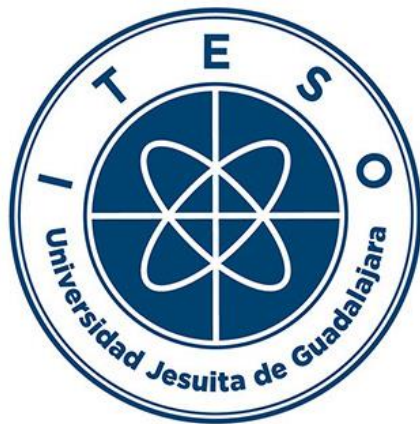


# **Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente**

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

**Maestría en Ingeniería y Gestión de la Calidad**



## **IMPLEMENTACIÓN DE PROCESO DE CAPACITACIÓN Y MEJORA DE REGISTROS EN UN LABORATORIO DE ANÁLISIS**

**TESIS** para obtener el GRADO de  
**MAESTRO EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD**

Presenta: **JOSÉ EMMANUEL GARCÍA ENCISO**

Tutor: **JOSÉ JUAN CALZADA LÓPEZ**

Tlaquepaque, Jalisco. mayo de 2021.

Dedicado a mi esposa Lila,  
a mi hijo Lorenzo, a mi  
sobrina Paloma, a mis  
hermanos, a mis padres y a  
mis abuelos.

## Agradecimientos

- Agradezco a mi esposa Lila, mi compañera en esta vida, quien cree en mí, me apoya en cada momento y me alienta a seguir adelante aun cuando el camino se vea complicado.
- A mi hijo Lorenzo, que es el motor para seguir avanzando con paso firme y que con su sonrisa hace que cada día valga la pena.
- A mis padres, que se esforzaron por educar a una persona comprometida, responsable y trabajadora, las enseñanzas de cada uno forjan los pilares de lo que soy. A mi sobrina Paloma, que sigue de cerca el camino que voy trazando y ve en mi un ejemplo a seguir.
- A mi hermana Esteisy que fue compañera de muchas aventuras y quien sin darse cuenta me enseña que en esta vida se debe vivir tranquilo.
- A mi hermano Christian que no me pudo acompañar en este camino y a quien extraño mucho.
- A mis abuelos que siempre fueron cómplices, amigos y consejeros de primer nivel.
- A mi tío Pepe, por todo el apoyo, las experiencias y con quien estaré en deuda toda la vida.

- A mi tío Guillermo que siempre creyó en mí y quien sin darse cuenta motivo el ser mejor.
- A mi padrino Arturo quien me enseñó que nunca es tarde para comenzar a estudiar aun cuando parezca que el tiempo no está a tu favor y que siempre puedes hacer que te gusta.
- A el maestro Elías que siempre ha creído y apoyado mis locuras profesionales, aun cuando lo decepcione en más de una ocasión. Además, sin su apoyo económico hubiera sido complicado terminar este proyecto personal.
- A mi equipo de trabajo Mónica y Guadalupe porque gracias a su apoyo y muchos de sus esfuerzos se concluye esta meta en tiempo y forma.
- A mis amigos Pepe Ramírez, Ana Palomo, Aida Ornelas, Enrique Macías, Mónica García, Guadalupe Córdova, Karla Jiménez, Ricardo Sahagún, Martha Oliva, Marisol Montes y Aurora Castillo, por siempre estar ahí cuando se necesitó.
- A mis profesores por todos los conocimientos brindados y por ser una gran comunidad.
- A Marcos Cabrera por siempre escuchar, ayudar y ser compañeros en muchos de los proyectos que tuvimos en esta aventura.
- A mi tutor que en todo momento estuvo dispuesto a guiarme y colaborar me.
- A los que se me olvida mencionar y que siempre le han aportado a mi vida.

## Abstract

The objective of this intervention is to optimize the records used in an analysis laboratory by reviewing and standardizing these in the different analyzes carried out by the company. In this intervention it is necessary to use different quality tools that can help in: the correct definition of the problem, the measurement, the analysis, the implementation, the monitoring and the follow-up of the improvements. The intervention is executed based on the DMAIC methodology, in such a way that in the end it is possible to optimize and gradually reduce the operating cost of the analysis laboratory.

The definition of the problem is intended to be carried out by reviewing the information related to the personnel problems that the company is going through prior intervention and the lack of standardization in the processes.

For the measurement process, it is intended to use both the review of historical data on the operation of the processes and the collection of data in the day-to-day operation of the company.

The analysis of the information can be reviewed taking into account different quality tools that will help to make a well-founded decision.

The implementation of the improvement and the control process is based on the standardization of the processes by implementing key indicators in the processes that help save company resources.

Different tools are used during the project: SWOT, FMEA, Pareto chart, QFD, check sheets, histogram, SIPOC, Pareto chart, scatter diagram, histogram, cause-effect diagram, control charts and flow charts.

# Índice

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>5</b>
<b>Índice .....</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 1. Fundamentación y definición de la intervención.....</b>	<b>9</b>
1.1 Descripción del escenario y contexto de la empresa .....	9
1.2 Problemática percibida .....	14
1.3 Validación de las condiciones de la intervención .....	16
1.4 Delimitación y alcance de la intervención .....	16
1.5 Propósitos y objetivos de la intervención.....	17
<b>Capítulo 2. Marco de referencia .....</b>	<b>19</b>
2.1 Define (Definir).....	20
2.2 Measure (medir) .....	21
2.3 Analyze (analizar) .....	21
2.4 Improve (mejorar).....	22
2.5 Control (controlar) .....	22
2.6 Plan de trabajo .....	23
2.7 Herramientas utilizadas .....	24
2.7.1 Project charter .....	25
2.7.2 Matriz comparativa.....	26
2.7.3 Despliegue de la función de calidad (QFD) .....	26
2.7.4 Diagrama SIPOC .....	28
2.7.5 Hoja de recogida de datos .....	28
2.7.6 Histograma.....	29
2.7.7 Diagrama de Ishikawa (diagrama de causa – efecto) .....	29
2.7.8 Análisis de efecto y modo de falla (AMEF) .....	30

2.7.9 Diagrama de Pareto .....	31
2.7.10 Cinco porque .....	33
2.7.11 Diagrama de Gantt.....	34
2.7.12 Diagrama de árbol.....	35
2.7.13 Diagrama de flujo.....	36
<b>Capítulo 3. Medición del estado actual de los problemas .....</b>	<b>38</b>
3.1 Medición de desviaciones en registros técnicos .....	38
3.2 Medición de capacitación en la empresa .....	42
3.2.1 Inducción.....	42
3.2.2 Capacitación de actividades del puesto.....	45
<b>Capítulo 4. Análisis de las desviaciones en registros técnicos y el proceso de capacitación .....</b>	<b>49</b>
4.1 Análisis de desviaciones en registros técnicos .....	49
4.2 Análisis de la capacitación en la empresa.....	52
4.2.1 Análisis de capacitación en la inducción.....	53
4.2.1 Análisis de capacitación de actividades del puesto .....	54
<b>Capítulo 5. Mejora de las problemáticas encontradas .....</b>	<b>58</b>
5.1 Mejoras de desviaciones en registros técnicos .....	58
5.2 Mejoras de la capacitación en la empresa .....	69
5.2.1 Mejoras en capacitación de inducción a la empresa.....	69
5.2.2 Mejoras en capacitación en actividades del puesto.....	71
<b>Capítulo 6. Control de las acciones implementadas .....</b>	<b>74</b>
6.1 Control de las acciones en registros técnicos .....	74
6.2 Control de las acciones en capacitación en la empresa .....	76
<b>Capítulo 7. Aprendizajes .....</b>	<b>77</b>
<b>Capítulo 8. Conclusiones .....</b>	<b>79</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>81</b>

<b>Índice de figuras y tablas .....</b>	<b>82</b>
Índice de figuras.....	82
Índice de tablas.....	83



# Capítulo 1. Fundamentación y definición de la intervención

## 1.1 Descripción del escenario y contexto de la empresa

A lo largo de la historia el agua ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la vida como la conocemos, es un recurso básico para la vida. A nivel mundial existe una escasa cultura de cuidado y aprovechamiento del agua, se tiene la idea de que es un recurso natural abundante y se suele dejar de lado lo relacionado a educación y legislación en este tema. En México, el ente responsable de la correcta administración, regulación, control y protección del agua es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), por tal motivo funge como un organismo fiscalizador de las empresas que cuenten con descargas residuales de agua en todo el país.

Según datos de la CONAGUA, se calcula que hasta el 31 de mayo de 2019 existían en México aproximadamente 18163 títulos de concesión, de los cuales se derivan 31479 puntos de descarga de agua residual; en el estado de Jalisco existen aproximadamente 710 títulos de concesión, de los cuales se derivan 1336 puntos de descarga de agua residual.

El laboratorio en cuestión cuenta con 20 años de experiencia ofreciendo servicios de análisis en las ramas de agua y residuos, se encuentra acreditado por la ema (entidad mexicana de acreditación) y aprobado por la CONAGUA. De acuerdo con datos obtenidos del portal de la CONAGUA, en México existen 125 laboratorios aprobados para la realización del análisis de aguas residuales; cómo es posible visualizar en la tabla 1, en la zona occidente del país específicamente en el estado de Jalisco existen 8 laboratorios con aprobación y acreditación para la realización de análisis químicos en las ramas de agua y residuos (lodos y biosólidos), de estos 7 brindan servicios al público en general y uno funciona como laboratorio de referencia en el estado motivo por el cual no brinda servicios públicos.

**Tabla 1**

*Matriz comparativa de servicios y alcance acreditado de los laboratorios aprobados – acreditados en el estado de Jalisco*

Identificación del laboratorio	Rama acreditada	Alcance acreditado	Principal tecnología utilizada
A	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Espectrofotometría de absorción atómica *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas *Cromatografía de gases (proyecto en curso) *Espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (proyecto en curso) *Microbiología	*Espectrofotómetro UV-Visible *Espectrofotómetro de absorción atómica *Cromatógrafo de gases masas *ICP-MS
	Lodos y biosólidos	*Espectrofotometría de absorción atómica *Microbiología	*Espectrofotómetro de absorción atómica
B	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas	*Espectrofotómetro UV-Visible
C	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Espectrofotometría de emisión por plasma *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas	*Espectrofotómetro UV-Visible *Espectrofotómetro de absorción atómica *ICP-OES
D	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Espectrofotometría de absorción atómica *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas	*Espectrofotómetro UV-Visible *Espectrofotómetro de absorción atómica
E	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Espectrofotometría de absorción atómica *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas *Cromatografía de gases *Microbiología	*Espectrofotómetro UV-Visible *Espectrofotómetro de absorción atómica *Cromatógrafo de gases

Identificación del laboratorio	Rama acreditada	Alcance acreditado	Principal tecnología utilizada
	Lodos y biosólidos	*Espectrofotometría de absorción atómica *Espectrofotometría UV-Visible *Microbiología *Cromatografía de gases	*Espectrofotómetro UV-Visible *Espectrofotómetro de absorción atómica *Cromatógrafo de gases
F	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas *Microbiología	*Espectrofotómetro UV-Visible
G	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas *Microbiología	*Espectrofotómetro UV-Visible
H	Agua	*Espectrofotometría UV-Visible *Volumetría *Gravimetría *Mediciones directas *Microbiología	*Espectrofotómetro UV-Visible

*Nota.* Los laboratorios F y G son una sucursal, el laboratorio D es de referencia. Fuente: base de datos de la ema, [http://consultaema.mx:75/directorio\\_le/Principal.aspx](http://consultaema.mx:75/directorio_le/Principal.aspx)

