfechos con la las herramientas y logística aportadas para el servicio y 4 de ellos que representa el 7,5% manifiestan que quedaron muy satisfechos con la las herramientas y logística aportadas para el servicio.

#### 6. La solución de incidencias durante el servicio.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	10	18,9	18,9	18,9
	Insatisfecho	7	13,2	13,2	32,1
	Normal	12	22,6	22,6	54,7
	Satisfecho	16	30,2	30,2	84,9
	Muy Satisfecho	8	15,1	15,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

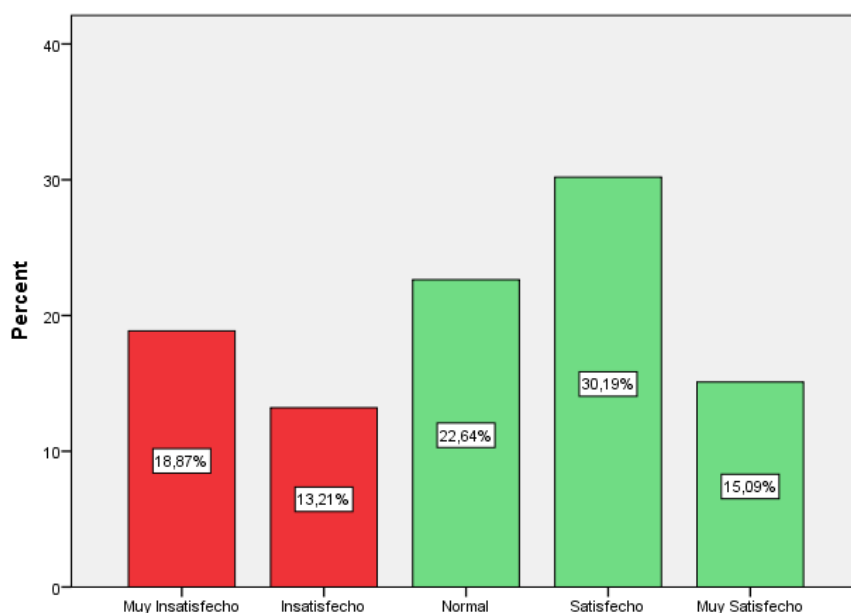


Figura 22. La solución de incidencias durante el servicio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 16 de ellos que representa el 30,2% manifiestan que quedaron satisfechos con la solución de incidencias durante el servicio; 12 de ellos que representa el 22,6% manifiestan que la solución de incidencias durante el servicio es normal; 10 de ellos que representa el 18,9% manifiestan que quedaron muy insatisfechos con la solución de incidencias durante el servicio; 8 de ellos que representa el 15,1% manifiestan que quedaron muy satisfechos con la solución de incidencias durante el servicio y 7 de ellos que representa el 13,2% manifiestan que quedaron insatisfechos con la solución de incidencias durante el servicio.

### 7. El informe de calibración presentado.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	13	24,5	24,5	24,5
	Insatisfecho	10	18,9	18,9	43,4
	Normal	12	22,6	22,6	66,0
	Satisfecho	16	30,2	30,2	96,2
	Muy Satisfecho	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

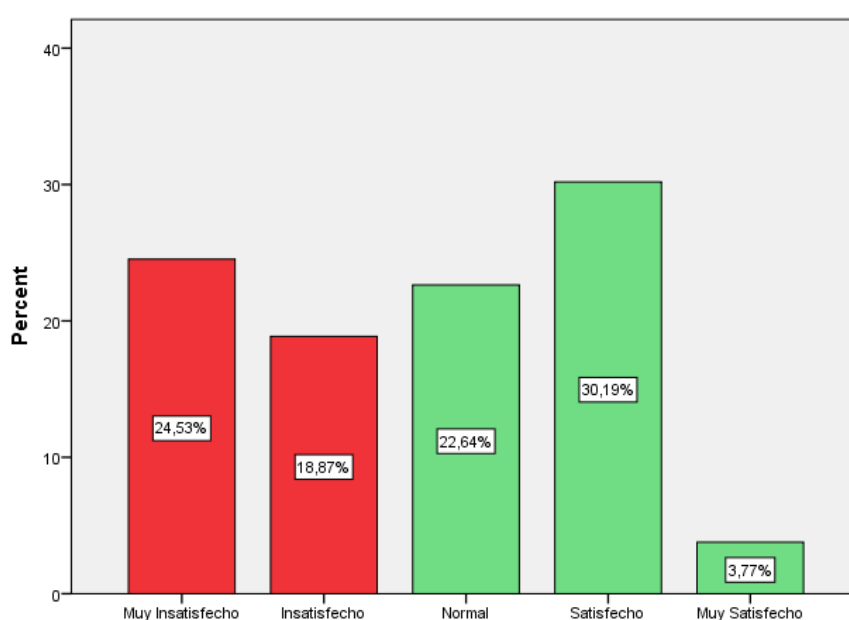


Figura 23. El informe de calibración presentado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 16 de ellos que representa el 30,2% manifiestan que quedaron satisfechos con el informe de calibración presentado; 13 de ellos que representa el 24,5% opinan que quedaron muy insatisfechos con el informe de calibración presentado; 12 de ellos que representa el 22,6% manifiestan que la presentación del informe de calibración es normal; 10 de ellos que representa el 18,9% manifiestan que quedaron insatisfechos con el informe de calibración presentado y 2 de ellos que representa el 3,8% manifiestan que quedaron muy satisfechos con el informe de calibración presentado.



### 8. El tiempo de entrega del informe de calibración

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	13	24,5	24,5	24,5
	Insatisfecho	10	18,9	18,9	43,4
	Normal	23	43,4	43,4	86,8
	Satisfecho	5	9,4	9,4	96,2
	Muy Satisfecho	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

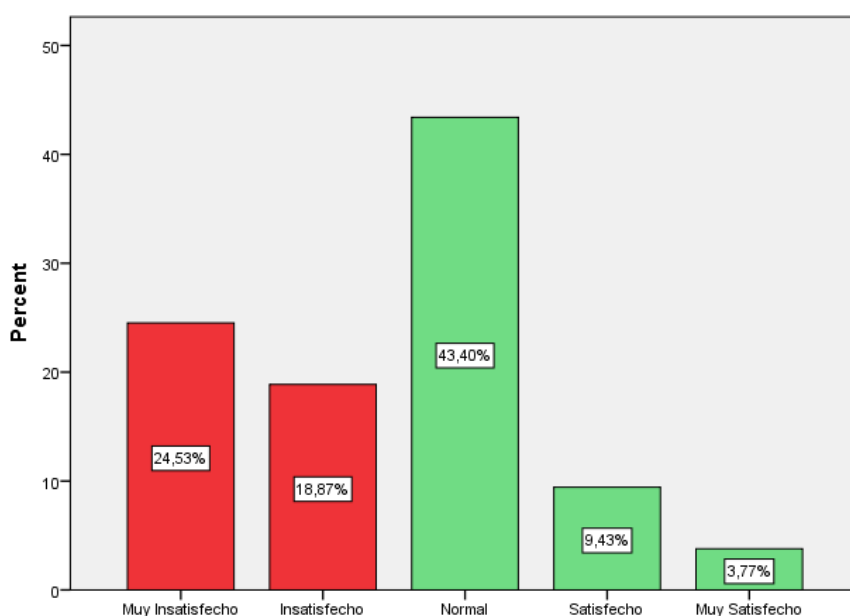


Figura 24. El tiempo de entrega del informe de calibración

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 23 de ellos que representa el 43,4% manifiestan que el tiempo de entrega del informe de calibración es normal; 13 de ellos que representa el 24,5% opinan que quedaron muy insatisfechos con el tiempo de entrega del informe de calibración; 10 de ellos que representa el 18,9% opinan que quedaron insatisfechos con el tiempo de entrega del informe de calibración; 5 de ellos que representa el 9,4% opinan que quedaron satisfechos con el tiempo de entrega del informe de calibración y 2 de ellos que representa el

3,8% opinan que quedaron muy satisfechos con el tiempo de entrega del informe de calibración.

### 9. La solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	16	30,2	30,2	30,2
	Insatisfecho	3	5,7	5,7	35,8
	Normal	11	20,8	20,8	56,6
	Satisfecho	12	22,6	22,6	79,2
	Muy Satisfecho	11	20,8	20,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

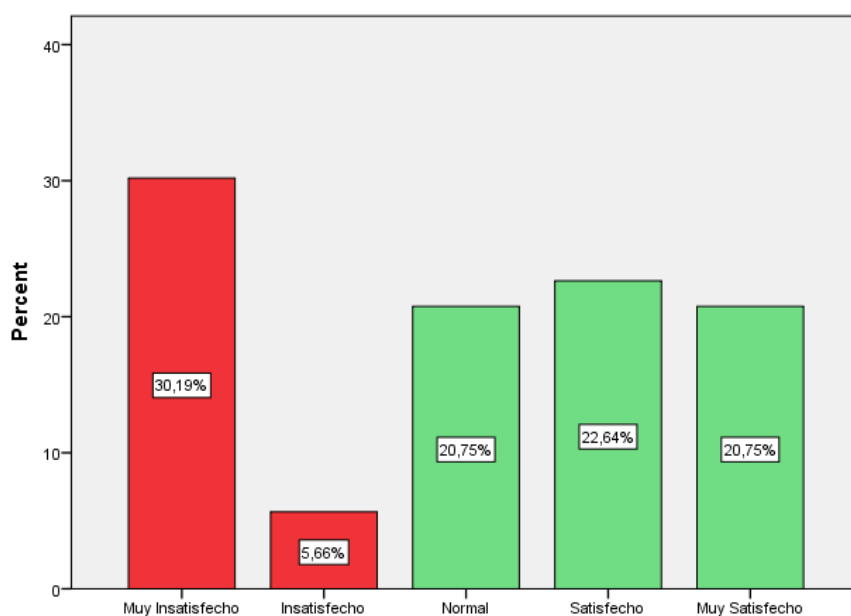


Figura 25. La solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 16 de ellos que representa el 30,2% manifiestan que quedaron muy insatisfechos con la solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta; 12 de ellos que representa el 22,6% opinan que quedaron satisfechos con la solución de incidencias y/o observaciones

en el servicio de post venta; 11 de ellos que representa el 20,8% opinan que la solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta es normal; 11 de ellos que representa el 20,8% opinan que quedaron muy satisfechos con la solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta y 3 de ellos que representa el 5,7% opinan que quedaron insatisfechos con la solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta.

#### 10. La emisión de las facturas y la cobranza.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Muy Insatisfecho	13	24,5	24,5	24,5
	Insatisfecho	7	13,2	13,2	37,7
	Normal	17	32,1	32,1	69,8
	Satisfecho	10	18,9	18,9	88,7
	Muy Satisfecho	6	11,3	11,3	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

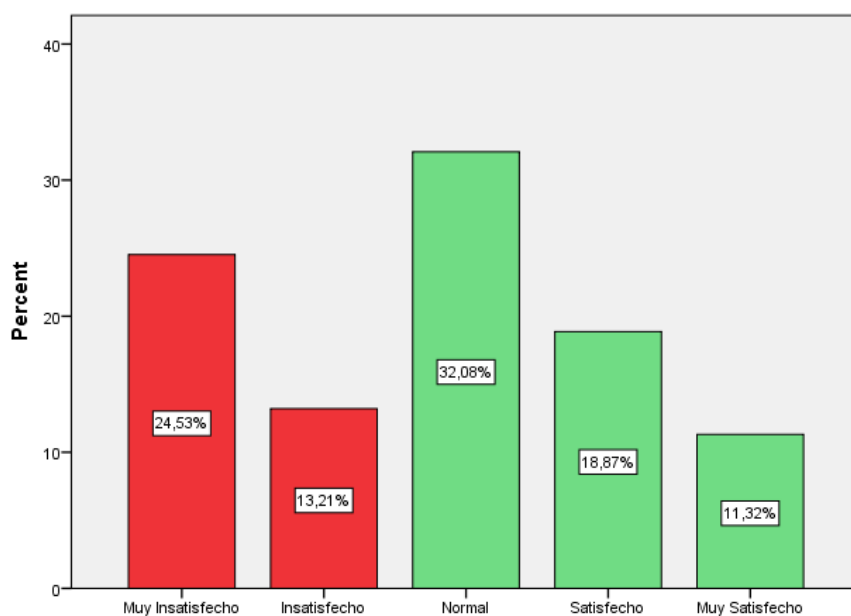


Figura 26. La emisión de las facturas y la cobranza

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del total de 53 clientes encuestados, 17 de ellos que representa el 32,1% manifiestan que la emisión de las facturas y la cobranza es normal; 13 de ellos que representa el 24,5% opinan que quedaron muy insatisfechos con la emisión de las facturas y la cobranza; 10 de ellos que representa el 18,9% opinan que quedaron satisfechos con la emisión de las facturas y la cobranza; 7 de ellos que representa el 13,2% opinan que quedaron insatisfechos con la emisión de las facturas y la cobranza y 6 de ellos que representa el 11,3% opinan que quedaron muy satisfechos con la emisión de las facturas y la cobranza.

#### E. Histórico de ventas

La empresa factura al mes, en promedio alrededor de 20 órdenes de servicio las cuales el ingreso por ventas mensuales se puede observar en la tabla 16.

Tabla 16. Histórico de ventas

Mes	OS	Ingreso por ventas (S/.)
Enero	18	20700
Febrero	15	17250
Marzo	16	18400
Abril	15	17250
Mayo	18	20700
Junio	17	19550
Julio	15	17250
Agosto	20	23000
Septiembre	20	23000
Octubre	18	20700
Noviembre	19	21850
Diciembre	16	18400
<b>Total</b>	<b>207</b>	<b>238050</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.4 Etapa de análisis

##### A. Del servicio de calibración de los equipos

Se desarrolló el diagrama de actividades del proceso (DAP) asociados al servicio de calibración (ver Figura 27). Se pueden apreciar las actividades, las operaciones, el transporte, las demoras, las inspecciones, el almacenamiento e inspección y operación respectivamente.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO										
Diagrama No.	Hoja No.	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input type="checkbox"/>	EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>						
Objetivo: Revisión de		RESUMEN								
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA					
Proceso analizado:		Operación	6							
		Transporte	2							
		Espera	3							
Metodo:		Inspección	1							
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Almacenamiento	2							
Localización: Empresa Metrológica		Distancia (m)	0							
		Tiempo (hr/hombre)	-							
Operario: Trabajador		Costo	-							
		Total	-							
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios								
Aprobado por:	Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	Símbolo						Responsable
				○	➔	D	□	▽	⊙	
Generación de cotización	1		30	●						Ejecutiva de ventas
Espera el orden de pago	1		2880			●				Clientes
Generación de orden de trabajo	1		30	●						Ejecutiva de ventas
Programa el servicio	1		10	●						Ejecutiva de ventas
Demora en entrega del equipo	1		4320			●				Cliente
Traslado del equipo a almacén	1		5		●					Metrólogo
Almacenamiento del equipo sin calibrar	1		2880					●		Metrólogo
Calibración	1		90					●		Metrólogo
Almacenamiento del equipo calibrado	1		5760					●		Metrólogo
Certificación de calibración	1		5760					●		Metrólogo
Programa el recojo	1		10	●						Ejecutiva de ventas
Espera en el recojo del equipo	1		2880			●				Cliente
Gestión del reclamo en calidad	1		1440	●						Jefe de calidad
TOTAL	13	0	26095	6	1	3	0	2	1	

Figura 27. DAP del servicio de calibración (antes)

De la figura 27, se puede observar que 7 actividades toman demasiado tiempo en realizarse, de las cuales 3 son por parte del cliente y los 4 restantes por parte de la empresa metrológica.

#### B. De los indicadores

De los indicadores de calibración, confiabilidad y tolerancia realizaremos un Diagrama de Pareto para ver cuáles son los errores más resaltantes (ver Tabla 17).

Tabla 17. Tipos de errores más comunes en la calibración, confiabilidad y tolerancia

Tipos de Errores	Frecuencia	Frecuencia porcentual %	% Acumulado
Numeración	8	15%	15%
Temperaturas de trabajo	8	15%	30%
Falta de mantenimiento del patrón	6	11%	42%
Cálculos	5	9%	51%
Estándares utilizados vencidos	5	9%	60%
Manual Accuracy	5	9%	70%
Experticia del operario	5	9%	79%
Patrón mal calibrado	3	6%	85%
Ambiente no controlado	3	6%	91%
Mala Transcripción	2	4%	94%
Lecturas inestables	2	4%	98%
Puntos de calibración	1	2%	100%
Total	53	100%	

Fuente: Elaboración propia

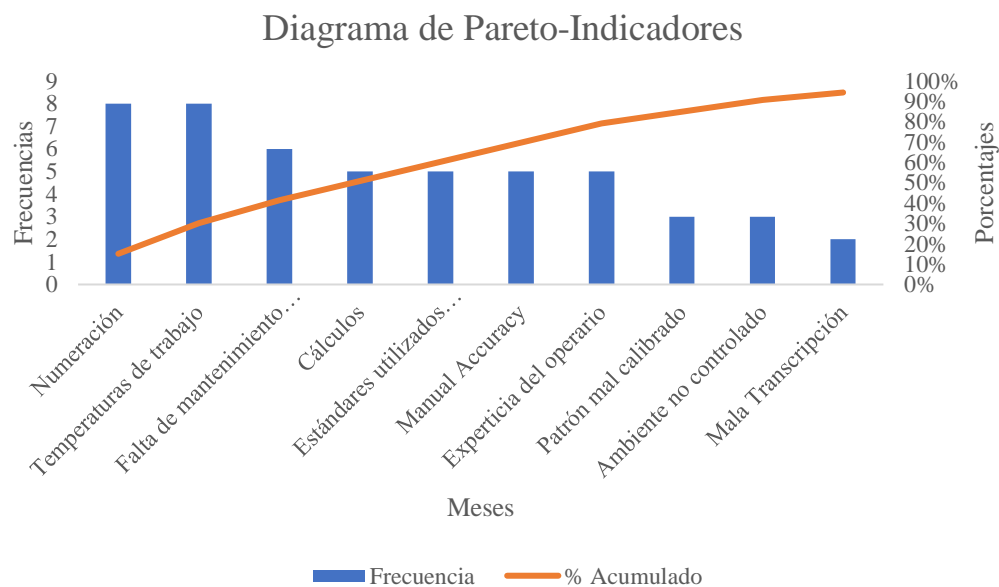


Figura 28. Análisis de los indicadores

De la figura 28 podemos observar que los errores más urgentes para solucionar son:

- Numeración
- Temperatura de trabajo
- Falta de mantenimiento del patrón

- Cálculos
- Estándares utilizados vencidos
- Manual Accuracy
- Experticia del operario

Sin embargo, en un servicio de calibración no pueden aceptarse ningún tipo de error, vamos a contrastar con los reclamos de los clientes a continuación.

### C. De la Encuesta a los Clientes

La encuesta realizada a 53 clientes que se presentaron en el punto 5.1.3.3 arrojaron resultados de gran importancia y que nos darán un panorama de los aspectos que la empresa debe mejorar. Las preguntas que se realizaron lo tomaremos como problemas latentes que necesitan de atención, y para empezar por aquellos de mayor urgencia de atención aplicaremos el Diagrama de Pareto.

En la tabla 18, empezaremos ordenando las 10 preguntas de la cual constaba la encuesta y escogeremos los porcentajes en la cual el cliente ha manifestado como “Muy Insatisfecho” e “Insatisfecho”.

Tabla 18. Resultados de la encuesta “Muy Insatisfecho” e “Insatisfecho”

N°	Preguntas	Muy Insatisfecho (%)	Insatisfecho (%)	Total (%)
P1	El asesoramiento por parte de nuestro personal	18,87	22,64	41,51
P2	El tiempo de presentación del presupuesto	20,75	26,42	47,17
P3	La oferta presentada en relación a sus necesidades	18,87	11,32	30,19
P4	La competencia técnica de nuestro personal de campo	20,75	20,75	41,5
P5	Las herramientas y logística aportadas para el servicio	16,98	28,3	45,28
P6	La solución de incidencias durante el servicio	18,87	13,21	32,08
P7	El informe de calibración presentado	24,53	18,87	43,4
P8	El tiempo de entrega del informe de calibración	24,53	18,87	43,4

N°	Preguntas	Muy Insatisfecho (%)	Insatisfecho (%)	Total (%)
P9	La solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta	30,19	5,66	35,85
P10	La emisión de las facturas y la cobranza	24,53	13,21	37,74

Fuente: Elaboración propia

Luego ordenaremos las preguntas consideradas en orden decreciente al porcentaje total. De la tabla 19, se puede observar los porcentajes acumulados. Previamente se ordenó de mayor a menor porcentaje.

Tabla 19. Listado en orden decreciente de las preguntas encuestadas

N°	Pregunta	Total (%)	Nuevos índices %	% Acumulado
P2	El tiempo de presentación del presupuesto	47,17	12%	12%
P5	Las herramientas y logística aportadas para el servicio	45,28	11%	23%
P7	El informe de calibración presentado	43,4	11%	34%
P8	El tiempo de entrega del informe de calibración	43,4	11%	45%
P1	El asesoramiento por parte de nuestro personal	41,51	10%	55%
P4	La competencia técnica de nuestro personal de campo	41,5	10%	66%
P10	La emisión de las facturas y la cobranza	37,74	9%	75%
P9	La solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta	35,85	9%	84%
P6	La solución de incidencias durante el servicio	32,08	8%	92%



P3	La oferta presentada en relación a sus necesidades	30,19	8%	100%
Total		398,12	100%	

Fuente: Elaboración propia

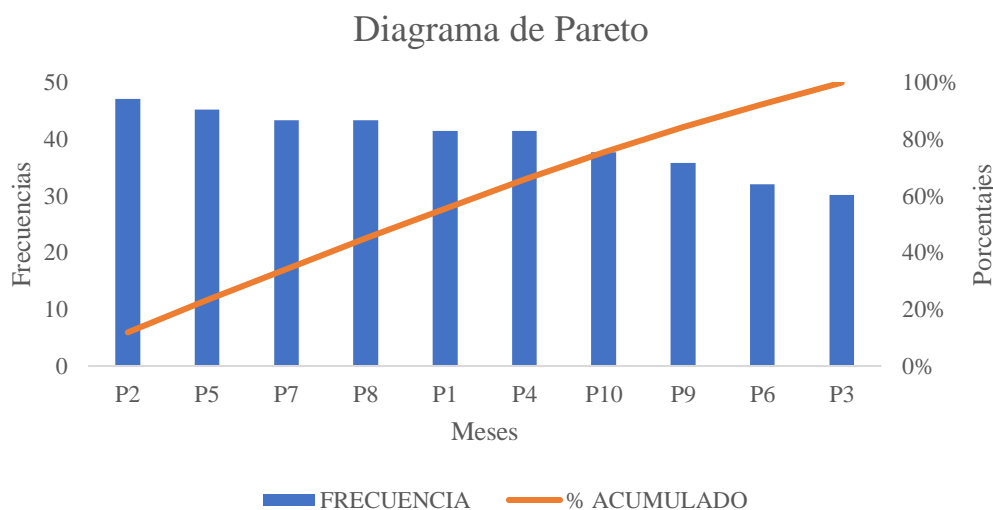


Figura 29. Análisis de los problemas con mayor urgencia a resolver

De la figura 29 podemos interpretar que los problemas a resolver con mayor urgencia son: P2, P5, P7, P8, P1, P4 y P10 que cubren casi el 80% de los resultados desfavorables que se evidencian en las encuestas.

Con una matriz de priorización veremos qué problema impacta más con el servicio de calibración.