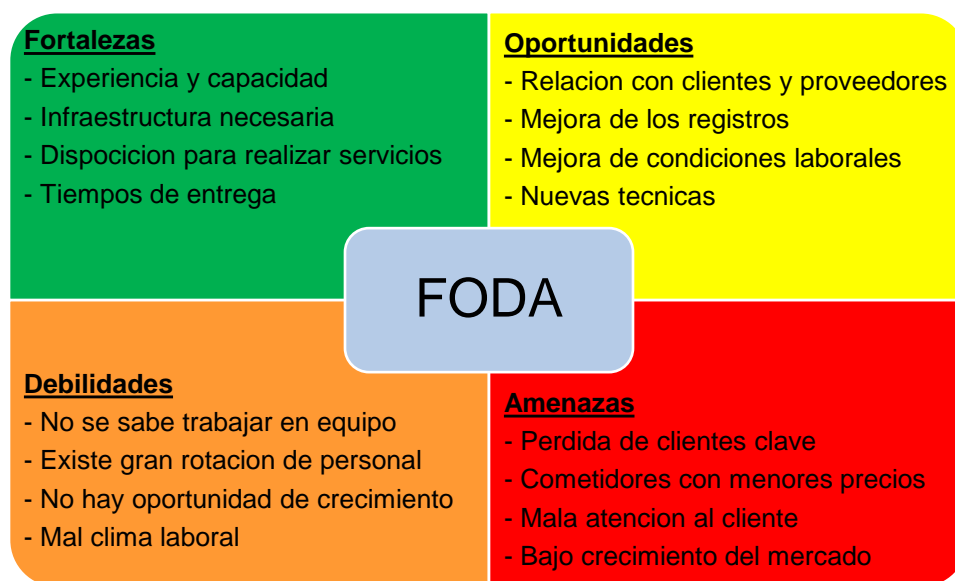
De acuerdo con la tabla 1, de los ocho laboratorios solo el A y E cuentan con los recursos necesarios para realizar análisis tanto en aguas como en residuos, el F y G son una sucursal y no cuentan con los recursos en el estado para analizar ambas ramas, sin embargo, dicho servicio puede ser enviado a sus respectivas matrices para brindar un servicio completo, el resto de los laboratorios (B, C, D, H) solo pueden realizar análisis en agua. Es posible visualizar que el alcance acreditado es básicamente el mismo para la rama de aguas, sin embargo, destaca el laboratorio A ya que ha realizado una fuerte inversión para modernizar la tecnología para realizar los análisis.



De acuerdo con lo presentado en la figura 1 podemos observar que el cliente considera importante tener resultados confiables, precios accesibles y atención correcta del personal; Para dar cumplimiento a estas solicitudes del cliente es necesario contar con personal completo en los procesos, capacitado correctamente y procesos estandarizados y optimizados. La evaluación competitiva nos indica que el laboratorio objeto de estudio tiene que mejorar tanto en la atención al cliente, como en la competitividad de los precios.

## Figura 2

Análisis FODA de la empresa



En la figura 2 podemos observar el análisis FODA de la empresa donde se observa que se presentan temas de mejora con lo relacionado al personal y procesos clave dentro de las actividades.

## 1.2 Problemática percibida

La ideología de la empresa siempre ha sido que el recurso más importante con el que se cuenta es el capital humano, este juega un papel vital en el desarrollo y crecimiento de la organización, sin este recurso los procesos no podrían llevarse a cabo. Encontrar personal siempre es un reto ya que se necesita que éste trabaje lo más apegado posible a los procesos y en la actualidad existen dos posibilidades a este punto: que cumpla con la mayoría de los requisitos necesarios en el perfil de puesto o que cuente con las cualidades para desarrollar el perfil. Realizar mala selección de personal, capacitación deficiente, incompleta introducción del personal en los procesos y escaso seguimiento a las actividades, genera la mayoría de las pérdidas económicas de la empresa.

En los últimos 5 años, se han presentado fuertes cambios administrativos relacionados al tema de personal:

- Salidas de personal clave en los procesos (director técnico, gerente operativo, analistas signatarios, muestreadores, jefe de calidad)
- Alta rotación de personal (aproximadamente 80 %)
- Incremento de la nómina (aproximadamente 20%)
- Personal sin la cualificación y calificación necesaria (5 de cada 10)

Todo lo anterior repercute en la generación de errores que a la larga merman las finanzas de la empresa, para comprender y justificar lo mencionado anteriormente es necesario revisar la tabla 2.

**Tabla 2**

*Matriz comparativa de contexto organizacional y económico del laboratorio.*

2013	2016	2018				
23 personas laborando en la empresa	43 personas laborando en la empresa	48 personas laborando en la empresa				
17 puestos en el organigrama	28 puestos en el organigrama	34 puestos en el organigrama				
9250 muestras ingresadas	14173 muestras ingresadas	9584 muestras ingresadas				
Sin datos	Clientes:		Clientes:			
	<b>Tipo</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Cantidad</b>
	A	≥ 200000	26	A	≥ 200000	25
	B	100000	35	B	100000	27
	C	50000	33	C	50000	40
D	≤ 25 000	494	D	≤ 25 000	491	

*Nota.* Tabla elaborada con datos manuales de gestión de laboratorio objeto de estudio y los análisis anuales de ventas.

Como podemos observar en la tabla 2 la nómina ha aumentado, ya que se han generado nuevos puestos, sin embargo, esto no ha vuelto eficientes los procesos ya que la cantidad de muestras ha disminuido aproximadamente un 32% y se han perdido clientes tipo A y B que son los que generan el 80% de los ingresos de la empresa, la información anterior nos indica que a pesar de contar con mayor cantidad de personal los procesos no necesariamente son eficientes. Lo mencionado anteriormente es un problema ya que aproximadamente el 50% de los gastos de la empresa vienen de la nómina.

### **1.3 Validación de las condiciones de la intervención**

Esta intervención se presenta a la parte interesada (director general, director administrativo y director técnico) en el mes de diciembre de 2019 y expresó gran interés ya que dentro de la planeación estratégica de la empresa se habla de la implementación de métricas de desempeño, el cumplimiento de planes de capacitación de personal y la estandarización de los procesos fundamentales de la empresa; de esta manera la dirección muestra disposición y compromiso para que la intervención se lleve a cabo de manera satisfactoria, debido a la necesidad de renovar este año la acreditación de la ema y reafirmar la aprobación de CONAGUA. Se pretende involucrar a las jefaturas y gerencias de la empresa para sacar adelante la intervención. Se entiende que es un cambio que puede llevar a solucionar el conflicto actual, sin embargo, siempre existe el factor de resistencia al cambio, pero al contar con la disposición y compromiso de la dirección por solucionar el problema, da la confianza de saber que se puede trabajar con garantías.

### **1.4 Delimitación y alcance de la intervención**

Esta intervención se implementa en las instalaciones centrales del laboratorio, ubicado en la ciudad de Zapopan Jalisco, buscando realizar mejoras en los procesos clave de la empresa (cotizaciones, muestreo, análisis, revisión e informes) se pretende que esta intervención genere valor agregado a los servicios brindados y se ahorren recursos económicos, ver figura 3.



**Figura 3**

*Ciclo de trabajo del laboratorio de objeto de estudio*



### 1.5 Propósitos y objetivos de la intervención

Esta intervención tiene como intención eficientar los distintos procesos del laboratorio, de tal manera que se puedan reducir las pérdidas económicas derivadas de contar con personal sin las habilidades y capacidades necesarias para la realización de las actividades de la empresa (personal mal capacitado, mal inducido a los procesos de la empresa, sin el seguimiento adecuado y que realiza actividades que no aportan valor a el producto final). La intervención tiene como objetivos específicos:

- Generar e implementar un proceso de capacitación que permita que el personal conozca y ejecute sus actividades correctamente. Con este programa se buscan dos puntos: capacitar en sus actividades al 100% del personal de nuevo ingreso en un plazo no mayor a tres meses y eficientar en sus actividades al 100% del personal (que ya labora en la empresa) en un plazo no mayor a cuatro meses.

- Implementar en las actividades técnicas del laboratorio el uso de registros electrónicos buscando reducir la cantidad de estos en físico y la cantidad de errores que se presentan en los mismos. Con la implementación se busca reducir anualmente un 90 % los registros impresos y en un 90 % la cantidad de errores.

En la figura 4 se puede observar el arranque del proyecto acorde a lo platicado con la dirección.

#### Figura 4

##### *Project charter de arranque de proyecto*

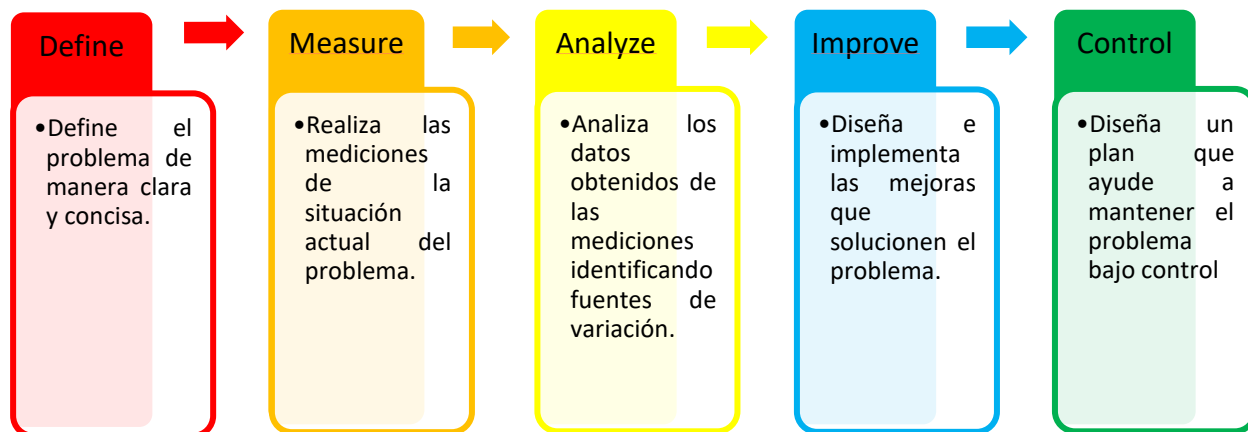
<b>Acta constitutiva de proyecto (project charter)</b>	
<b>Información general del proyecto</b>	
Nombre del proyecto	Implementación de un proceso de capacitación y registros electrónicos en un laboratorio de análisis químicos
Patrocinador del proyecto	Director Administrativo: Elías Rangel Ochoa
Responsable del proyecto	Gerente de calidad: Emmanuel García Enciso
Proceso afectado	Supervisión de registros de laboratorio y capacitación del personal
Fecha de inicio esperada	01/08/2020
Fecha de finalización prevista	01/06/2021
Ahorro esperado	No definido
Costo estimado	No definido
<b>Descripción del problema o asunto, metas, objetivos, entregables y alcance</b>	
Problema	Existe mucho gasto en papel en la impresión de registros de análisis No se tiene controlado el proceso de capacitación del personal
Propósito	Ahorrar recursos en el registros de datos de análisis de laboratorio Mejorar el proceso de capacitación del personal
Objetivos	Implementar registros electrónicos en el proceso de análisis Optimizar el proceso de capacitación del laboratorio
Entregables esperados	Bitacoras electrónicas los análisis del laboratorio Programa de capacitación del personal
Alcance del proyecto	Registros derivados de análisis de laboratorio Analistas de nuevo ingreso a la empresa
<b>Recursos y costos del proyecto</b>	
Equipo del proyecto	Area de calidad de la empresa y analistas involucrados
Necesidades especiales	Información por parte de las diferentes áreas
<b>Beneficios del proyecto</b>	
Beneficios esperados	Disminución del gasto de papel y disminución de la rotación del personal
<b>Riesgos y restricciones</b>	
Riesgos	Riesgo de que no tener la información necesaria, no disponer de los recursos necesarios para el proyecto, riesgo de que se pare por problemas en la empresa
Elaborado por:	Emmanuel García Enciso
Fecha:	04/05/2020

## Capítulo 2. Marco de referencia

Solucionar la problemática descrita en el capítulo anterior requiere de una metodología que garantice la solución, mejora y continuidad del proyecto. En el presente trabajo se decide emplear la metodología DMAIC primero porque esta metodología es comúnmente empleada en proyectos de mejora continua y segundo porque funciona con un sistema en el cual es necesario cumplir una etapa antes de poder avanzar a la siguiente. Estos últimos dos puntos son muy importantes puesto que en el laboratorio a intervenir no se tiene cultura en la implementación de proyectos y se tiene un gran historial de proyectos: con objetivos sin fundamentos, solucionados más por intuición que por datos, abandonados por falta de seguimiento, nunca se implementaron controles u otros en los cuales se les invirtió dinero y nunca se obtuvo el resultado esperado. En este capítulo se aborda lo referente a la metodología DMAIC que se pretende emplear para cumplir con los propósitos y objetivos de la intervención.