Tabla 20. Matriz de priorización de problemas

N°	Problema	Impacto en el servicio de Calibración			Total
		Bajo=1	Medio=2	Alto=3	
P2	El tiempo de presentación del presupuesto	x			1
P5	Las herramientas y logística aportadas para el servicio		x		2
P7	El informe de calibración presentado			x	3
P8	El tiempo de entrega del informe de calibración			x	3
P1	El asesoramiento por parte de nuestro personal		x		2
P4	La competencia técnica de nuestro personal de campo			x	3

P10	La emisión de las facturas y la cobranza	x	1
-----	--	---	---

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 20 podemos observar que los problemas que mayor impacto tienen en el servicio de calibración son: El informe de calibración presentado, el tiempo que demora en entregar el informe de calibración y la competencia técnica por parte del personal de campo.

#### D. De los costos asociados por las observaciones

De la tabla 13, 14, y 15 visto en el acápite 5.1.3.2 y de los costos asociados al levantamiento de las observaciones en las órdenes de servicio (ver tabla 21) realizaremos la asignación de costos según el tipo de observaciones.

Tabla 21. Asignación de costos por tipo de observaciones

Mes	Costo total por levantamiento de observaciones (Aprox. 10% de las ventas)	Asignación de costos por tipo de observaciones (S/.)			
		Calibración	Confiabilidad	Tolerancia	Total
Octubre	2070	1015	586	469	2070
Noviembre	2185	1072	618	495	2185
Diciembre	1840	903	521	416	1840
Total	6095	2990	1725	1380	6095

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 21 podemos observar que, del costo total por levantar observaciones en las órdenes de servicio, calibración representa más de la mitad, esto es un 49%.

#### 5.1.5 Etapa de Mejora

Para mejorar la satisfacción del cliente contamos con los siguientes objetivos:

- Mejorar la efectividad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
- Incrementar la confiabilidad del servicio de calibración para aumentar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

- Mejorar el tiempo de entrega de la documentación para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

De los resultados de los indicadores y de las encuestas realizaremos una matriz para vincular los problemas asociados con la insatisfacción del cliente.

Tabla 22. Matriz de relación entre los problemas y requisitos del cliente

Matriz de relación entre los problemas encontrados y los requisitos del cliente	Numeración	Temperatura de trabajo	Falta de mantenimiento del patrón	Cálculos	Estándares utilizados vencidos	Manual Accuracy	Experiencia del operario
El informe de calibración presentado	x	x	x	x	x	x	x
El tiempo de entrega del informe de calibración				x			x
La competencia técnica de nuestro personal de campo		x	x			x	x

Fuente: Elaboración propia

#### A. Mejora de la efectividad del servicio de calibración

## Del ingreso de los datos

Para mejorar la efectividad del servicio de calibración se realizó un sistema para el ingreso de datos basado en hojas de cálculo en Excel y reducir los problemas de numeración, estándares utilizados vencidos, cálculos y temperatura de trabajo. Este sistema va a recibir datos y cálculo predeterminados y ayudará de manera automática la correcta información recibida en el informe de calibración. A continuación, se muestra la propuesta.

										Certificado de calibración N°			
										Expediente N°			
										Fecha de emisión:			
<b>Cliente</b>	:												
<b>Dirección</b>	:												
<b>Instrumento a calibrar : TORQUÍMETRO</b>													
Marca	:		Intervalo de medición	:		lbf.ft	a		lbf.ft				
Modelo	:			:		N.m	a		N.m				
N° de serie	:		División de escala	:		lbf.ft	/		N.m				
Código	:		Tipo	:		Clase		:					
Procedencia	:		Ubicación	:									
<b>Fecha de calibración</b>													
<b>Lugar de calibración</b>													
<b>Trazabilidad</b>													
Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración	Entidad										
IM-001	Pesas de 20 kg a 1 g Clase M2	LM-XXX-2016	INACAL - DM										
IM-002	Balanza de 220 g Clase I	LM-XXX-2016	INACAL - DM										
IL-001	Cinta métrica incertidumbre de 0,7 mm	LLA-XXX-2016	INACAL - DM										
IL-002	Goniómetro incertidumbre de 1°	LLA-XXX-2016	INACAL - DM										
<b>Condiciones de calibración</b>													
Condiciones ambientales	Temperatura ( °C )	Humedad ( % )											
Inicial													
Final													
<b>Observaciones</b>													
Código asignado por EMPRESA METROLÓGICA										SI	NO		
Se colocó una etiqueta de calibración al instrumento a calibrar													
Se realizó ajuste al instrumento antes de su calibración													
N° de partes que se puede subdividir la división del escala del instrumento a calibrar													
N° de partes que se puede subdividir la división de escala de la cinta métrica patrón													
N° de partes que se puede subdividir la división del escala del goniómetro patrón													
<b>Resultados</b>													
Masa del torquímetro: kg													
<b>SENTIDO HORARIO</b>													
<b>Antes del ajuste</b>													
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Valor de la canastilla ( kg )	Carga aplicada al instrumento ( kg )					Longitud del brazo ( m )	Ángulo ( ° )					
		1	2	3	4	5							
<b>Despues del ajuste</b>													
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Valor de la canastilla ( kg )	Carga aplicada al instrumento ( kg )					Longitud del brazo ( m )	Ángulo ( ° )					
		1	2	3	4	5							
<b>SENTIDO ANTIHORARIO</b>													
<b>Antes del ajuste</b>													
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Valor de la canastilla ( kg )	Carga aplicada al instrumento ( kg )					Longitud del brazo ( m )	Ángulo ( ° )					
		1	2	3	4	5							
<b>Despues del ajuste</b>													
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Valor de la canastilla ( kg )	Carga aplicada al instrumento ( kg )					Longitud del brazo ( m )	Ángulo ( ° )					
		1	2	3	4	5							

Figura 30. Formato de ingreso de datos sistematizados en Excel

Fuente: Elaboración propia

## De la realización de los cálculos

Coordenadas Geográficas				Aceleración de la gravedad	
<b>EMPRESA METROLÓGICA (Fuente: GPS: Google maps)</b>				Grav. Local (m/s²)	Incertidumbre (m/s²)
Latitud	-12,0560151 S ( $\varphi$ )	-0,210417158 rad		9,78235491	0,000564785
Longitud	-77,0803574 O ( $\phi$ )	-1,345306025 rad			
Altitud	70 m (z)	70 m			

Cinta métrica patrón			Goniómetro patrón		
Div. de escala ( m )	Error ( m )	Incertidumbre ( m )	Div. de escala ( ° )	Error ( ° )	Incertidumbre ( ° )
0,001	0,0003	0,0007	1	0,5	1

Balanza patrón		
Div. de escala	0,0001 g	
Lectura corr.	-4,60E-06	
Incertidumbre	7,70E-09	1,30E-11

SENTIDO HORARIO									
Antes de ajuste									
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Promedio de la carga aplicada ( kg )	Masa del torquímetro ( kg )	Valor corregido de la canastilla ( kg )	Longitud corregida del brazo ( m )	Ángulo corregido ( ° )	Valor de torque encontrado		Error encontrado ( lbf.ft )	
						( N.m )	( lbf.ft )		
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Despues de ajuste									
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Promedio de la carga aplicada ( kg )	Masa del torquímetro ( kg )	Valor corregido de la canastilla ( kg )	Longitud corregida del brazo ( m )	Ángulo corregido ( ° )	Valor de torque encontrado		Error encontrado ( lbf.ft )	
						( N.m )	( lbf.ft )		
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Cálculo de incertidumbre									
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Rectangular x Div. Min. ( lbf.ft )	Rectangular x Masas patr. ( lbf.ft )	Rectangular x Masa can. ( lbf.ft )	Rectangular x Masa de tor. ( lbf.ft )	Normal x Gravedad ( lbf.ft )	Rectangular x Long. Brazo ( lbf.ft )	Rectangular x Ángulo ( lbf.ft )	Normal x Repetibilidad ( lbf.ft )	Incertidumbre ( lbf.ft )
0	#DIV/0!	-1,05961E-07	-4,02E-10	-2,01E-10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!
0	#DIV/0!	-2,94843E-06	-4,02E-10	-2,01E-10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!
0	#DIV/0!	-4,17022E-06	-4,02E-10	-2,01E-10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!

SENTIDO ANTIHORARIO									
Antes de ajuste									
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Promedio de la carga aplicada ( kg )	Masa del torquímetro ( kg )	Valor corregido de la canastilla ( kg )	Longitud corregida del brazo ( m )	Ángulo corregido ( ° )	Valor de torque encontrado		Error encontrado ( lbf.ft )	
						( N.m )	( lbf.ft )		
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Despues de ajuste									
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Promedio de la carga aplicada ( kg )	Masa del torquímetro ( kg )	Valor corregido de la canastilla ( kg )	Longitud corregida del brazo ( m )	Ángulo corregido ( ° )	Valor de torque encontrado		Error encontrado ( lbf.ft )	
						( N.m )	( lbf.ft )		
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	0	-0,0003	-0,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Cálculo de incertidumbre									
Indicación del instrumento ( lbf.ft )	Rectangular x Div. Min. ( lbf.ft )	Rectangular x Masas patr. ( lbf.ft )	Rectangular x Masa can. ( lbf.ft )	Rectangular x Masa de tor. ( lbf.ft )	Normal x Gravedad ( lbf.ft )	Rectangular x Long. Brazo ( lbf.ft )	Rectangular x Ángulo ( lbf.ft )	Normal x Repetibilidad ( lbf.ft )	Incertidumbre ( lbf.ft )
0	#DIV/0!	-1,06098E-07	-4,02E-10	-2,01E-10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!
0	#DIV/0!	-2,948E-06	-4,02E-10	-2,01E-10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!
0	#DIV/0!	-4,16899E-06	-4,02E-10	-2,01E-10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!

Figura 31. Realización de datos predeterminados en Excel

Fuente: Elaboración propia

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°

Expediente:  
Fecha de emisión: 1900-01-00  
Página 1 de 2

1. SOLICITANTE : 0

2. DIRECCIÓN : 0

3. INSTRUMENTO : TORQUIMETRO

Marca : 0	Intervalo de indicación : lbf.ft a lbf.ft
Modelo : 0	N.m a N.m
N° de serie : 0	División de escala : lbf.ft / N.m
Código de identif. : 0	Tipo y clase : -
Procedencia : 0	
Ubicación : 0	

4. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Se calibró el 1900-01-00 en las instalaciones de EMPRESA METROLÓGICA

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación indirecta según el PC-CMFP-01 "Procedimiento para la calibración de torquímetros".

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IM-001	Pesas de 20 kg a 1 g Clase M2	LM-XXX-2016 / INACAL - DM
IM-002	Balanza de 220 g Clase I	LM-XXX-2016 / INACAL - DM
IL-001	Cinta métrica incertidumbre de 0,7 mm	LLA-XXX-2016 / INACAL - DM
IL-002	Goniómetro incertidumbre de 1°	LLA-XXX-2016 / INACAL - DM

7. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura ambiental	Inicial : 0,0 °C	Final : 0,0 °C
Humedad relativa	Inicial : 0,0 %	Final : 0,0 %

8. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 con un nivel de confianza del 95%.
- No se realizó ningún ajuste al instrumento antes de su calibración.
- El instrumento presenta errores mayores a los errores máximos permisibles, según se muestra en el cuadro de resultados.
- Para una mejor aproximación de la lectura, durante la calibración, la división de escala del instrumento se dividió en partes.

9. RESULTADOS				
SENTIDO HORARIO				
Indicación del instrumento a calibrar ( lbf.ft )	Torque convencionalmente verdadero ( lbf.ft )	Error de indicación ( lbf.ft )	Incertidumbre ( lbf.ft )	Error máximo permitido ± ( lbf.ft )
0,0	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0,0
0,0	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0,0
0,0	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0,0
SENTIDO ANTIHORARIO				
Indicación del instrumento a calibrar ( lbf.ft )	Torque convencionalmente verdadero ( lbf.ft )	Error de indicación ( lbf.ft )	Incertidumbre ( lbf.ft )	Error máximo permitido ± ( lbf.ft )
0,0	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0,0
0,0	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0,0
0,0	#jDIV/0!	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0,0
FIN DEL DOCUMENTO				

Figura 32. Modelo de certificado de calibración

Fuente: Elaboración propia

B. Incrementar la confiabilidad del servicio de calibración para aumentar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

Para mejorar la confiabilidad del servicio se tiene que resolver los problemas relacionados con el Manual Accuracy y la falta del mantenimiento del patrón (esto incluye la calibración del patrón)

En este sentido se propone el siguiente procedimiento:

Empresa Metrológica	Procedimiento de patrones y trazabilidad de las mediciones	Código: SGC-PA-01
		Versión: 0
		Fecha:



## **1. Objetivo del procedimiento**

Establecer los procedimientos que se deben cumplir para asegurar que los equipos e instrumentos de medición utilizados en la prestación de servicios de calibración cumplen con las especificaciones que determinan su exactitud, estableciendo que las calibraciones que se realicen con ellos, sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

## **2. Alcance**

Aplicable a los equipos e instrumentos de medición utilizados para la realización de la calibración.

## **3. Responsabilidad**

El Gerente de Servicio Metrológico (GSM) es responsable de supervisar el cumplimiento de lo establecido en este procedimiento.

Los jefes de laboratorio y metrólogos son responsables que los instrumentos a su cargo estén identificados y registrados en el formato (F-M-022) “Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición”

La Gerencia de Aseguramiento de Calidad realiza el monitoreo mensual de los programas de calibración, verificación, caracterización y mantenimiento.

## **4. Términos y definiciones**

4.1 Calibración: Conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un medio de medición, o los valores representados por una medida materializada, y los correspondientes valores conocidos de un patrón de referencia.

4.2 Verificación: Confirmación mediante examen y presentación de evidencia de que los requisitos especificados se han cumplido.

4.3 Caracterización: Estudio para la determinación de la estabilidad y/o uniformidad en el funcionamiento de un equipo o instrumento de medición.

4.4 Confirmación Metrológica: Conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el equipo de medición cumple con los requisitos para su uso previsto.

4.5 Mantenimiento preventivo: Operaciones programadas que se realizan en un equipo o instrumento de medición para asegurar que continúe el funcionamiento conveniente para su uso.

4.6 Mantenimiento correctivo: Operaciones que se realizan en un equipo e instrumento de medición para llevarlo a un estado de funcionamiento conveniente para su uso.

## **5. Disposiciones Generales**

5.1 Realizar el mantenimiento de los equipos y/o instrumentos antes de realizar las verificaciones, calibraciones y caracterizaciones establecidas en el programa de calibración-verificación.

5.2 Cuando por cualquier razón, el equipo o instrumento de medición salga fuera del control directo del laboratorio; es decir, fuera de las instalaciones de la Empresa Metrológica sin ninguna supervisión durante un plazo significativo, el Jefe de Laboratorio deberá asegurar que el funcionamiento y el estado de calibración sean comprobados y muestren ser satisfactorios antes que el equipo o instrumento de medición sea reintegrado al servicio. La comprobación deberá realizarse mediante una verificación cuyos resultados se registrarán en el formato “Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición” (F-M-022).

5.3 Cuando las calibraciones de los equipos o instrumentos de medición den lugar a factores de corrección, el Jefe de Laboratorio deberá efectuar la actualización correcta de los mismos.

5.4 El equipo o instrumento de medición que se haya detectado fuera del plazo de calibración o caracterización será retirado del servicio e inmediatamente identificado como “No operativo” (formato F-M-040), hasta que haya sido calibrado y demuestre que funciona satisfactoriamente.

5.5 Para codificar e identificar los patrones de referencia y trabajo se considerarán los siguientes dos grupos de caracteres alfa numéricos:

- El primer grupo está formado por dos o tres letras que representan la sigla de instrumento (I) y el código que identifica la magnitud del instrumento.
- El segundo grupo está formado por un número correlativo de tres cifras.

5.6 Para codificar e identificar los equipos auxiliares se considerarán los siguientes dos grupos de caracteres alfa numéricos:

- El primer grupo está formado por dos o tres letras que representan la sigla de equipo auxiliar (E) y el código que identifica la magnitud del instrumento.
- El segundo grupo está formado por un número correlativo de dos o tres cifras.

5.7 Los Jefes de Laboratorio deben de definir y documentar los criterios de aceptación de los patrones e instrumentos auxiliares que mantienen bajo su responsabilidad.

## **6. Descripción del procedimiento**

<b>6.1 CALIBRACION O CARACTERIZACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>
--	--------------------

6.1.1	Elabora el Programa de Calibración – Verificación de los equipos e instrumentos de medición basado en la frecuencia de verificación, calibración o de caracterización establecida para cada uno de ellos en el “Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición” de código F-M-022, indicando con una “V” si fuese verificación; con “C” si fuese calibración o “Ca” si fuese caracterización.	JL / Metrólogo
6.1.2	Aprueba el Programa de Calibración-Verificación.	<b>GSM</b>
6.1.3	En caso ingresen nuevos equipos o instrumentos de medición al laboratorio se elabora un Complemento al Programa de Calibración - Verificación, el cual es aprobado por el Gerente de Servicio Metrológico.	JL / Metrólogo
6.1.4	En caso se modifique la programación y/o frecuencia de verificación, calibración o caracterización de un equipo o instrumento de medición, emite un informe sustentando dicha modificación. El informe lo aprueba el Gerente de Servicio Metrológico y lo visa la Gerencia de Aseguramiento de la Calidad para su archivo. Dicha modificación se registra también en su Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición. Las modificaciones pueden quedar registradas en el Programa de Calibración - Verificación ya aprobado anteriormente o en una reprogramación. Las modificaciones realizadas deben ser fechadas.	JL / Metrólogo
6.1.5	Los instrumentos y equipos de medición que se calibren o caractericen para emitir certificados de calibración deberán cubrir todo el rango de la acreditación.	GSM / Metrólogo
<b>Calibración Externa</b>		
6.1.6	Entrega a la Gerencia de Administración y Finanzas al inicio de cada trimestre del año una programación de las calibraciones que se realizarán en Indecopi o laboratorio acreditado.	JL / Metrólogo
6.1.7	El personal autorizado enviará las solicitudes de calibración a la entidad que se encargará del servicio.	GSM, Asistente de GSM
6.1.8	Envía los instrumentos de medición al Indecopi o laboratorio acreditado.	GAF / AA
6.1.9	Supervisa el cumplimiento del servicio solicitado y dispone el recojo de los patrones calibrados con sus correspondientes certificados de calibración.	GAF / AA
6.1.10	Entrega los instrumentos calibrados al laboratorio y el certificado de calibración a la GSM.	Logística

6.1.11 Coloca en el instrumento calibrado en INACAL o laboratorio acreditado una etiqueta donde se registra la fecha de la próxima calibración.	JL / Metrólogo
6.1.12 Entrega al Jefe de Laboratorio correspondiente, una (01) copia del Certificado de calibración para archivarse en el file de Registro Técnico de Patrones.	A. de GSM
<b>Calibración o Caracterización Interna</b>	RESPONSABLE
6.1.13 Realiza o dispone la calibración o caracterización de los equipos o Instrumentos de medición. En caso, la calibración o caracterización la realice otra área de la empresa entregará el instrumento y el registro “Solicitud de Servicio” de código F-M-083, quedándose con el cargo para su archivo.	JL/ Metrólogo
6.1.14 Finalizada la calibración coloca en el instrumento de medición calibrado en la Empresa Metrológica, la etiqueta de calibración, registrando el N° de certificado y la fecha de la calibración, retirando la etiqueta de calibración anterior. La fecha de la próxima calibración la registra el personal responsable del instrumento. Entrega el certificado de calibración, registros de calibración y hojas de cálculo al Asistente de GSM.	Personal del laboratorio
6.1.15 Archiva el certificado de calibración y entrega una copia del certificado al Metrólogo del laboratorio correspondiente.	A. de GSM
6.1.16 Archiva la copia en el file de Registro Técnico de Patrones.	JL
6.1.17 En caso de una caracterización, coloca en el instrumento una etiqueta indicando el N° de informe y la fecha de la caracterización. La fecha de la próxima caracterización lo registra el personal responsable del instrumento. El informe de caracterización es aprobado por el Gerente de Servicio Metrológico y sus registros los archiva el laboratorio responsable del instrumento en el file de Registro Técnico de Patrones.	JL / personal de laboratorio
<b>Criterios de Aceptación</b>	
6.1.18 Registra el estado del instrumento o equipo de medición en el “Registro Técnico de Patrones y Equipos de medición”. Si los resultados de la calibración o caracterización están dentro de los criterios de aceptación del instrumento se registra como Conforme, si no están dentro de los criterios de aceptación se identificará como “No operativo” (formato F-M-040) hasta que haya sido reparado y se demuestre por calibración o caracterización que funciona satisfactoriamente. Se reporta en el formato de “Reporte de	JL / Metrólogo

trabajo no conforme”, de código F-M-079 para seguir las acciones indicadas en el procedimiento PA-M-008.	
<b>Confirmación Metrológica</b>	
<p>6.1.19 Se dará la conformidad al instrumento y/o equipo de medición cuando se cumpla el criterio de aceptación en todo el rango del procedimiento de calibración acreditado por el Indecopi en el cual se utilice.</p> <p>6.1.20 En caso el criterio de aceptación cumpla parcialmente, se elaborará un informe de Confirmación Metrológica (F-M-118), en el cual se detalle la declaración de conformidad con respecto a los requisitos metrológicos del laboratorio (en base a la variabilidad del procedimiento de calibración en uso e interpretaciones respecto al uso del instrumento), que será aprobado por la Gerencia de Servicio Metrológico, para ser utilizado por el Laboratorio. Se identificará el equipo y/o instrumento como “Confirmado” y se indicará el alcance de medición en el cual puede ser utilizado (F-M-119).</p>	JL / Metrólogo
<b>6.2 VERIFICACION</b>	
6.2.1 En el Programa de Calibración – Verificación, se define la verificación de los equipos e instrumentos de medición basado en la frecuencia establecida para cada uno de ellos en el “Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición” Formato F-M-022.	JL / Metrólogo
6.2.2 En caso se modifique la programación y/o la frecuencia de verificación de un equipo o instrumento de medición se emite un informe sustentando dicha modificación. El informe lo aprueba el Gerente de Servicio Metrológico, lo visa y archiva la Gerencia de Aseguramiento de la Calidad. Dicha modificación se registra también en su Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición. Las modificaciones pueden quedar registradas en el programa de calibración ya aprobado anteriormente o en una reprogramación. Las modificaciones realizadas deben ser fechadas.	JL
6.2.3 Realiza o dispone la verificación de los equipos o Instrumentos de medición de acuerdo con los procedimientos de Verificación de la EMPRESA METROLÓGICA. En caso la verificación la realice otra área de la empresa, entrega el instrumento y el registro	JL

	“Solicitud de Servicio” de código F-M-083, quedándose con el cargo para el archivo.	
6.2.2	Finalizada la verificación registra el estado del instrumento o equipo de medición en el “Registro Técnico de Patrones y Equipos de medición” y archiva el informe de verificación.	JL / Metrólogo
6.2.3	Los resultados de la verificación serán tratados según el criterio de aceptación ya establecido para la calibración de instrumento o equipo de medición (ver ítem 6.1.18).	JL / Metrólogo
<b>6.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
6.3.1	Define y establece en un programa anual el periodo y el área responsable del mantenimiento preventivo de los equipos e instrumentos de medición incluyendo a las computadoras de uso del laboratorio y equipos auxiliares que sea significativos para las calibraciones. Los equipos e instrumentos de medición, incluyendo los auxiliares se incluirán en el programa de mantenimiento preventivo si cumplen el siguiente criterio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si tienen partes mecánicas, electrónicas, o sufren desgastes por el uso (por ejemplo: las pesas)</li> </ul>	JL
6.3.2	Aprueba el programa de mantenimiento.	GSM
6.3.3	En caso que el mantenimiento preventivo lo realice el Supervisor de mantenimiento, presenta una “Solicitud de Servicio” de código F-M-083 aprobada por el GSM.	JL / Metrólogo
6.3.4	Registra el estado del instrumento o equipo en el “Registro Técnico de Patrones y Equipos de medición” con la información del mantenimiento preventivo realizado.	JL / Personal del Laboratorio
6.3.5	En caso que el mantenimiento preventivo lo realice el propio laboratorio anota lo realizado en el Registro Técnico de patrones y Equipos de medición, y marca el Programa de mantenimiento con la fecha de ejecución.	JL / Personal del laboratorio
<b>6.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>		
6.4.1	En caso que un patrón o equipo de medición no funciona adecuadamente, o que proporcione resultados distintos a los esperados, informa a la GSM, coloca en el instrumento la etiqueta de “No operativo” (formato F-M-040) y registra este hecho en el Reporte de Ocurrencias / Mantenimiento Correctivo del “Registro Técnico de Patrones y Equipos de Medición”.	JL / Metrólogo