La metodología DMAIC es una herramienta de calidad que tiene como función principal realizar la mejora de procesos. Es comúnmente ejecutada en los proyectos de Seis Sigma, sin embargo, su aplicación no se limita solo a Seis Sigma, sino que puede ser utilizada en cualquier proyecto en el cual se pretenda realizar la mejoras. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013)

DMAIC es el acrónimo en inglés para la mejora mediante 5 fases: Define (definir), Measure (medir), Analyze (analizar), Improve (mejorar) y Control (controlar); ver figura 5. La ejecución de DMAIC en el orden de cada una de las letras. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013)

**Figura 5***Proceso de ejecución de DMAIC*

### 2.1 Define (Definir)

La etapa de definición es una parte fundamental debido a que en ella se establecen las bases o cimientos en los que se sustentará todo el proyecto, es aquí en donde se fundamentan las siguientes preguntas: ¿Qué? ¿por qué? ¿Dónde? ¿Quién? (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013)

En esta etapa es necesario definir de manera clara el problema, el objetivo y el personal que tiene será parte del proyecto, es esta etapa se implementa lo que se conoce como “Project charter”. Regularmente en esta etapa se suelen cometer errores de interpretación ya que se suele pensar que el problema es uno cuando en realidad es otro. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013)

## **2.2 Measure (medir)**

La etapa de medición tiene un grado elevado de importancia, esto debido a que ya que nos permite monitorear la situación actual y la magnitud del problema. En esta etapa es necesario conocer a fondo los procesos para con ello identificar los datos que nos digan cosas relevantes en el problema, en otras palabras: que datos son importantes y cuáles no. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

Durante la etapa de medición es importante saber que datos se van a monitorear, sin embargo, es más importante que los datos se tomen de manera consciente y profesional, ya que estos nos darán un diagnóstico del problema. En esta etapa es importante realizarse la pregunta: ¿Cuánto? (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

## **2.3 Analyze (analizar)**

La etapa de análisis nos ayuda a terminar de entender el problema y a identificar causas específicas que contribuyen a generarlo. En esta etapa es necesario utilizar herramientas de calidad que ayuden a identificar y confirmar causas del problema; la buena realización del análisis representa prácticamente la solución del problema. Para asegurar el éxito de esta etapa es necesario realizarse las preguntas: ¿Cómo? ¿Por qué? (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

## **2.4 Improve (mejorar)**

El punto central de esta etapa recae en el diseño e implementación de las mejoras que ayuden a minimizar o eliminar las variables específicas encontradas en la etapa de análisis. Es en esta etapa en donde aparece el concepto de acción correctiva y corrección, lo anterior se puede explicar de la siguiente manera: la corrección solo busca que el problema no se presente más (se enfoca en eliminar el efecto), mientras que la acción correctiva busca eliminar paulatinamente el problema (se enfoca en las causas). En este punto es necesario implementar correctamente las acciones y evaluar la eficacia de estas. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

## **2.5 Control (controlar)**

Ya con las mejoras implementadas es de gran importancia dar el seguimiento adecuando a las acciones que se tomaron, para esto es necesario mantener bajo control el problema y que no se vuelva a presentar. En la etapa de control es necesario diseñar un sistema que asegure que el proceso se mantenga bajo control y que este no se vuelva a presentar. Esta etapa es compleja puesto que una vez con el problema solucionado se suele dejar de lado las acciones y no continuar. Para que lo anterior no se presente, como parte de las actividades del proceso es necesario incluir candados que garanticen que se dé seguimiento y no se pueda avanzar sin antes cumplir con el control establecido. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

## 2.6 Plan de trabajo

La realización del plan de trabajo se efectuó posterior a la aprobación del proyecto por parte de la dirección, la asignación de las fechas del plan se deja a consideración del encargado del proyecto y se aprueba durante la revisión del mes de julio de 2020. Es necesario informar a la dirección de manera mensual los avances que se llevan en el proyecto con la finalidad de dar seguimiento tanto de los avances como de los recursos necesarios en cada etapa.

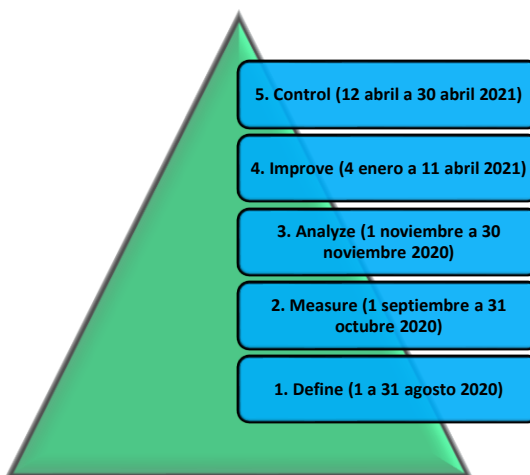
Ya con los objetivos definidos y con la metodología explicada, la ejecución se pretende efectuar como se indica en la figura 6. La ejecución del plan de trabajo se llevará de la siguiente manera:

1. Define: responsable del proyecto y director administrativo
2. Measure: responsable de proyecto, supervisores de calidad y recursos humanos
3. Analyze: responsable de proyecto y supervisores de calidad
4. Improve: responsable de proyecto, supervisores de calidad, gerencia operativa, jefatura de laboratorio y recursos humanos
5. Control: responsable de proyecto y supervisores de calidad

El responsable del proyecto mencionado en los puntos anteriores es el gerente de calidad de la empresa, la función de este es asegurar que el proyecto concluya en los tiempos establecidos y en buenos términos para el crecimiento de la empresa.

## Figura 6

### *Plan de trabajo de proyecto*



## 2.7 Herramientas utilizadas

Para la correcta implementación de la metodología DMAIC en la presente intervención es necesario implementar una serie de herramientas en cada una de las etapas del proyecto. El listado de las herramientas que se pretenden implementar se describe en la tabla 3.

**Tabla 3**

### *Herramientas empleadas en el proyecto de intervención*

<b>Etapa</b>	<b>Herramienta</b>
Define (definir)	-Project charter (carta del proyecto) -Matriz comparativa -Despliegue de la función de calidad (QFD)
Measure (medir)	-Diagrama SIPOC -Hoja de verificación o recogida de datos -Histograma
Analyze (analizar)	-Diagrama de Ishikawa (diagrama de causa-efecto)



Etapa	Herramienta
	-Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF) -Diagrama de Pareto -5 porqués
Improve (mejorar)	-Diagrama de Gantt -Diagrama de árbol -Diagrama de flujo -Matriz de relación -Estadística descriptiva
Control (controlar)	-Grafico de control -Plan control -Poka Yoke

*Nota.* Elaborada con ideas sobre lo que desea implementar en la intervención.

### 2.7.1 Project charter

El Project Charter (carta del proyecto) es un documento emitido por el iniciador o patrocinador de un proyecto que autoriza formalmente la existencia de este y otorga al responsable del proyecto la autoridad para emplear los recursos en la ejecución de dicho proyecto. (Treasury Board of Canada Secretariat, 2008). El Project Charter debe contener al menos la siguiente información del proyecto:

- Nombre del proyecto
- Patrocinador y responsable
- Descripción general del problema
- Metas y objetivos
- Alcance
- Puntos importantes o relevantes
- Entregables
- Estimación de costos
- Fuentes de financiación
- Dependencias
- Riesgos y limitaciones
- Equipo de trabajo

- Roles y responsabilidades
- Recursos
- Planeación

### **2.7.2 Matriz comparativa**

Una matriz comparativa es una tabla de doble entrada (columnas y filas) que permite organizar información acorde a criterios previamente establecidos, dicha información se muestra de una forma resumida y concentrada. (Pérez Pérez , s.f.). La matriz comparativa muestra datos ya sea cualitativos o cuantitativos, estos a primera instancia son una comparación visual muy efectiva que nos puede ayudar a realizar una toma correcta de decisiones ya que de manera organizada nos muestran las posibilidades existentes. Dos de los ejemplos más populares del empleo de las matrices comparativas son: análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas) y matriz BCG (matriz Boston consulting group).

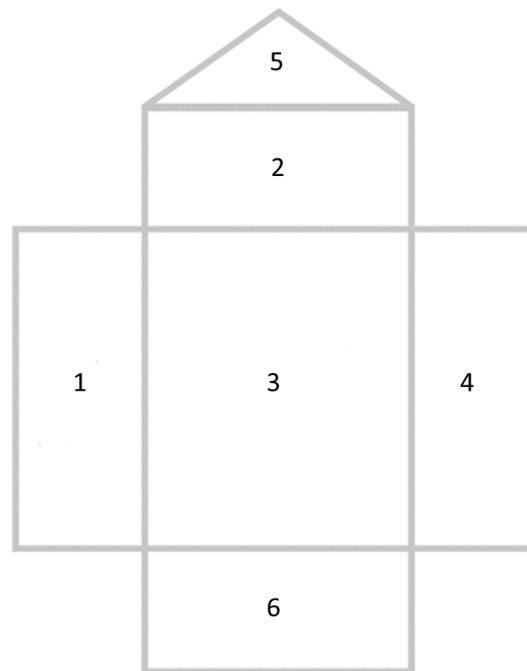
### **2.7.3 Despliegue de la función de calidad (QFD)**

El QFD (quality function deployment) es una herramienta de planeación mediante la cual se busca introducir la voz del cliente en el desarrollo y diseño de algún producto, servicio o proyecto. El QFD es un mecanismo mediante el cual se busca asegurar que “la voz del cliente” sea escuchada, para lo cual se identifican medios específicos para que los requerimientos del cliente sean cumplidos por todas las actividades involucradas. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013). El QFD cuenta como una figura básica como se observa en la figura 7 y se compone de 6 partes:

1. Voz del cliente: requisitos del cliente (que), priorizados mediante puntuación de importancia.
2. Voz de la organización: requerimientos técnicos que cumplen la voz del cliente (como).
3. Matriz de relaciones: cuantificación de la relación existente entre la voz del cliente y la voz de la organización.
4. Análisis competitivo: evaluación de los que con respecto a los demás competidores.
5. Matriz de correlaciones: relación existente entre los requisitos técnicos.
6. Objetivos: evaluación y priorización de los requisitos técnicos.

### Figura 7

*Estructura básica del QFD*



### 2.7.4 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC tiene como objetivo realizar el mapeo y análisis de un proceso y su entorno, ver figura 8. El nombre de SIPOC se deriva del acrónimo en inglés: suppliers (proveedores), inputs (entradas), process (proceso), outputs (salidas), customers (clientes). Los pasos para realizar un diagrama SIPOC son los siguientes:

1. Definir claramente el proceso que se desea monitorear.
2. Describir el proceso especificando las etapas principales.
3. Identificar las salidas del proceso.
4. Definir los clientes que reciben las salidas del proceso.
5. Establecer las entradas para que se lleve a cabo el proceso.
6. Identificar a los proveedores que proporcionarían las entradas.