6.4.2	Deberán examinar las consecuencias del defecto o desviación de los límites especificados en las calibraciones o caracterizaciones anteriores para aplicar en caso procedente el “Procedimiento de Trabajos No Conformes”, de código PA-M-008.	JL / GSM
6.4.3	Genera una “Solicitud de Servicio”, aprobada por el GSM y lo envía al Supervisor de Mantenimiento.	JL / Metrólogo
6.4.4	Luego de recibido el equipo conforme, dispone o realiza la calibración o caracterización del equipo o instrumento de medición para asegurarse que funcione satisfactoriamente.	
6.4.5	Registra el mantenimiento correctivo y la recalibración o recaracterización realizada en el “Registro Técnico de Patrones y Equipos de medición”	

## 7 FORMATOS

- Ninguno

## 8 SIGLAS

- AA : Asistente Administrativo de la GAF
- GAF : Gerencia de Administración y Finanzas
- GSM : Gerencia de Servicio Metrológico.
- GG : Gerencia General
- A. de GSM : Asistente de GSM
- JL : Jefe de Laboratorio

C. Mejorar el tiempo de entrega de la documentación para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

Para lograr ello se propone capacitar y reconocer al personal en base a las siguientes estrategias:

- Contratar a profesionales líderes en la rama para que den charlas de estrategia de ventas, marketing, metrología, calibración; para ello se tomara un 0.5 % de las ventas del mes anterior a la contratación.



- El personal que no fue capacitado, será capacitado por las personas que recibieron las capacitaciones completas y que hayan asimilado perfectamente los conocimientos.
- Crear en forma conjunta un entorno laboral seguro, interesante e incluyente que valore sus diversidades y reconozca las contribuciones individuales y colectivas de los colaboradores.

A continuación, se muestra el programa de capacitación:

CAPACITAR AL PERSONAL DE ACUERDO AL PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACIONES													
PLAN A CORTO PLAZO ( 1 Año)													
Responsable: Gerente General	FRECUENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Contratar a profesionales líderes en la rama para que den capacitaciones de estrategia de ventas, marketing, calibración y mantenimiento, así como también temas relacionados a calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente ; para ello se tomara un 0.1 % de las ventas del mes anterior	Semestral							X					X
Responsable: Gerente General	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Capacitación continua para El 100% del personal en el puesto de trabajo y para desarrollo laboral y profesional en base a line de carrera.	Acorde al Programa de Capacitaciones						X						X
PLAN A CORTO PLAZO (2 Año)													
Responsable: Gerente General	FRECUENCIA	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038	2040	2042
Capacitaciones específicas de mejora continua en función del buen desempeño de área	Bianual	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-

CONTAR CON UN PERSONAL CONFORME Y SATISFECHO CON SU SALARIO Y SU TRABAJO.														
PLAN A CORTO PLAZO (1 Año)														
Responsable: Gerente General	FRECUENCIA	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
Crear en forma conjunta un entorno laboral seguro, interesante e incluyente que valore sus diversidades y reconozca las contribuciones individuales y colectivas de los colaboradores.	Anual	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	

Figura 33. Programa de capacitación al personal

Fuente: Elaboración propia

Con todas las mejoras propuestas anteriormente, se reduce el tiempo de entrega en un 33,11% como se puede observar en la figura 34.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO											
Diagrama No.	Hoja No.	OPERARIO	<input type="checkbox"/>	MATERIAL	<input type="checkbox"/>	EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/>				
Objetivo: Revisión de		RESUMEN									
		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMÍA			
Proceso analizado:		Operación		6							
		Transporte		2							
		Espera		3							
Metodo:		Inspección		1							
Actual	Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>	Almacenamiento		2							
Localización: Empresa Metrológica		Distancia (m)		0							
		Tiempo (hr/hombre)		-							
Operario: Trabajador		Costo		-							
		Total		-							
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios									
Aprobado por:	Fecha:										
Descripción		Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	Símbolo					Responsable	
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Generación de cotización		1		30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ejecutiva de ventas
Espera el orden de pago		1		2880	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Clientes
Generación de orden de trabajo		1		30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ejecutiva de ventas
Programa el servicio		1		10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ejecutiva de ventas
Demora en entrega del equipo		1		4320	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cliente
Traslado del equipo a almacén		1		5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metrólogo
Almacenamiento del equipo sin calibrar		1		1440	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metrólogo
Calibración		1		90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metrólogo
Almacenamiento del equipo calibrado		1		2880	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metrólogo
Certificación de calibración		1		2880	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Metrólogo
Programa el recojo		1		10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ejecutiva de ventas
Espera en el recojo del equipo		1		2880	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cliente
Gestión del reclamo en calidad		1		0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jefe de calidad
TOTAL		13	0	17455	6	1	3	0	2	1	

Figura 34. DAP del servicio de calibración mejorado

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.6 Etapa de Control

En esta parte controlaremos las acciones y verificar el desempeño para que las mejoras propuestas en el acápite anterior alcancen los resultados deseados y consecuentemente responder a los requerimientos del cliente, satisfaciendo sus necesidades y expectativas.

Para ello se proponen como medidas de control los siguientes mecanismos:

- a) Controlar los documentos generados internamente y aquellos de fuentes externas que forman parte de la documentación del sistema de calidad del laboratorio.

Documentos internos:

- Manual de Calidad de Laboratorio
- Los procedimientos de operación
- Instructivos de métodos
- Lista de proveedores aprobados
- El programa de auditoría interna

Además, este procedimiento de control de documentos incluye:

- Manuales de los equipos
- Manuales software para los equipos de prueba
- Métodos de prueba
- Códigos aplicables, regulaciones y normas (incluyendo la ISO/IEC 17025)

- b) Planear y ejecutar las auditorías internas de calidad por lo menos una vez al año para verificar si las actividades relacionadas con la calidad y sus resultados cumplen con los acuerdos.

- c) Capacitación del personal para el desempeño de cada una de las funciones.

Utilizaremos el cuadro de mando integral que es una herramienta que permite enlazar las estrategias con los objetivos e indicadores. Asimismo, se establecerán las metas y podremos hacer un seguimiento de los avances cada cierto periodo.

Tabla 23. Tabla de Control

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Frecuencia	Unidad	Forma de cálculo	Meta			Mejoras implementadas	Responsable
						O	P	C		
Finanzas	Aumentar las órdenes de servicio	Volumen de ventas	Mensual	Cantidad	Cantidad de órdenes de servicio actuales / Cantidad de órdenes de servicio en el 2019	> 1	= 1	< 1	Mejorar el servicio de calibración	Jefe de Metrología
Cliente	Mejorar la efectividad del servicio de calibración	Requisitos de calibración	Mensual	Porcentaje	N° de requisitos de calibración cumplidos *100% / N° de requisitos de calibración totales	100%	90%	80%	Diseñar un sistema de información de datos y cálculos predeterminados	Jefe de Metrología
Proceso	Incrementar la confiabilidad del servicio de calibración	Requisitos de confiabilidad	Mensual	Porcentaje	N° de requisitos de confiabilidad cumplidos *100% / N° de requisitos de confiabilidad totales	100%	90%	80%	Elaborar un procedimiento de patrones y trazabilidad de las mediciones	Jefe de Metrología
Aprendizaje	Mejorar el tiempo de entrega de la documentación	Requisitos de documentación	Mensual	Porcentaje	N° de requisitos de documentación rechazados *100% / N° de requisitos de documentación totales	0%	5%	10%	Gestionar programa de capacitación del personal de campo	Jefe de Metrología

Nota. O: óptimo; P: precaución; C: crítico

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Prueba de hipótesis

Se tienen tres hipótesis:

1. Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
2. Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces aumenta la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.
3. Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.

Las cuales son sometidas a la prueba de hipótesis para determinar si son enunciados racionales y no deben rechazarse o si son enunciados irracionales y deberán rechazarse.

### 5.2.1 Prueba de hipótesis 1

Como hipótesis nula planteamos lo siguientes:

$H_0$ : Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces no se incrementa la satisfacción del cliente.

Y como hipótesis alternativa:

$H_1$ : Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces si se incrementa la satisfacción del cliente.

Como resultados preliminares de la mejora propuesta tenemos un antes y un después:

Tabla 24. Órdenes sin errores de calibración antes y después

Meses del año 2019	Órdenes sin errores de calibración (Antes)	Órdenes sin errores de calibración (Después)
Enero	10	18
Febrero	8	15
Marzo	9	16
Abril	8	15
Mayo	10	18
Junio	9	17
Julio	8	15
Agosto	11	20
Septiembre	11	20
Octubre	10	18
Noviembre	10	19
Diciembre	9	16

Fuente: Elaboración propia

Estos datos se ingresan en el Software Minitab v18 para realizar la prueba de hipótesis. De la figura 35 se puede observar que el nivel de significancia es 0,00 es decir el valor de p y como es menor al 5%, se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, por lo que concluimos que: Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces si se incrementa la satisfacción del cliente.