### Figura 8

*Estructura básica de diagrama de SIPOC*

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)

### 2.7.5 Hoja de recogida de datos

La hoja de recogida de datos es un formato construido para recabar información de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil de analizarlos. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013). Cabe mencionar que la hoja de

recogida de datos tiene como función primordial reforzar la medición y análisis de las distintas actividades del proceso.

### **2.7.6 Histograma**

El histograma es una representación gráfica, en forma de barras, de la distribución de un conjunto de datos o de una variable, donde los datos se clasifican por su magnitud en cierto número de clases. Permite visualizar la tendencia central, la dispersión y la forma de la distribución. Por lo general, el eje horizontal está formado por una escala numérica para mostrar la magnitud de los datos; mientras que en el eje vertical se representan las frecuencias. Comúnmente el histograma se obtiene a partir de la tabla de frecuencias. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

### **2.7.7 Diagrama de Ishikawa (diagrama de causa – efecto)**

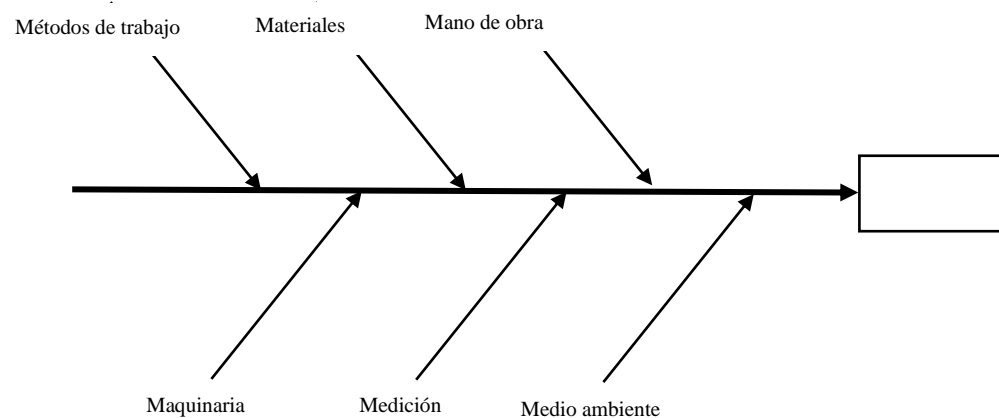
El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores que posiblemente lo generan. La importancia de esta herramienta es que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema, lo cual evita que se busque de manera directa soluciones sin indagar causas. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

El diagrama se compone de una línea central horizontal que hace referencia al problema o efecto, además, se compone de líneas diagonales que se unen a la línea central que representan las causas probables. El diagrama de Ishikawa como podemos observar en la figura 9 se crea en una atmósfera de tormenta de ideas en donde todos los involucrados pueden participar para

proponer la solución del problema. (Evans & Lindsay, 2015). El método más común para construir el diagrama de Ishikawa consiste en asociar las causas potenciales en seis ramas conocidas como 6M: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. (Gutiérrez Pulido, Calidad total y productividad, 2010)

### Figura 9

*Estructura básica de diagrama de Ishikawa*



### 2.7.8 Análisis de efecto y modo de falla (AMEF)

La metodología de análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF, FMEA, Failure mode and effects analysis) como observamos en la figura 10 es una herramienta mediante la cual es posible identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales de un producto o un proceso. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013). La manera de realizar el AMEF es la siguiente:

1. Definir el proceso y la función a revisar.
2. Detectar todos los posibles modos de falla.
3. Identificar los efectos para cada modo de falla y estimar la severidad.
4. Encontrar las causas potenciales para las fallas identificadas y estimar la frecuencia de ocurrencia.
5. Describir los controles que se tienen para detectar y detener las fallas, estimar la probabilidad de detección.
6. Calcular la el NPR (número prioritario de riesgo) multiplicando la severidad por la ocurrencia por la detección.
7. Tomar las acciones necesarias para los NRP que se consideren altos.

**Figura 10.**

*Estructura general de AMEF*

Función del proceso	Modo de falla	Efecto de la falla	Severidad	Causas de la falla	Ocurrencia	Controles establecidos	Detección	NRP

### 2.7.9 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de calidad que se emplea para el análisis de datos, tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas, ver

figura 11. La idea general radica en que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas no se trabaje en todos al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013).

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto (ley 80-20), en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total.

El diagrama de Pareto se elabora de la siguiente manera:

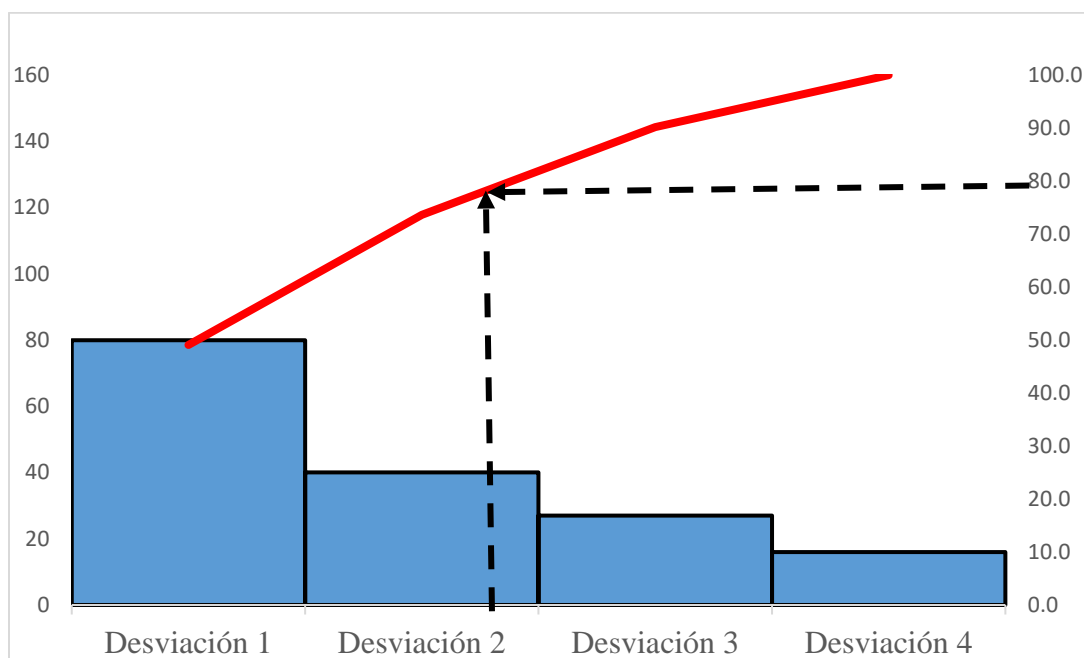
1. Delimitar el problema y recolectar datos
2. Ordenar en una tabla de mayor a menor la frecuencia de los datos
3. Calcular el porcentaje correspondiente a cada dato con respecto al total
4. Calcular el acumulado de cada dato
5. Calcular el % acumulado
6. Realizar la gráfica de barras con los datos de tipo de dato, frecuencia y porcentaje acumulado

Es necesario mencionar que el diagrama de Pareto es una herramienta que con la información correcta y bien enfocada nos ayuda en la resolución de problemas de diferentes áreas.



**Figura 11**

*Ejemplo de la estructura general de un gráfico de Pareto*

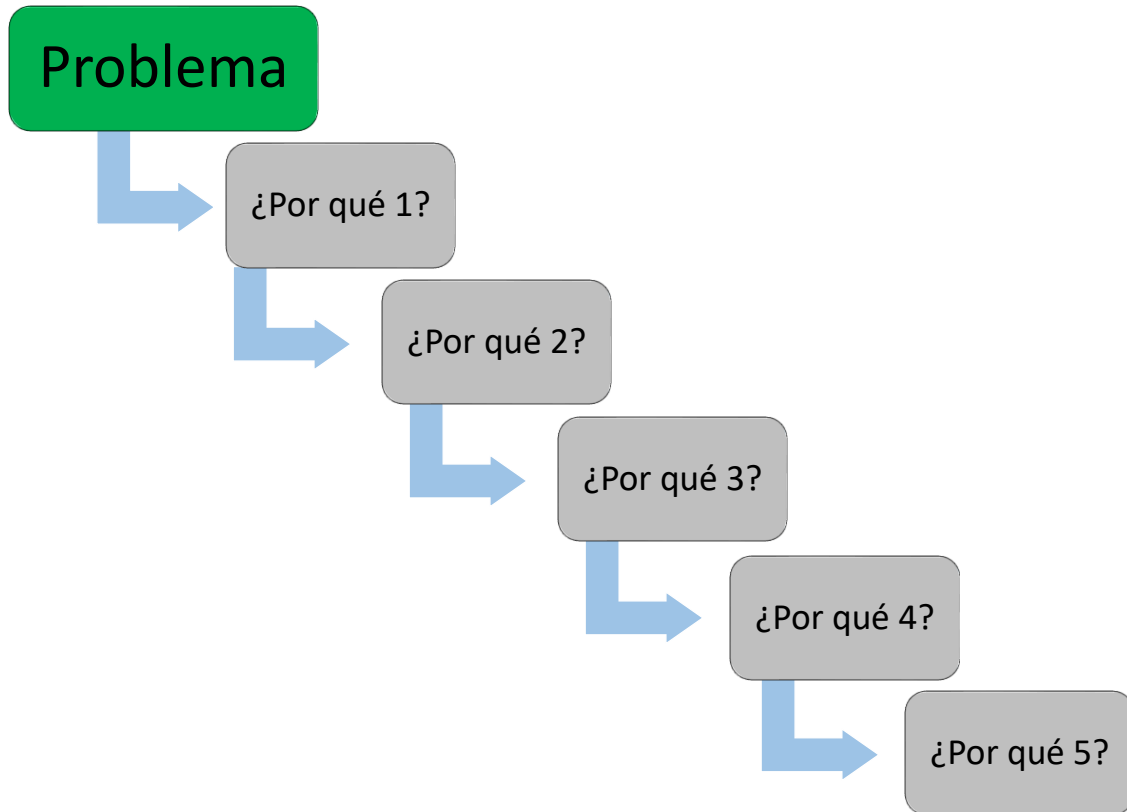


### 2.7.10 Cinco porque

La técnica de los cinco porqués mostrada en la figura 12 es una herramienta que se utiliza para determinar la causa del origen de un problema. (Evans & Lindsay, 2015). La aplicación de los cinco porqués consiste en a partir de un problema preguntarse por qué sucede de manera secuencial hasta llegar a la causa del problema. Es importante mencionar que no necesariamente deben de ser cinco preguntas, sino que en algunas ocasiones pueden ser menos de cinco y en otras pueden ser más de cinco, de tal manera que se tenga encuentren causas que a simple vista no son perceptibles.

**Figura 12**

*Estructura opcional para la implementación de 5 porqués*



### 2.7.11 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una expresión gráfica desarrollada por Henry Gantt en el siglo XIX, se emplea para la planificación y programación de operaciones o actividades de tal manera que se pueda visualizar de manera rápida el avance de un proyecto. En la figura 13 podemos ver la estructura general de un diagrama de Gantt, la manera de elaborar un diagrama es desarrollando

un gráfico X-Y en el cual la X corresponde a la línea del tiempo y la Y a las actividades. (Rafael, 2011).

### Figura 13

*Ejemplo de estructura de diagrama de Gantt*



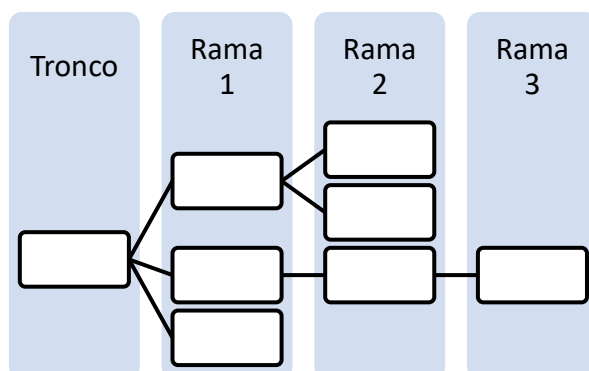
### 2.7.12 Diagrama de árbol

El diagrama de árbol como podemos observarlo en la figura 14 es una de las herramientas denominadas de administrativas y planificación, esta nos permite ilustrar la trayectoria y relación para alcanzar una meta específica.

Esta herramienta se compone de un elemento central (tronco) conocido como problema o idea general, del elemento central se desprenden elementos secundarios (ramas) también conocidos como relaciones o ideas secundarias. (Betancour, 2018).

**Figura 14**

*Ejemplo de estructura de diagrama de árbol*





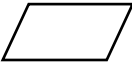


### 2.7.13 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica en la cual se muestra la secuencia de pasos o actividades de un proceso o procedimiento. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2013), mediante esta representación es posible comprender de manera fácil en que consiste y como se relacionan entre si las actividades. En la tabla 4 podemos observar la simbología básica empleada en el diagrama de flujo.

**Tabla 4**

*Simbología básica para diagrama de flujo*

Símbolo	Actividad
	Inicio / Fin
	Flujo

<b>Símbolo</b>	<b>Actividad</b>
	Entrada / Salida
	Proceso
	Decisión

## Capítulo 3. Medición del estado actual de los problemas

Derivado de las problemáticas definidas en el capítulo 1 se procede a realizar la medición de las desviaciones en registros técnicos y la medición de la realidad actual de la capacitación del personal.

### 3.1 Medición de desviaciones en registros técnicos

La empresa cuenta con 52 parámetros acreditados distribuidos en las distintas técnicas acreditadas (mediciones directas, volumetría, gravimetría, espectrofotometría UV-Visible, espectrofotometría de absorción atómica, microbiología) que se realizan de manera habitual, cada uno de los parámetros cuenta con registros documentales independientes. El proceso general mediante el cual se generan los registros documentales en el proceso de análisis se describe en la figura 15.

**Figura 15**

*Diagrama de SIPOC del proceso de generación de registros documentales en el proceso de análisis*

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)
Jefe de laboratorio	Listado de muestras por programar	-Revisar de listado de muestras por programar -Generar de programa de análisis -Entregar el programa para su análisis	Programa de análisis	Analista
Analista	Programa de análisis	-Revisar de programa de análisis -Preparar materiales necesarios para el análisis	Registros técnicos de las muestras analizadas	Supervisor de calidad

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)
		-Analizar las muestras programadas -Registrar los datos técnicos de las muestras analizadas -Entregar los registros técnicos para supervisión		
Supervisor de calidad	Registros técnicos de las muestras analizadas	-Revisar los registros técnicos -Registrar cumplimientos y desviaciones en formato de supervisión -Firmar y aprobar los registros técnicos	Registros aprobados y firmados	Analista

Al revisar los datos del control de bitácoras se encuentra que de enero de 2017 a septiembre de 2020 se generaron un total de 760 bitácoras en físico. En la tabla 5 se muestra la relación de la cantidad de bitácoras por área y año en que se genera.

**Tabla 5**

*Relación de la cantidad de bitácoras por área y año*

Etiquetas de fila	Cantidad de bitácoras
<b>Calidad</b>	<b>122</b>
2017	20
2018	34
2019	57
2020	11
<b>Fisicoquímicos</b>	<b>275</b>
2017	71
2018	64
2019	71

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Cantidad de bitácoras</b>
2020	69
<b>Metales</b>	<b>95</b>
2017	25
2018	25
2019	21
2020	24
<b>Microbiología</b>	<b>163</b>
2017	51
2018	43
2019	40
2020	29
<b>Muestreo</b>	<b>105</b>
2017	22
2018	25
2019	35
2020	23
<b>Total</b>	<b>760</b>

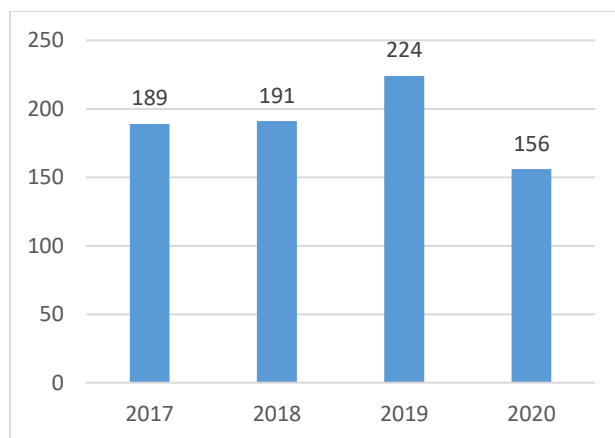
*Nota.* Elaborada con datos extraídos del alta de bitácoras en el laboratorio.

De acuerdo con los datos proporcionados por la tabla 5 y mostrados en la figura 16 el año de 2019 ha sido el que genera la mayor cantidad de bitácoras con 224. Revisando la tendencia anual de crecimiento en la generación de bitácoras es posible pronosticar que al cierre de 2020 se contara con más de 200 bitácoras elaboradas al año.

### **Figura 16**

*Gráfica de cantidad de bitácoras generadas por año*





Como complemento a la medición de bitácoras generadas en los últimos 4 años, en la tabla 6 se cuantifica la cantidad de desviaciones presentadas en los registros de análisis en el periodo que abarca de 01 de agosto de 2019 a 31 de julio de 2020.

**Tabla 6**

*Cantidad de desviaciones presentadas en el último año*

<b>Tipo de desviación</b>	<b>Cantidad</b>
Errores de cálculo	302
Errores en referencias	330
Errores en control de calidad	74
Datos incompletos	1242
Datos encimados	164
<b>Total</b>	<b>2212</b>

*Nota.* Elaborada con datos extraídos de la supervisión de registros.

### **3.2 Medición de capacitación en la empresa**

Uno de los puntos más importantes para el correcto funcionamiento de la empresa es el proceso de capacitación del personal. En la actualidad el laboratorio cuenta con un programa anual de capacitación que se elabora considerando lo solicitado por la secretaria del trabajo (primeros auxilios, combate de incendios, búsqueda y rescate) y las necesidades propias de la empresa (manejo del sistema para reporte de resultados, marketing, manejo de software contable, etc.). El programa anterior tiene el inconveniente de que no mide ningún aspecto y se realiza solo por solicitud normativa para conservar la acreditación, no se toma como una herramienta de mejora. Para la capacitación del personal que se incorpora a trabajar en la empresa se cuenta con una capacitación dividida en dos partes: inducción y capacitación de actividades del puesto.

#### **3.2.1 Inducción**

El programa de inducción de personal se debe de cumplir dentro de la primera semana de ingreso a la empresa, este programa abarca siete temas que son importantes para mantener la acreditación con la que cuenta el laboratorio:

- 1 Introducción a la empresa
- 2 Revisión del descriptivo del puesto
- 3 Revisión del reglamento interno de trabajo
- 4 Revisión de la norma NMX-AA-17025-IMNC-2018
- 5 Revisión de los criterios de aplicación de la norma ISO/IEC 17025
- 6 Revisión del manual de gestión
- 7 Revisión del manual de organización

El proceso general mediante el cual se realiza la inducción al personal se describe en la figura 17.

**Figura 17**

*Diagrama de SIPOC del proceso de capacitación en la inducción a la empresa*

<b>Supplier (proveedor)</b>	<b>Input (entrada)</b>	<b>Process (proceso)</b>	<b>Output (salida)</b>	<b>Customer (cliente)</b>
Jefe de área solicitante	Autorización para contratación del personal	-Se seleccionar al personal elegido para cubrir el puesto -Firmar la autorización para contratación -Entregar solicitud para que se contacte al personal elegido	Autorización firmada por el jefe de área solicitante	Recursos humanos
Recursos humanos	Autorización firmada por el jefe de área solicitante	-Contactar al personal para que se presente a laborar -Realizar la introducción a la empresa, revisar el descriptivo de puesto, revisar el reglamento interno de trabajo -Elaborar el registro documental de inducción	Registro documental de inducción firmado por recursos humanos	Gerente de calidad
Gerente de calidad	Registro documental de inducción firmado por recursos humanos	-Revisar la norma NMX-AA-17025-IMNC-2018 -Revisar los criterios de aplicación de la norma ISO/IEC 17025 -Revisar el manual de gestión -Revisar el manual de organización -Aplicar examen de cada uno de los temas revisados -Llenar el registro documental de inducción con los temas revisados	Registro documental de inducción firmado por gerente de calidad	Recursos humanos
Recursos humanos	Registro documental de inducción	-Recibir el registro documental de inducción completo	Notificación de continuación	Jefe de área solicitante

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)
	firmado por gerente de calidad	-Guardar el registro en el archivo personal -Notificar al jefe de área solicitante que es posible continuar con la capacitación de actividades	con la capacitación de actividades del puesto	

En la tabla 7 se muestran el monitoreo de datos del cumplimiento de la inducción para el personal entre enero 2018 a agosto 2020.

**Tabla 7**

*Cumplimiento de inducción para el personal que se dio de baja entre enero 2018 y agosto 2020.*

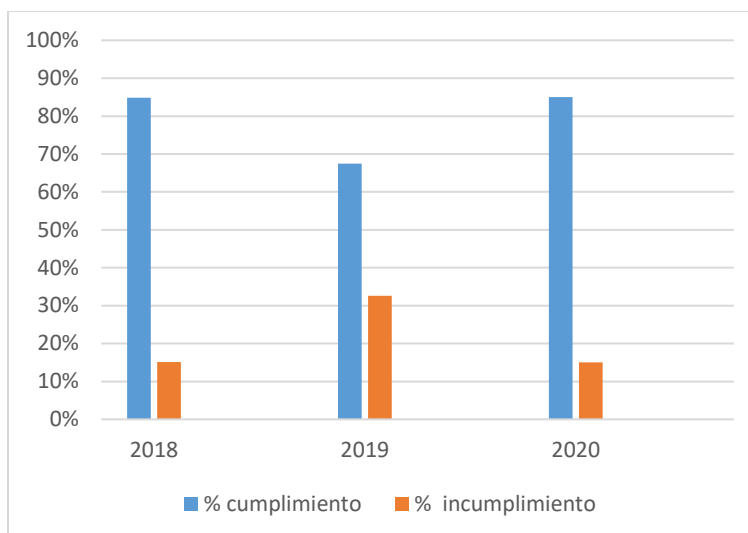
Año	Total	% cumplimiento	% incumplimiento
2018	33	84.85	15.15
2019	43	67.44	32.56
2020	20	85.00	15.00

*Nota.* Elaborada con datos extraídos de la rotación de personal.

En la figura 18 se muestra de manera gráfica el porcentaje de incumplimiento detallado por año

**Figura 18**

*Gráfica de cantidad de porcentaje de incumplimiento*



### 3.2.2 Capacitación de actividades del puesto

La capacitación de actividades se realiza de manera individual para cada puesto, de tal manera que al término de tres meses se puedan desarrollar las actividades sin dificultad alguna y se pueda entregar el contrato por tiempo indefinido.

El proceso general mediante el cual se realiza la capacitación en las actividades del puesto se describe en la figura 19.