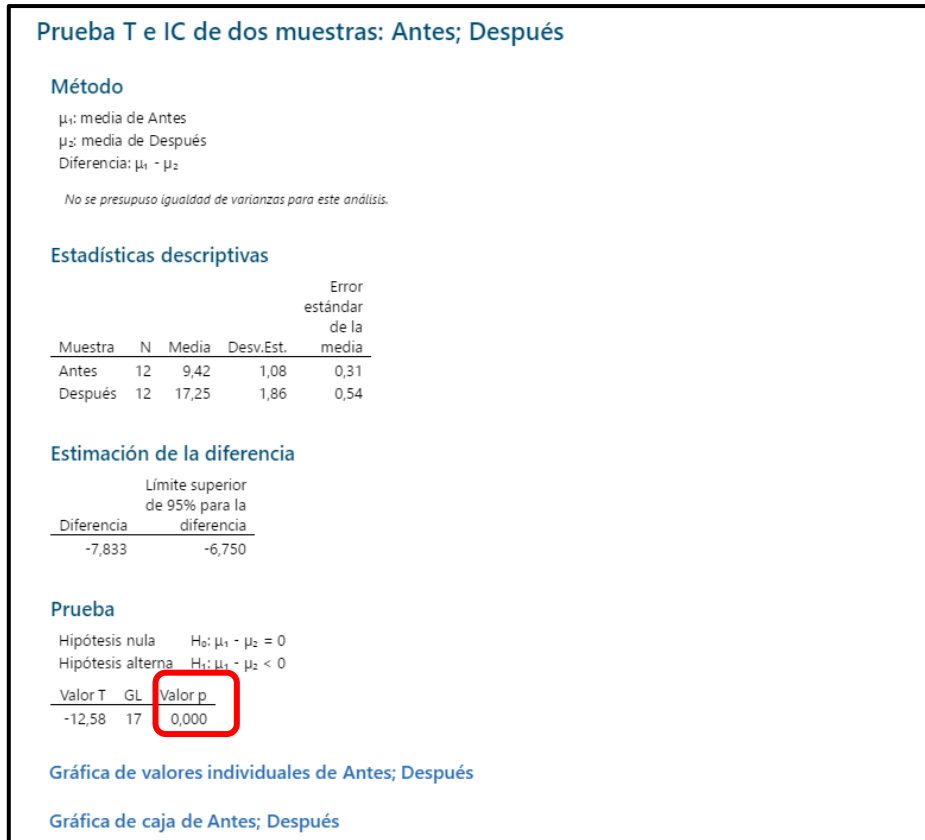


Figura 35. Prueba de hipótesis 1

Fuente: Elaboración propia

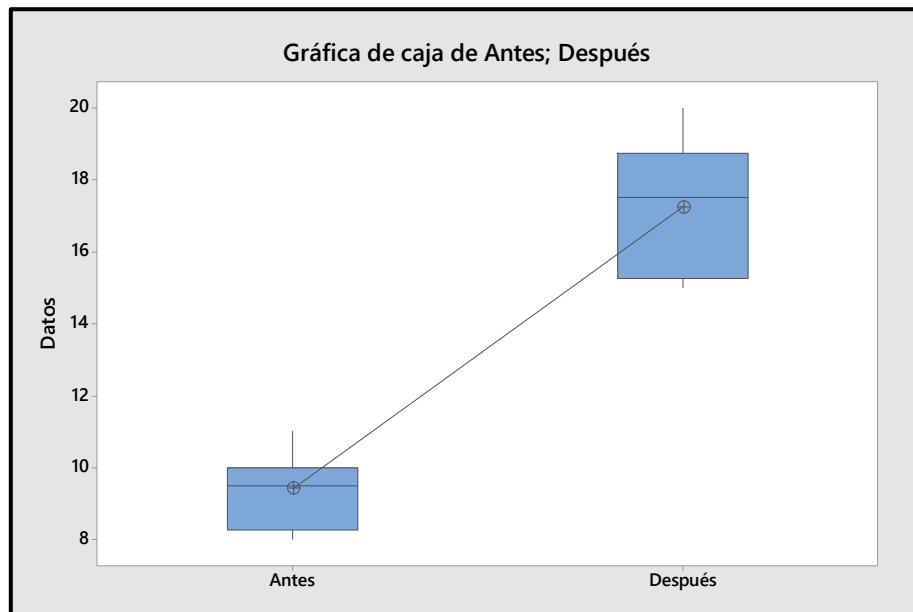


Figura 36. Órdenes sin errores de calibración antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia



### 5.2.2 Prueba de hipótesis 2

Como hipótesis nula planteamos lo siguientes:

Ho: Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces no aumenta la satisfacción del cliente.

Y como hipótesis alternativa:

H<sub>1</sub>: Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces si aumenta la satisfacción del cliente.

Como resultados preliminares de la mejora propuesta tenemos un antes y un después:

Tabla 25. Órdenes sin errores de confiabilidad antes y después

Meses	Órdenes sin errores de confiabilidad (Antes)	Órdenes sin errores de confiabilidad (Después)
Enero	13	18
Febrero	11	15
Marzo	12	16
Abril	11	15
Mayo	13	18
Junio	13	17
Julio	11	15
Agosto	15	20
Septiembre	15	20
Octubre	13	18

Meses	Órdenes sin errores de confiabilidad (Antes)	Órdenes sin errores de confiabilidad (Después)
Noviembre	14	19
Diciembre	12	16

Fuente: Elaboración propia

Estos datos se ingresan en el Software Minitab v18 para realizar la prueba de hipótesis. De la figura 37 se puede observar que el nivel de significancia es 0,00 es decir el valor de p y como es menor al 5%, se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, por lo que concluimos que: Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces si aumenta la satisfacción del cliente.

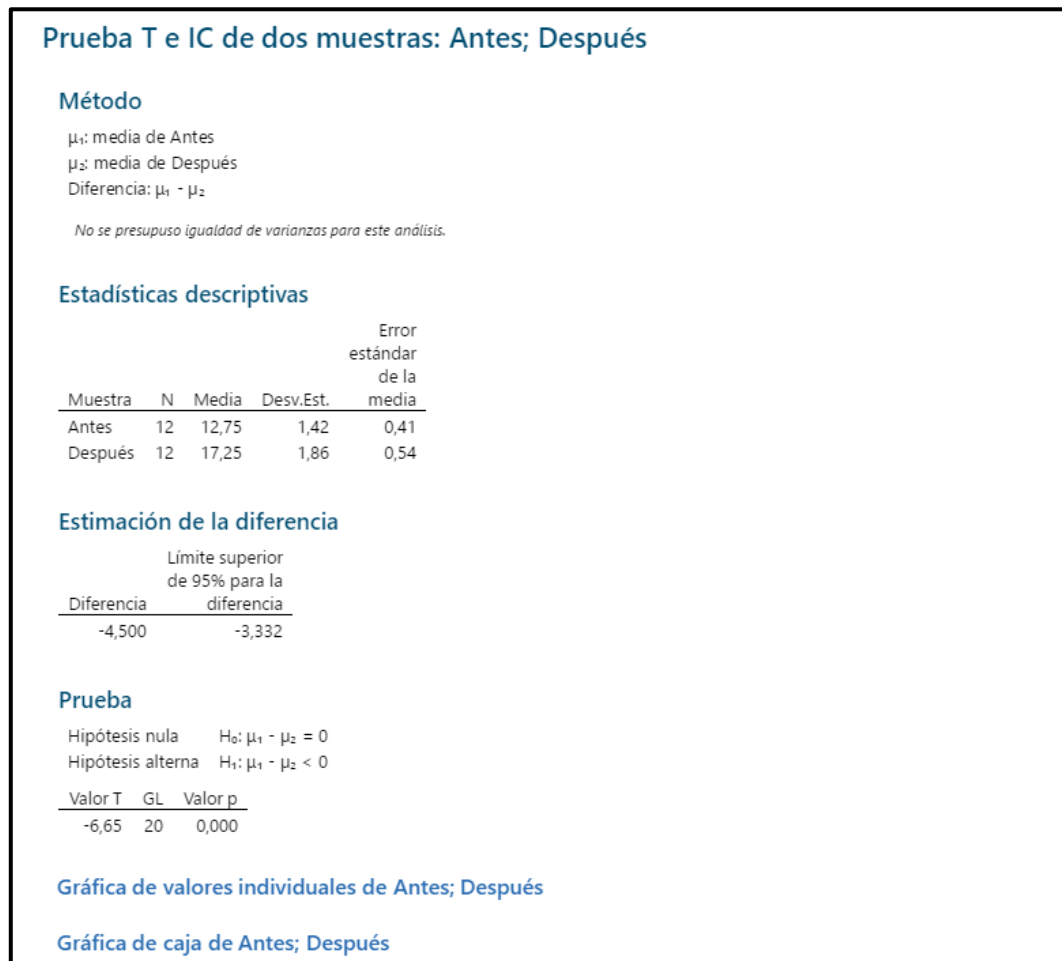


Figura 37. Prueba de hipótesis 2

Fuente: Elaboración propia

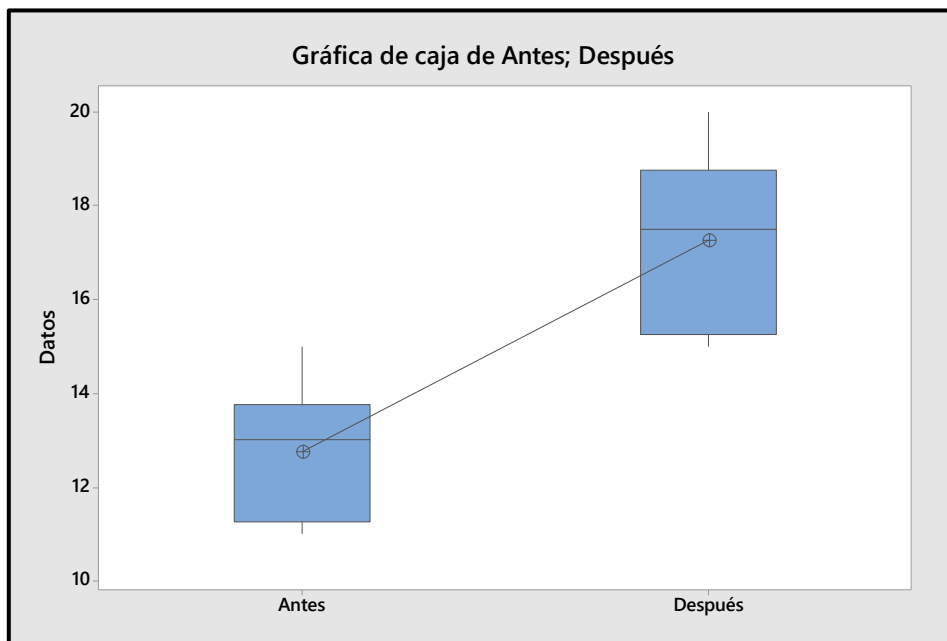


Figura 38. Órdenes sin errores de confiabilidad antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3 Prueba de hipótesis 3

Como hipótesis nula planteamos lo siguientes:

$H_0$ : Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces no se incrementa la satisfacción del cliente.

Y como hipótesis alternativa:

$H_1$ : Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces si se incrementa la satisfacción del cliente.

Como resultados preliminares de la mejora propuesta tenemos un antes y un después:

Tabla 26. Tiempo de entrega antes y después

Meses	Tiempo de entrega (Antes)	Tiempo de entrega (Después)
Enero	26091	17454
Febrero	26093	17459
Marzo	26094	17452
Abril	26097	17451
Mayo	26096	17452
Junio	26092	17455
Julio	26099	17450
Agosto	26091	17453
Septiembre	26092	17450
Octubre	26096	17450
Noviembre	26094	17456
Diciembre	26093	17454

Fuente: Elaboración propia

Estos datos se ingresan en el Software Minitab v18 para realizar la prueba de hipótesis. De la figura 39 se puede observar que el nivel de significancia es 0,00 es decir el valor de  $p$  y como es menor al 5%, se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, por lo que concluimos que: Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces si se incrementa la satisfacción del cliente.