#### Figura 19

*Diagrama de SIPOC del proceso de capacitación en las actividades del puesto. Fuente elaboración propia.*

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)
Recursos humanos	Notificación de continuación	-Notificar a calidad que se encuentra listo el personal para comenzar con la	Registro documental	Jefe de área solicitante

Supplier (proveedor)	Input (entrada)	Process (proceso)	Output (salida)	Customer (cliente)
	con la capacitación de actividades del puesto	capacitación de las actividades del puesto -Calidad debe comenzar con el registro documental de entrenamiento	de entrenamiento	
Jefe de área solicitante	Personal con su registro documental de entrenamiento	-Leer de normas de laboratorio aplicables -Leer los procedimientos del sistema de gestión -Practicar las actividades con supervisión	Registro documental de entrenamiento lleno para aprobación	Gerente de calidad
Gerente de calidad	Registro documental de entrenamiento lleno para aprobación	-Supervisar el registro documental de entrenamiento -Firmar el registro documental de entrenamiento -Entregar registro para archivar	Registro documental de entrenamiento completo	Recursos humanos

Después de visualizar en la figura 19 el proceso de capacitación en las actividades del puesto, en la tabla 8 se detalla el % de cumplimiento por año de esta actividad.

**Tabla 8**

*Cumplimiento de la capacitación de las actividades del puesto en el periodo establecido*

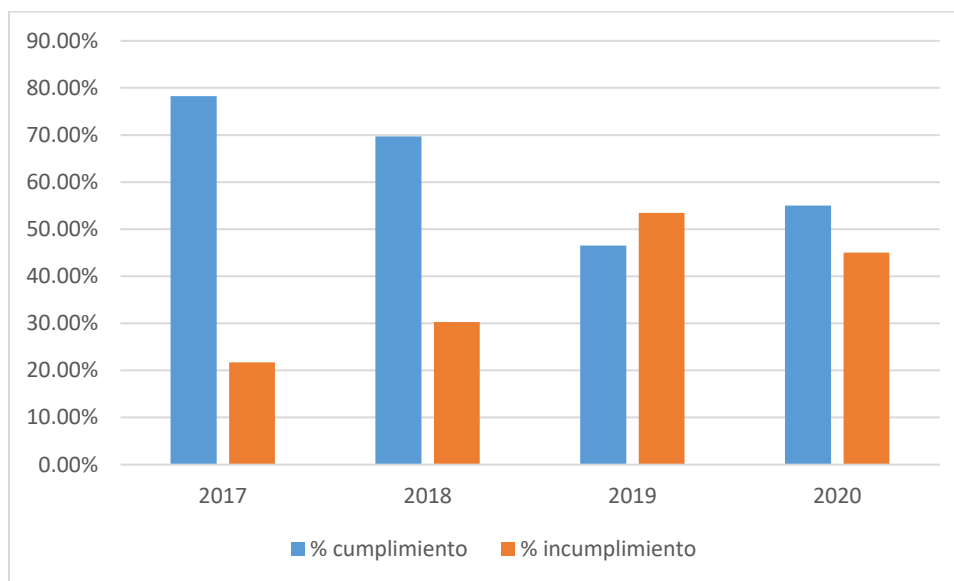
Año	Total	% cumplimiento	% incumplimiento
2017	23	78.26%	21.74%
2018	33	69.70%	30.30%
2019	43	46.51%	53.49%
2020	20	55.00%	45.00%

*Nota.* Elaborada con datos extraídos de la rotación de personal

En la figura 20 es posible observar de manera gráfica el porcentaje de incumplimiento en la capacitación en las actividades del puesto detallado por año

### Figura 20

*Gráfica de porcentaje de incumplimiento*



Como complemento a lo anterior se realiza la revisión de la encuesta de salida que contesta el personal que se va de la empresa, esto con la finalidad de conocer la percepción que se tiene de la empresa, los datos se muestran en la tabla 9.

### Tabla 9

*Opinión para mejorar del personal que se va de la empresa entre enero 2017 y agosto 2020*

<b>Observación</b>	<b>Cantidad</b>
Mejorar clima laboral	16
Mejorar capacitación	41
Mejorar sueldos	35
No proporciono información	27
<b>Total</b>	<b>119</b>

*Nota.* Elaborada con datos extraídos de la rotación de personal.



## Capítulo 4. Análisis de las desviaciones en registros técnicos y el proceso de capacitación

Derivado de los datos obtenidos de la medición de las problemáticas a intervenir mostrados en el capítulo 3, se procede a realizar el análisis de los datos obtenidos de la documentación en los procesos técnicos de la empresa y en procesos de capacitación para el personal.

### 4.1 Análisis de desviaciones en registros técnicos

Con los datos recolectados de las desviaciones en los registros técnicos en el periodo de 01 de agosto de 2019 a 31 de julio de 2020 se procede a realizar el análisis de estos mediante un diagrama de Pareto, ver tabla 10 y figura 21.

**Tabla 10**

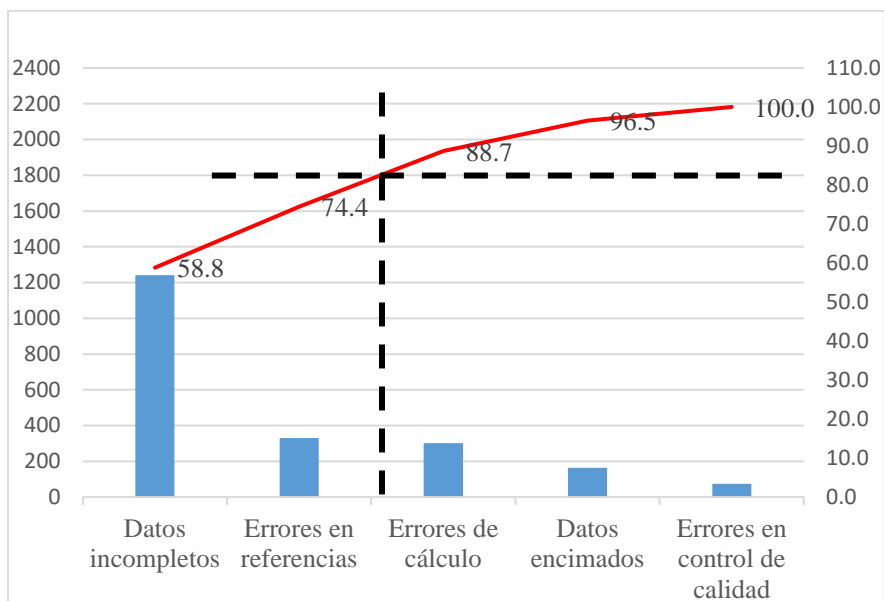
*Cálculos de diagrama de Pareto de desviaciones en registros técnicos*

<b>Tipo de desviación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado</b>	<b>%acumulado</b>
Datos incompletos	1242	58.8	1242	58.8
Errores en referencias	330	15.6	1572	74.4
Errores de cálculo	302	14.3	1874	88.7
Datos encimados	164	7.8	2038	96.5
Errores en control de calidad	74	3.5	2112	100.0
<b>Total</b>	<b>2112</b>			

*Nota.* Elaborada con datos extraídos de la supervisión de registros.

**Figura 21**

*Diagrama de Pareto de las desviaciones en registros documentales*

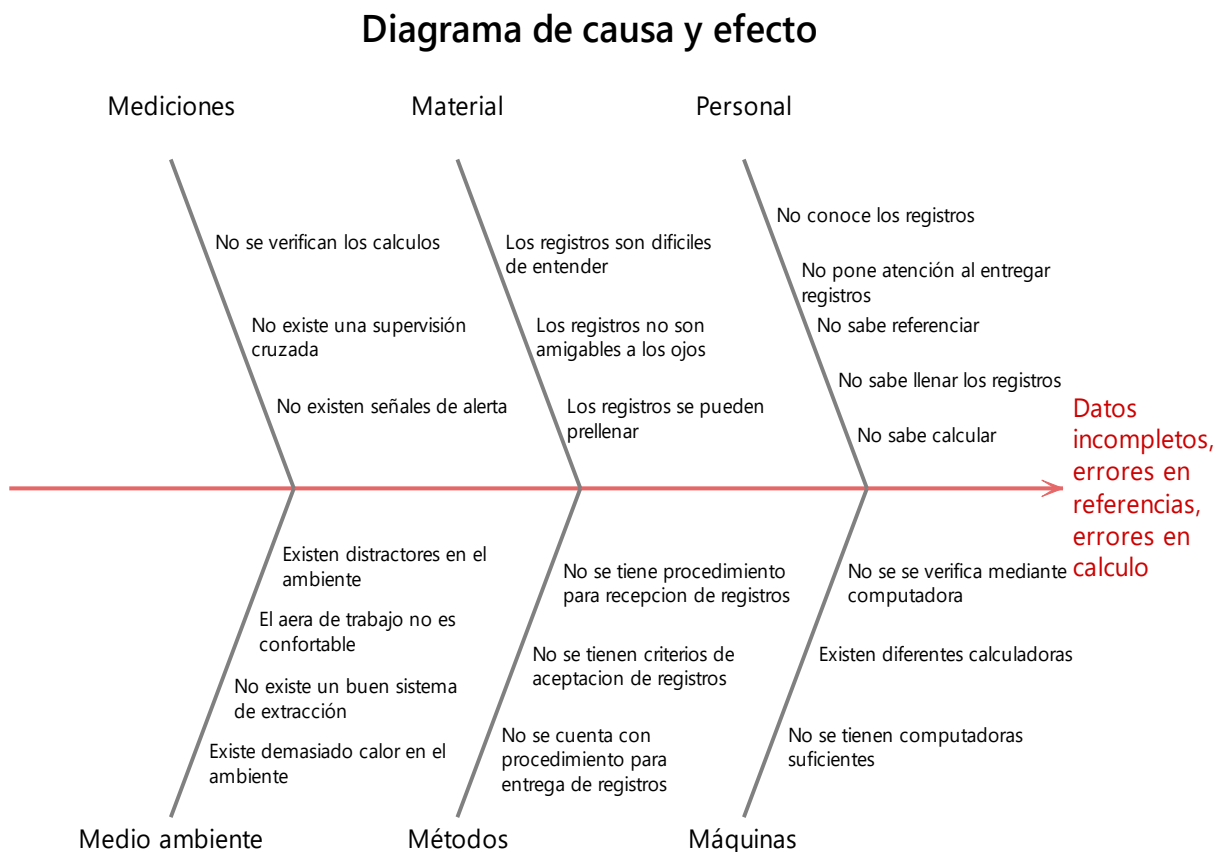


Al realizar el análisis del diagrama de Pareto de las desviaciones en los registros técnicos mostrado en la figura 21, es posible observar que el 74.4% de los errores se presenta de dos desviaciones en particular: datos incompletos y errores en referencias, sin embargo, para completar la regla de Pareto (80-20) es necesario considerar que 5.6% faltante se presenta de tomar en cuenta una parte de errores de cálculo. El análisis anterior nos ayuda a concluir que el solucionando las desviaciones en datos incompletos, errores en referencias y errores de cálculo, se soluciona el 88.7% de los problemas en registros técnicos.

Considerando la información obtenida del diagrama de Pareto, se procede a elaborar un diagrama de Ishikawa mediante el cual se puedan detectar las causas por las que se presentan: datos incompletos, errores en referencias y errores en calculo, ver figura 22.

**Figura 22**

*Diagrama de Ishikawa de datos incompletos, errores en referencias y errores de cálculo*



Con los efectos descritos en el diagrama de Ishikawa se procede a realizar un análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF), ver figura 23.

**Figura 23**

*AMEF de datos incompletos, errores en referencias y errores de cálculo*

Actividad	Modo de falla	Efecto	Severidad	Causa	Ocurrencia	Control	Detectabilidad	RPN
Cálculo de resultados	Calcular erróneamente	Entregar un resultado equivocado	9	No se verifican los cálculos	5	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	4	180
			9	No existe una supervisión cruzada	5	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	4	180
			9	Existe demasiado calor en el ambiente	4	No se tiene control	7	252
			9	No existe un buen sistema de extracción	4	Se tiene sistema de extracción, pero no el adecuado	3	108
			9	El área de trabajo no es confortable	4	Se tiene lo mínimo requerido para funcionar	4	144
			9	Existen distractores en el ambiente	4	No se tiene control	7	252
Llenado de bitácoras	Referenciar erróneamente	Afectar el registro en las auditorias	8	No existen señales de alerta	6	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	4	192
			8	Los registros son difíciles de entender	6	Se consulta con los analistas al elaborar una bitácora	3	144
			8	Los registros se pueden prellenar	6	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	3	144
	Entregar bitácora incompleta	Afectar el registro en las auditorias	8	No se cuenta con procedimiento para entrega de registros	7	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	3	168
			8	No se tienen criterios de aceptación de registros	7	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	3	168
			8	No se tiene procedimiento para recepción de registros	7	Se realiza supervisión por parte del área de calidad	3	168
			8	Los registros no son amigables a los ojos	8	Se consulta con los analistas al elaborar una bitácora	3	192

#### 4.2 Análisis de la capacitación en la empresa

El análisis de la capacitación en la empresa se realiza tomando en cuenta dos aspectos fundamentales: la inducción a la empresa y la capacitación en las actividades del puesto. En la

primera se busca que se conozca de manera general la empresa y en la segunda que el personal comprenda completamente sus actividades diarias.

#### 4.2.1 Análisis de capacitación en la inducción

Al revisar la información obtenida de la capacitación se observa que existe un crecimiento en el porcentaje de incumplimiento de la capacitación en la inducción a la empresa. Se procede a realizar un 5 por qué para identificar las razones por las cuales no se cumple en su totalidad la inducción en los plazos establecidos, ver figura 24.

**Figura 24**

*Técnica de 5 por qué de incumplimiento en capacitación de inducción*

Problema	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Resultado del análisis
No se cumple la capacitación en la inducción en los periodos establecidos	Por qué el tiempo establecido es muy corto	¿Por qué el tiempo es muy corto? Por qué no se sabe realmente cuanto se tarda en realizar la actividad	¿Por qué no se sabe cuánto se tarda en realizar la actividad? Por qué no se tiene un estudio de tiempos	¿Por qué no se tiene un estudio de tiempos? Por qué la actividad se diseñó de acuerdo con percepción	¿por qué la actividad se designó de acuerdo con percepción? Por qué no se emplean herramientas para planificar	Implementar una herramienta que ayude a planear actividades
	Porque no se da seguimiento correctamente	¿Por qué no se da seguimiento correctamente? Por qué el proceso no es claro	¿Por qué el proceso no es claro? Por qué el procedimiento es ambiguo	¿Por qué el procedimiento es ambiguo? Por qué no contiene ayudas visuales		Implementar ayuda visual que haga más comprensible el proceso

Problema	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Resultado del análisis
	Por qué no se respeta esta actividad	¿Por qué no se respeta esta actividad? Por qué se realizan otras actividades a la par de esta	¿Por qué se realizan otras actividades a la par de esta? Por qué el procedimiento no indica que primero se cumpla esta actividad antes otras	¿Por qué el procedimiento no indica que primero se cumpla esta actividad antes otras? Por qué no se consideró que este problema fuera tan relevante		Priorizar el cumplimiento de la capacitación en la inducción en el periodo establecido

#### 4.2.1 Análisis de capacitación de actividades del puesto

Al revisar la información obtenida de la capacitación de las actividades del puesto encontramos que existe un aumento a lo largo de los años en el porcentaje de incumplimiento de la capacitación. Se procede a realizar un 5 por qué para identificar las razones por las cuales no se cumple en los plazos establecidos la capacitación en las actividades del puesto, ver figura 25.

#### Figura 25

*Técnica de 5 por qué de incumplimiento en capacitación de actividades del puesto*

Problema	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Resultado del análisis
No se cumple en los plazos establecidos la capacitación en las actividades del puesto	Por qué el personal se va en los primeros días	¿Por qué el personal se va en los primeros días? Por qué no les gustan las actividades que desempeñaran	¿Por qué no les gustan las actividades que desempeñaran? Por qué no entendieron que actividades desempeñarían	¿Por qué no entendieron que actividades desempeñarían? Por qué no se les explico en la entrevista de trabajo	¿Por qué no se les explico en la entrevista de trabajo? Por qué se dio por hecho el anuncio de reclutamiento era claro	Ser claro en los anuncios de trabajo sobre las actividades que se desempeñaran y en la entrevista asegurarse de que ese punto está claro

Problema	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Resultado del análisis
	Por qué el personal no dura el tiempo necesario	¿Por qué el personal no dura el tiempo necesario? Por qué toman el trabajo ante la falta de una oportunidad más interesante	¿Por qué toman el trabajo ante la falta de una oportunidad más interesante? Por qué esperan a que aparezca una oportunidad con un sueldo más alto	¿Por qué esperan a que aparezca una oportunidad con un sueldo más alto? Por qué el sueldo que se paga es bajo a comparación a la que se ofrece en el mercado	¿Por qué el sueldo que se paga es bajo a comparación a la que se ofrece en el mercado? Por qué no se tiene un estudio que justifique porque se paga ese sueldo	Realizar un estudio de los sueldos del mercado y estandarizarlo
	Por qué se despide al personal antes de que termine la capacitación	¿Por qué se despide al personal antes de que termine la capacitación? Por qué se tiene la percepción de que su rendimiento no es el ideal	¿Por qué se tiene la percepción de que su rendimiento no es el ideal? Por qué no se tiene establecida una manera de evaluar cuantitativamente al personal	¿Por qué no se tiene establecida una manera de evaluar cuantitativamente al personal? Por qué la empresa no tiene el hábito de realizar evaluaciones		Implementar un sistema de evaluación de los avances del personal
	Por qué el personal se desespera	¿Por qué el personal se desespera? Por qué se le mezclan actividades diferentes a las que realizará	¿Por qué se le mezclan actividades diferentes a las que realizará? Por qué no se le asigna al personal adecuado, ni los tiempos necesarios	¿Por qué no se le asigna al personal adecuado, ni los tiempos necesarios? Por qué no se cuenta con un plan para llevar la capacitación	¿Por qué no se cuenta con un plan para llevar la capacitación? Por qué no se emplean herramientas para planificar	Implementar una herramienta que ayude a planear actividades

Con los datos obtenidos de la opinión del personal que se va de la empresa en el periodo de enero 2017 a agosto 2020 se procede a realizar el análisis mediante un diagrama de Pareto, ver tabla 11 y figura 26.

**Tabla 11**

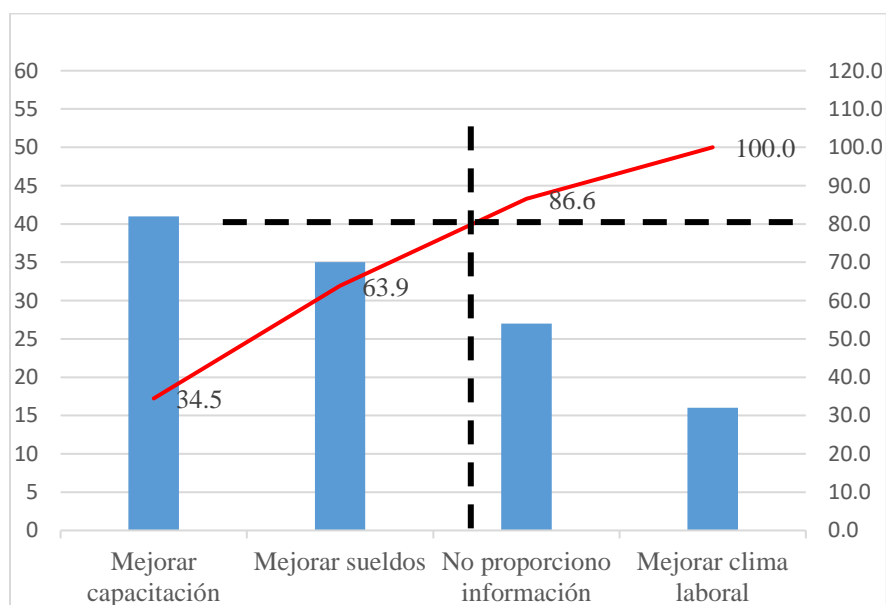
*Cálculos de diagrama de Pareto de opinión del personal que se va de la empresa*

<b>Tipo de desviación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado</b>	<b>%acumulado</b>
Mejorar capacitación	41	34.5	41	34.5
Mejorar sueldos	35	29.4	76	63.9
No proporciono información	27	22.7	103	86.6
Mejorar clima laboral	16	13.5	119	100.0
<b>Total</b>	<b>119</b>			

*Nota:* Fuente: elaboración propia con datos extraídos de la encuesta de salida del personal.

**Figura 26**

*Diagrama de Pareto de la opinión del personal que se va de la empresa*



Al realizar el análisis del diagrama de Pareto de las observaciones del personal que se va de la empresa mostrado en la figura 26, se observa que la principal observación es mejorar la



capacitación con un 34.5 %, sin embargo, para completar la regla de Pareto (80-20) es necesario considerar que 29.4 % corresponde a mejorar sueldos y no se proporcionó información aporta el 22.7 %. El análisis anterior nos ayuda a concluir que el solucionando la observación de capacitación, se soluciona el 34.5 % de las salidas del personal, esto sirve como línea base del proyecto.

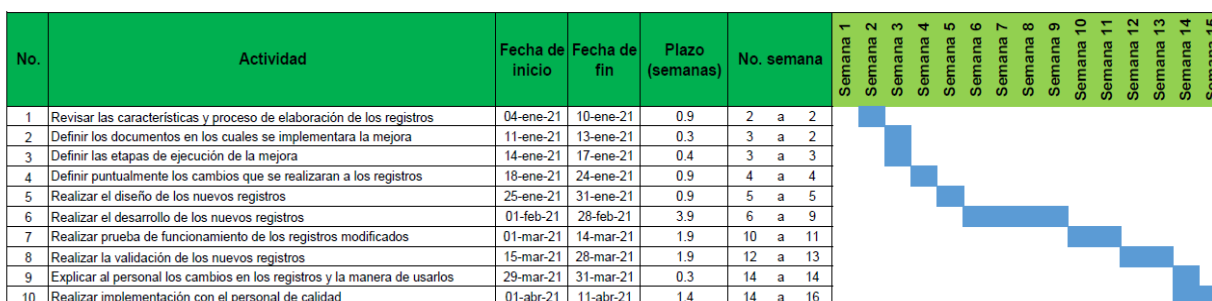
## Capítulo 5. Mejora de las problemáticas encontradas

### 5.1 Mejoras de desviaciones en registros técnicos

La mejora de los problemas detectados en el análisis de registros requiere de una minuciosa programación de las actividades a ejecutar tal como se muestra en la figura 27.

**Figura 27.**

*Diagrama de Gantt de cambio en registros técnicos empleados en el laboratorio*



Después del análisis realizado en la tabla 10 se observa que el 88.7 % de las desviaciones en registros técnicos se derivan de: datos incompletos, errores de referencia y errores de cálculo. Se procede a revisar con el personal involucrado la figura 22 en la cual se indican las causas por las que se presentan las desviaciones. Dentro del sondeo realizado se destacan como principales las siguientes desviaciones:

- No se verifican los cálculos
- No existen señales de alerta en los registros
- Los registros son difíciles de entender

- No se pone atención al entregar registros
- No se sabe calcular
- Existen diferentes calculadoras
- No se verifican mediante computadora
- Existen distractores en el ambiente

Aunado a lo anterior se procede a revisar el proceso y los registros de manera física. Se observa lo siguiente: en cada parámetro el acomodo en la estructura de los registros es diferente a pesar de ser la misma técnica, visiblemente es inevitable no omitir llenar algún campo en los registros, los cálculos se realizan de manera manual lo cual aumenta la posibilidad de equivocarse, existe alta probabilidad de generar errores al momento de referenciar ciertos datos ya que es posible tomarlos de la hoja anterior, todos los analistas se sientan en el mismo espacio lo cual motiva la distracción.