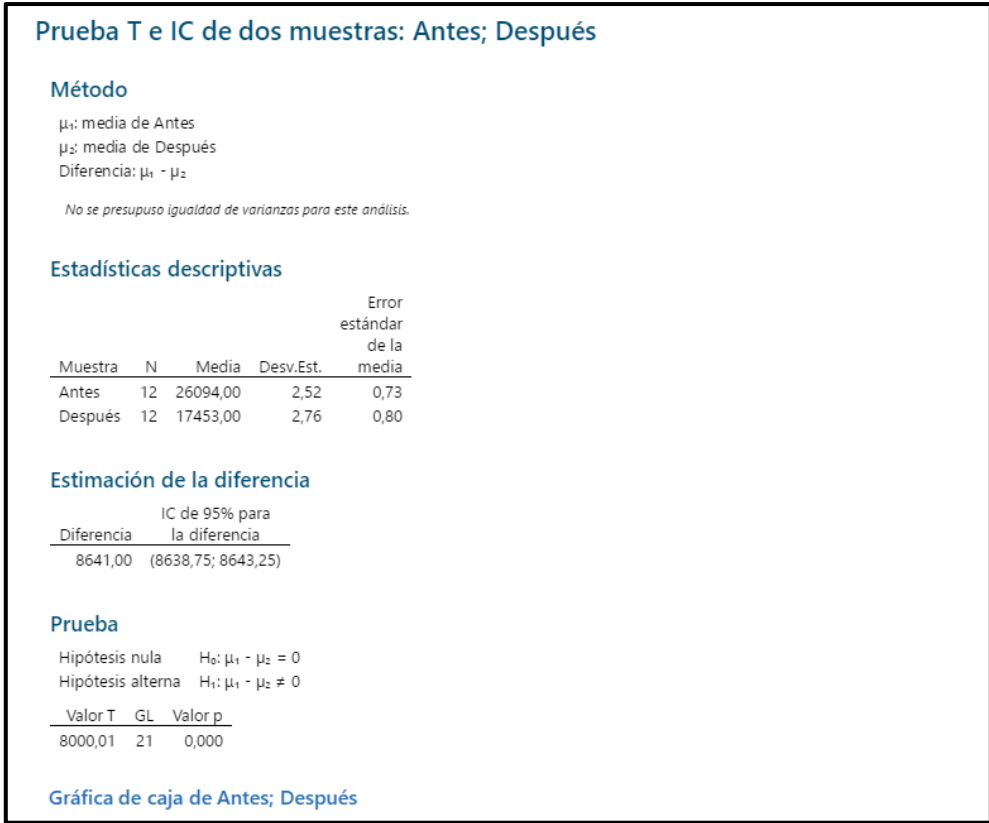


Figura 39. Prueba de hipótesis 3

Fuente: Elaboración propia

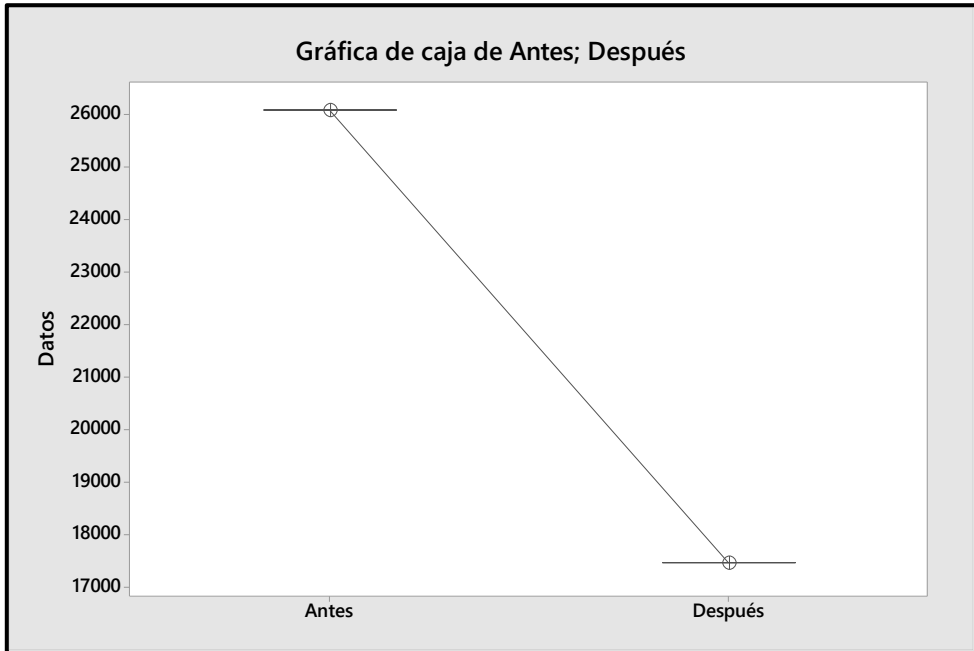


Figura 40. Tiempo de espera antes y después de la mejora propuesta

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Simulación

En esta parte se utilizó el software ProModel versión estudiante para simular el servicio de calibración. De la figura 41 se puede observar la disposición que tenían las actividades involucradas en el servicio de calibración antes de la propuesta de mejora.

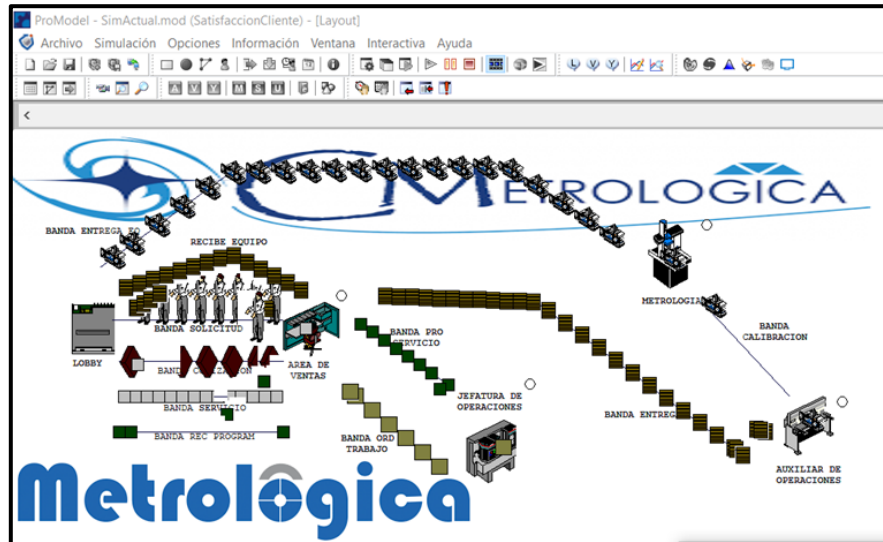


Figura 41. Estado de la empresa metrológica antes de la mejora

Fuente: Software ProModel 2016

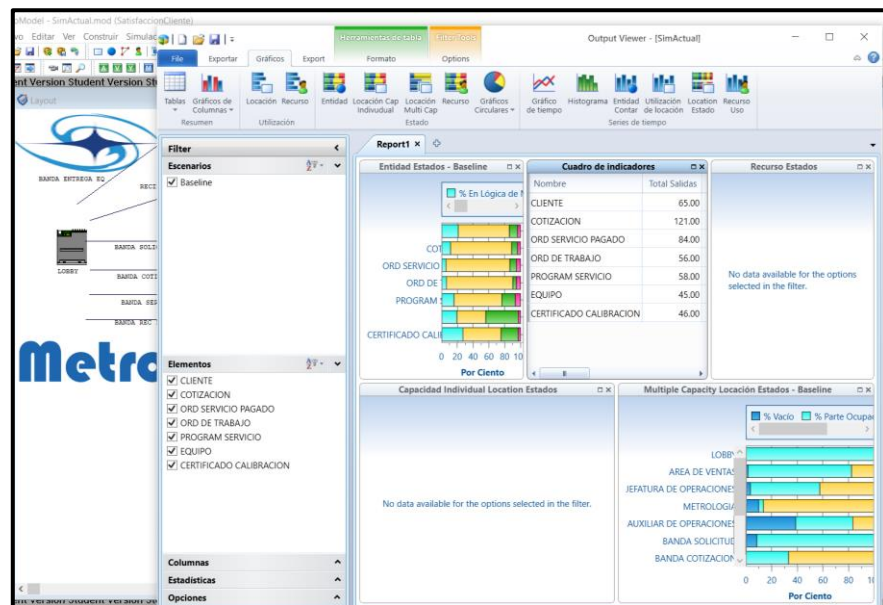


Figura 42. Datos obtenidos con la simulación antes de la mejora

Fuente: Software ProModel 2016

De la figura 42 se puede observar los datos obtenidos en la simulación antes de la propuesta de mejora.

A continuación, se muestra el estado del servicio de calibración después de la propuesta de mejora (ver figura 43 y figura 44)

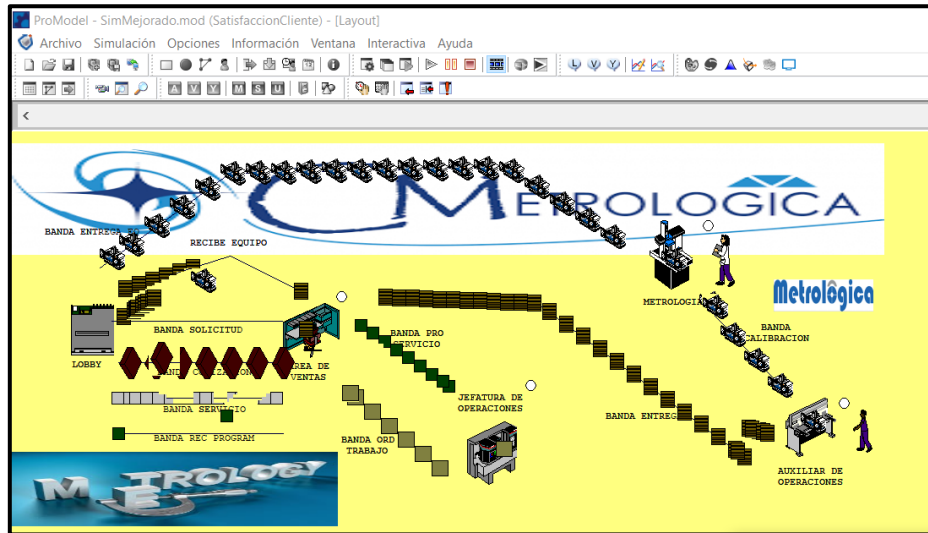


Figura 43. Estado de la empresa metrológica antes de la mejora

Fuente: Software ProModel 2016

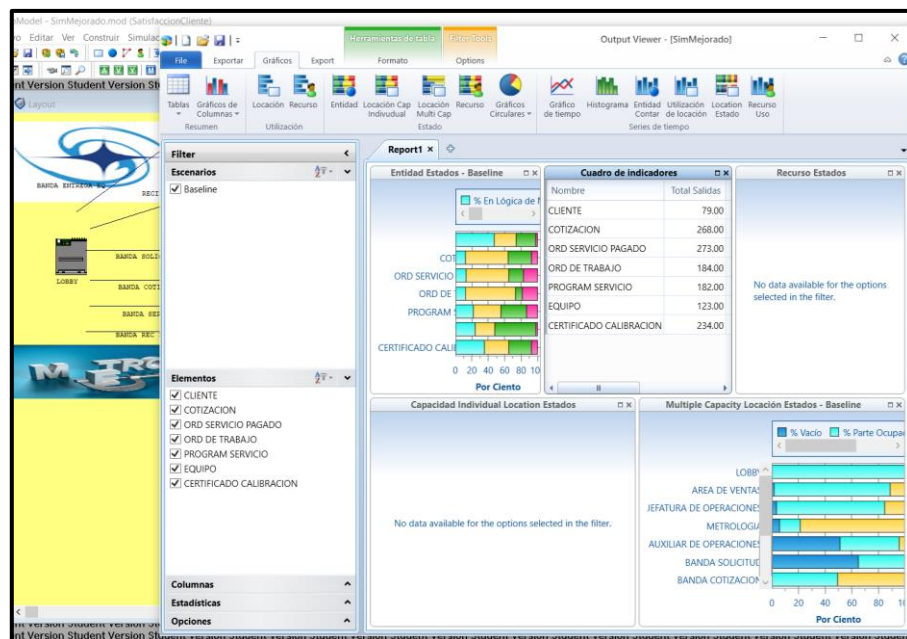


Figura 44. Datos obtenidos con la simulación antes de la mejora

Fuente: Software ProModel 2016

#### 5.4 Resumen de Resultados

Hipótesis específicas	Variable Independiente	Variable Dependiente	Nombre del Indicador	Pre - test	Post - test	Diferencia
1. Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Efectividad de servicio de calibración	Órdenes de servicio	Número de órdenes de servicio actual / Número de servicios en el año 2019	9,42	17,25	Aumentó en un 83,12%.
2. Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces aumenta la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	La confiabilidad de la calibración	Tolerancia en la calibración	Número de resultados que estén dentro de la tolerancia de calibración actual / Número de resultados que estén dentro de la tolerancia de calibración en el año 2019	12,75	17,25	Aumentó en un 35,29%.
3. Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Documentación	Tiempo de entrega	Intervalo de tiempo que demora la entrega de documentación	26055 min	17455 min	Disminuyó en un 33%.

Fuente: Elaboración propia



## CONCLUSIONES

1. Podemos concluir en general que si se mejora la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 entonces se incrementa la satisfacción del cliente; en este caso se ha podido incrementar en un 50,47% en promedio.
2. Se ha podido demostrar que si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces se incrementa la satisfacción del cliente, es este caso se ha podido aumentar la media de las órdenes de servicios sin errores de calibración desde 9,42 hasta 17,25; es decir se ha podido aumentar en un 83,12%.
3. Se ha podido demostrar que si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces aumenta la satisfacción del cliente, es este caso se ha podido aumentar la media de las órdenes de servicio sin problemas de confiabilidad desde 12,75 hasta 17,25; es decir se ha podido aumentar en un 35,29%.
4. Además, concluimos que si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces se incrementa la satisfacción del cliente, es este caso el tiempo del servicio de calibración se redujo desde 26055 min hasta 17455 min; es decir se ha podido reducir en un 33%.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda extender la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 hacia los demás procesos de la empresa metrológica dado que es un sistema de gestión y por ende busca el cumplimiento de los objetivos planificados; busca la mejora del desempeño de los procesos; y la satisfacción del cliente. Todo esto hace que sea sostenible el crecimiento de la empresa.
2. Se recomienda a mediano plazo la implementación de un software mucho más avanzado para el tratamiento de los datos que se registran en los informes de calibración, dado que el Excel podría tener limitaciones con una base de datos de mayor tamaño.
3. Se recomienda capacitar y entrenar al personal con respecto a la aplicación del Procedimiento de patrones y trazabilidad de las mediciones para realizar el mantenimiento de los equipos y/o instrumentos antes de realizar las verificaciones, calibraciones y caracterizaciones establecidas en el programa de calibración verificación que deben implementar los clientes.
4. Para mejorar aún más el tiempo de entrega de la documentación se recomienda establecer horarios para la entrega y recojo de los equipos a calibrar de los clientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. (2020). *Laboratorio de UNICON logra Acreditación del Instituto Nacional de Calidad*. Recuperado de: <https://www.unicon.com.pe/noticias/laboratorio-de-unicon-logra-acreditacion-del-instituto-nacional-de-calidad/>
- Berry, L. L., Bennett, D. R., & Brown, C. W. (1989). *Calidad de servicio*. Ediciones Díaz de Santos.
- Curto, C. (2015). *Calibración*. Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/2922958/>
- Deming, W. E., & Medina, J. N. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Ediciones Díaz de Santos.
- De Salud, C. (2001). *Guía de diseño y mejora continua de procesos asistenciales*. Sevilla: Junta de Andalucía. Recuperado de: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud\\_5af1956c952f3\\_guia\\_diseno\\_primera.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af1956c952f3_guia_diseno_primera.pdf)
- Equipos y laboratorio de Colombia. (2020). *¿Qué es la metrología?* Recuperado de: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-la-metrologia>
- Feeling. (2020). *Todo lo que debes saber sobre el INACAL en Perú*. Recuperado de: <https://feelingperu.com/inacal/>
- Grajales, D. H. M., Sánchez, Y. O., & Pinzón, M. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. *Scientia et technica*, 1(30)
- Grajales, T. (2000). *Tipos de Investigación*. Recuperado de: <http://tgrajales.net/investipos.pdf>

- Howard, F. (2017). *Entrega a tiempo: ¿una de las métricas más importante en logística?* Recuperado de: <https://blog.driv.in/es/entrega-a-tiempo-una-de-las-métricas-mas-importante-en-logística/>
- Instituto Nacional de la Calidad. (2016). *Metrología*. Recuperado de: <https://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/preguntas-frecuentes-metrología->
- Itssoluciones. (2020). *Elementos básicos de un proceso*. Recuperado de: <https://www.its-solutions.net/elementos-basicos-de-un-proceso/>
- Kotler, P. (2001). *Dirección de Mercadotecnia, análisis, planeación, implementación y control*. Recuperado de: <https://anafuenmayorsite.files.wordpress.com/2017/08/libro-kotler.pdf>
- Masstech. (2020). *Los tipos de calibración de instrumentos que se utilizan dentro de la industria*. Recuperado de: <https://masstech.com.mx/los-tipos-de-calibracion-de-instrumentos-que-se-utilizan-dentro-de-la-industria/>
- Mejía, C. (1998). *Indicadores de efectividad y eficacia*. Recuperado de: [http://www.planning.com.co/bd/valor\\_agregado/Octubre1998.pdf](http://www.planning.com.co/bd/valor_agregado/Octubre1998.pdf)
- Piñeiro, M. M. (2000). *Metrología*. Universidad de Oviedo.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta Edición MrGraw-Hill.
- Significados. (2020). *Tipos de investigación*. Recuperado de: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>
- Silva, D. (2016). *Orden de servicio: ¿Qué es? y cómo controlar*. Recuperado de: <https://blog.luz.vc/es/que-es/orden-de-servicio-que-y-c%C3%B3mo-controlar/>

Thompson, I. (2006). *Satisfacción del cliente*. Recuperado de:

[https://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/pos/MD/MM/AM/03/Satisfaccion\\_del\\_Cliente.pdf](https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/pos/MD/MM/AM/03/Satisfaccion_del_Cliente.pdf)

Universidad de Piura. (2019). *Interpretación de la NTP ISO/IEC 17025:2017*.

Recuperado de: <http://udep.edu.pe/ingenieria/ntp17025/>

Zorrilla, A. (1993). *Introducción a la metodología de la investigación*. México, Aguilar

León y Cal, editores, 11° edición.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia

<b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</b>					
<b>MEJORA DE LA CALIDAD DE SERVICIO DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 17025 PARA INCREMENTAR LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE UNA EMPRESA METROLÓGICA</b>					
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>		<b>METODOLOGÍA</b>
¿Cómo mejorar la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma ISO 17025?	Mejorar la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 para incrementar la satisfacción del cliente.	Si se mejora la calidad de servicio del laboratorio de calibración de una empresa metrológica basado en la norma NTP ISO/IEC 17025 entonces se incrementa la satisfacción del cliente.	Independiente (X): Calidad de servicio  Dependiente (Y): Satisfacción del cliente		Tipo: Aplicada  Nivel: Explicativo  Tipos de diseño: Descriptivo  Enfoque: Cuantitativo
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO 1</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 1</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1</b>	<b>VARIABLE 1</b>	<b>INDICADOR 1</b>	Población: La presente investigación tiene como población al personal de la Empresa de metrología y todas las órdenes de servicio del periodo 2019  Muestra: Es de tipo Probabilística con unidad de análisis: Jefe del laboratorio y 53 órdenes de servicio.  Técnica de recolección de datos: Observaciones de campo, análisis documental y entrevista no estructurada.  Técnica de procesamiento de datos: Diagramas de flujo DAP Diagrama de Ishikawa Metodología DMAIC Diagrama de Pareto Tablero de control
¿Cómo mejorar la efectividad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica?	Mejorar la efectividad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Si se mejora la efectividad del servicio de calibración entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Dependiente (Y1): Órdenes de servicio	Número de órdenes de servicio actual / Número de servicios en el año 2019	
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO 2</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2</b>	<b>VARIABLE 2</b>	<b>INDICADOR 2</b>	
¿Cómo incrementar la confiabilidad del servicio de calibración para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica?	Incrementar la confiabilidad del servicio de calibración para aumentar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica	Si se incrementa la confiabilidad del servicio de calibración entonces aumenta la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Dependiente (Y2): Tolerancia en la calibración	Número de resultados que estén dentro de la tolerancia de calibración actual / Número de resultados que estén dentro de la tolerancia de calibración en el año 2019	
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO 3</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3</b>	<b>VARIABLE 3</b>	<b>INDICADOR 3</b>	
¿Cómo mejorar la el tiempo de entrega de la documentación para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica?	Mejorar el tiempo de entrega de la documentación para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Si se mejora el tiempo de entrega de la documentación entonces se incrementa la satisfacción del cliente de una empresa metrológica.	Dependiente (Y3): Tiempo de entrega	Intervalo de tiempo que demora la entrega de la documentación	

Anexo 2. Carta de presentación para validez de instrumentos

**“AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD”**

## **CARTA DE PRESENTACION**

Sr. Docente: Mg. Cesar Rivera Lynch

Presente

Asunto: Validación de instrumento a través de juicio de experto.

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que, conocedores de su trayectoria académica y profesional, molestamos su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar el instrumento de medición que pretendemos utilizar en la investigación: **“MEJORA DE LA CALIDAD DE SERVICIO DEL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 17025 PARA INCREMENTAR LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE UNA EMPRESA METROLÓGICA”**

Los instrumentos de medición a validar son:

- “Encuesta de satisfacción al cliente”
- Objetivo: Registrar información relevante relacionada a la medición de la satisfacción del cliente.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia
- Instrumento – Encuesta de satisfacción al cliente.

Expresándole nuestros más sinceros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Bach. Ing. JORGE TIRADO ROCA / Bach. Ing. CARMEN VERA ROMÁN

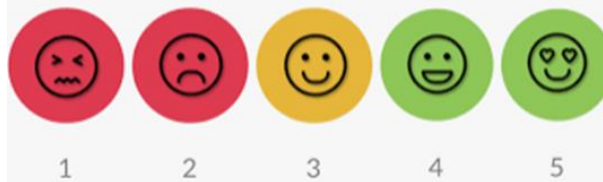


Anexo 3. Encuesta de satisfacción al cliente

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL CLIENTE**

**EVALUACIÓN DEL SERVICIO**

Puntos	Criterio
1	Muy Insatisfecho
2	Insatisfecho
3	Normal
4	Satisfecho
5	Muy satisfecho



**POR FAVOR DIGANOS QUE TAN SATISFECHO ESTÁ USTED CON LO SIGUIENTE:**

N°	CUESTIÓN	Valoración				
		1	2	3	4	5
<b>FASE - ELABORACIÓN DE OFERTA / PRESUPUESTO</b>						
01	El asesoramiento por parte de nuestro personal.					
02	El tiempo de presentación del presupuesto.					
03	La oferta presentada en relación a sus necesidades.					
<b>FASE - EJECUCIÓN DEL SERVICIO</b>						
04	La competencia técnica de nuestro personal de campo.					
05	Las herramientas y logística aportadas para el servicio.					
06	La solución de incidencias durante el servicio.					
<b>FASE - ENTREGA DEL SERVICIO</b>						
07	El informe de calibración presentado.					
08	El tiempo de entrega del informe de calibración					
<b>FASE - POST VENTA</b>						
09	La solución de incidencias y/o observaciones en el servicio de post venta					
<b>FASE - FACTURACIÓN Y COBRANZA</b>						
10	La emisión de las facturas y la cobranza.					

#### Anexo 4. Validez del Instrumento de Investigación

### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Estimado Colaborador(a):

Tesis: “Mejora de la calidad de servicio del laboratorio de calibración basado en la norma ISO 17025 para incrementar la satisfacción del cliente de una empresa metrológica”

Estimado Juez, una vez analizados los ítems pertenecientes a la encuesta de satisfacción al cliente, por favor califique con una escala de 1 a 5, señalando con una “X” la alternativa que usted considere correcta:

Puntos	Criterio
1	Muy Insatisfecho
2	Insatisfecho
3	Normal
4	Satisfecho
5	Muy satisfecho

ITEM	FASES	CRITERIO DE VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
A	ELABORACIÓN DE OFERTA / PRESUPUESTO					x
B	EJECUCIÓN DEL SERVICIO					x
C	ENTREGA DEL SERVICIO					x
D	POST VENTA					x
E	FACTURACIÓN Y COBRANZA					x
<b>TOTAL</b>						



**Mg. César Rivera Lynch**  
Docente Facultad de Ingeniería

Anexo 5. Solicitud de Uso de Información

**SOLICITUD DE USO DE INFORMACIÓN**

Lima, 01 de junio del 2020

Empresa Metrológica

Coordinador(a) General

Presente

Estimado(s) Sr(es):

Dentro del proceso de Titulación de los futuros Ingenieros Industriales, la Bachiller Vera Román, Carmen Milagros y el Bachiller Tirado Roca, Jorge Luis es de suma importancia la realización de un trabajo de investigación.

En este marco, los Tesistas que cursan el Programa de Titulación por Tesis 2020 en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma, en la cual están desarrollando la tesis cuyo título es " Mejora de la calidad de servicio del laboratorio de calibración basado en la norma ISO 17025 para incrementar la satisfacción del cliente de una Empresa Metrológica " y cuyo asesor principal es el Ing. Ing. Ballero Núñez, Gino Sammy, ponen de manifiesto lo siguiente:

Es de nuestro interés que esta investigación se pueda realizar con los datos e información pertinente al proceso que consta del Servicio de Calibración y Satisfacción del Cliente y que la Empresa Metrológica tiene en sus registros solo del año 2019.

Es importante señalar que esta actividad no conlleva ningún gasto para la Empresa Metrológica, se realizará la custodia de dicha información para su seguridad y con la investigación se pretende mejorar dicho proceso de Calibración y elevar el nivel de Satisfacción de los Clientes.

Atentamente,



-----  
Bach. Vera Román, Carmen Milagros



-----  
Bach. Tirado Roca, Jorge Luis