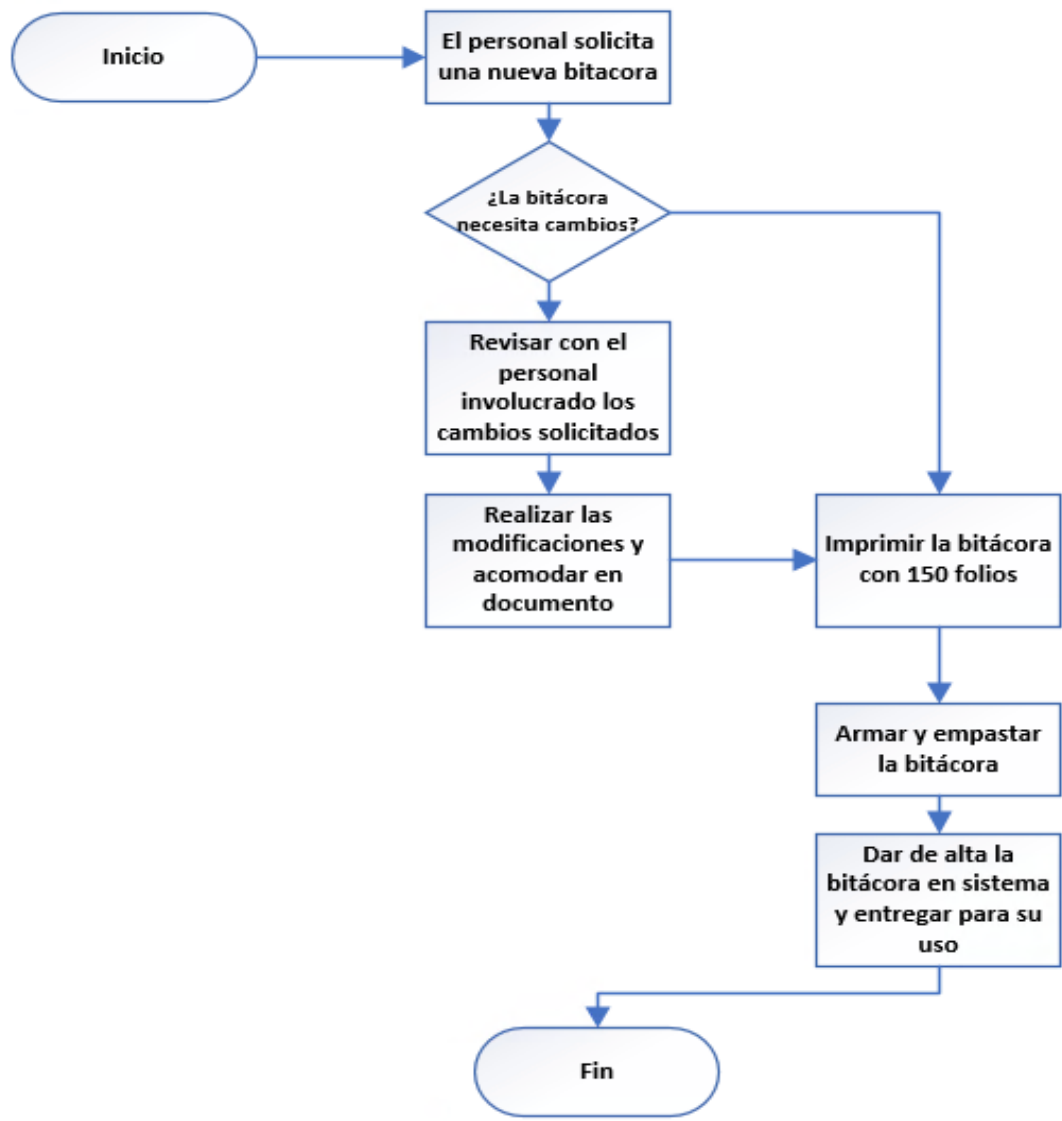
Todo lo anterior ayuda a decidir que se necesita cambiar el proceso de cómo se realizan los registros; se necesita implementar un sistema que permita: estandarizar el acomodo de la estructura de los registros de acuerdo con la técnica, alarmar cuando un espacio este vacío o el dato no esté correcto, eliminar los errores de cálculos, que cada analista pueda llenar registros en su propio espacio y sin distractores.

Actualmente la tarea de elaborar las bitácoras en físico es realizada por el área de calidad del laboratorio. El área de calidad es responsable de diseñar, elaborar, imprimir, supervisar y almacenar dichos documentos. El proceso para generar una nueva bitácora se describe en la figura

28 y a pesar de que a primera vista es simple es más complejo de lo que parece, tal y como lo podemos visualizar en la figura 29.

**Figura 28**

*Diagrama de flujo de la elaboración de bitácoras previo a la intervención*





**Tabla 12***Relación de mejora de registros por área*

Area	Técnica	Parámetro	Implementación		
Calidad	No aplica	Pruebas de aptitud técnica	Si		
		Confirmación de métodos	No		
		Curvas de calibración	No		
		verificación de termómetros	No		
		Verificación de material	No		
Fisicoquímicos	Volumetría	Acidez	Si		
		Alcalinidad	Si		
		Cloruros	Si		
		DBO5 yodométrico	Si		
		Dureza total	Si		
		Nitrógeno total Kjeldahl	Si		
		Oxígeno disuelto	Si		
		Dureza de calcio	Si		
		DQO reflujo abierto	Si		
		Cloro libre y total	Si		
		Gravimetría	Gravimetría	Grasas y aceites	Si
				Sólidos y sales disueltas	Si
				Humedad	Si
Espectrofotometría	Espectrofotometría	Boro	Si		
		Cianuros	Si		
		Cromo hexavalente	Si		
		DQO tubo sellado	Si		
		Fenoles	Si		
		Fluoruros	Si		
		Nitratos	Si		
		Sílice	Si		
		Sulfatos	Si		
		SAAM	Si		
		Fosforo	Si		
		Nitritos	Si		
		Nitritos marinos	Si		
Fosfatos	Si				
Iodo	Si				

Area	Técnica	Parámetro	Implementación
		Turbiedad	Si
	Mediciones directas	Color	Si
		Conductividad eléctrica	Si
		pH	Si
		Materia flotante	Si
		Solidos sedimentables	Si
		DBO electrométrico	Si
			Arsénico en agua
		Mercurio en agua	Si
		Cobre en agua	Si
		Cadmio en agua	Si
		Cromo en agua	Si
		Níquel en agua	Si
		Plomo en agua	Si
		Zinc en agua	Si
		Hierro en agua	Si
		Manganeso en agua	Si
		Sodio en agua	Si
		Potasio en agua	Si
Metales	Espectrofotometría de absorción atómica	Bario en agua	Si
		Aluminio en agua	Si
		Calcio en agua	Si
		Magnesio en agua	Si
		Selenio en agua	Si
		Plata en agua	Si
		Arsénico en lodo	Si
		Mercurio en lodo	Si
		Cobre en lodo	Si
		Cadmio en lodo	Si
		Cromo en lodo	Si
		Níquel en lodo	Si
		Plomo en lodo	Si
		Zinc en lodo	Si
Microbiología	No aplica	BMA	Si
		Huevos de helminto en agua	Si
		Coliformes y escherichia coli en agua	Si

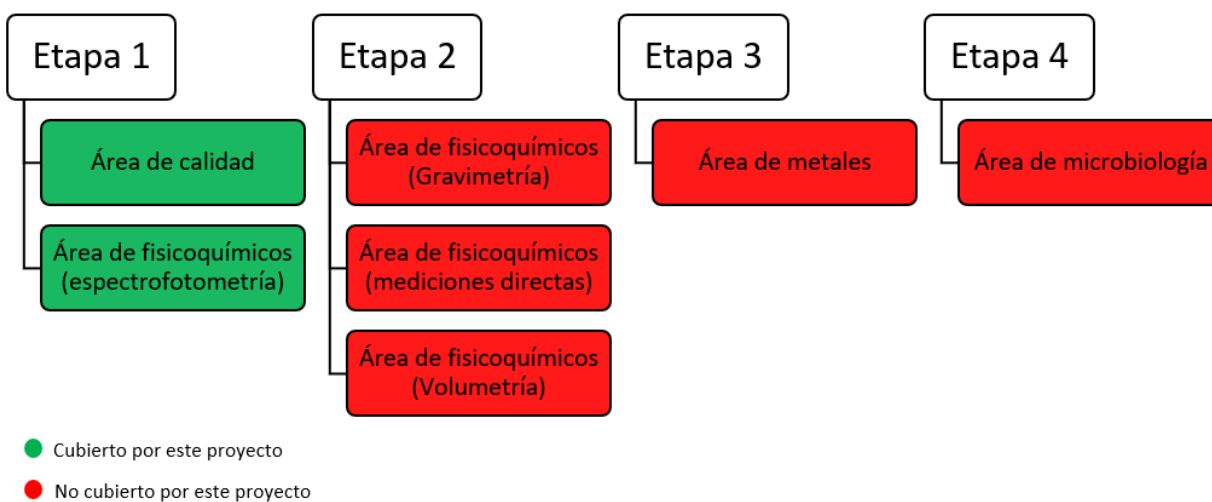
Area	Técnica	Parámetro	Implementación
		Coliformes en lodos	Si
		Salmonella en lodos	Si
		Huevos de helminto en lodos	Si

*Nota.* Elaborada con información del alcance acreditado por el laboratorio.

La implementación de las bitácoras electrónicas descrita en la tabla 12 se pretende llevar por etapas en cada una de las áreas de acuerdo con la figura 30. El presente documento de obtención de grado solo cubre la etapa 1 por cuestiones de tiempo, sin embargo, las etapas posteriores están programadas para realizarse en el segundo semestre del año.

### Figura 30

*Etapas de implementación de registros electrónicos*





Dentro los cambios a realizar en los registros además de pasar de papel a electrónico, destaca la realización de cálculos a partir de los datos de análisis, señales de alarma que nos alerten cuando no se llene un espacio, el acomodo de los registros llevando una secuencia lógica y la firma electrónica de realización y supervisión.

Para la intervención el diseño y desarrollo de los nuevos registros corre a cargo del gerente de calidad ya que este es la persona responsable del proyecto, se toman como base las bitácoras actuales y se complementa los cambios que previamente se mencionó que se pretendían implementar. Todo lo anterior se realiza de la siguiente manera:

1. Ordenar en el documento la información necesaria de tal manera que lleve una secuencia lógica durante el análisis.
2. Implementar un color en cada espacio a completar para que visualmente amistoso el proceso de llenado.
3. Programar las celdas a completar de tal manera que cuando se llenen cambien de color a blanco.
4. Programar las celdas para que los datos fundamentales se alimenten a partir de una base de datos alterna.
5. Programar las celdas para que todos los cálculos se realicen de forma automática al alimentar señal obtenida del análisis.
6. Programar para que lo relacionado a firma de analista y supervisor se realice mediante contraseña.
7. Programar para que una vez que se cuenta con firma de supervisor se coloque la identificación de corrida aprobada.



Una vez concluido el diseño y desarrollo del registro se procede a realizar una prueba completando los espacios a llenar y tomando datos de señal de la corrida anterior a la liberación de la hoja, quedando como se muestra en la figura 32.

**Figura 32**

*Ejemplo de registro lleno posterior al diseño y desarrollo*

Folio: 1

Parámetro: Fósforo total método cloruro estannoso

Método de referencia: NMX-AA-029-SCFI-2001

Método de prueba: PB-F28

---

**Preparación de la muestra control** Fecha: 08/02/2021

MC - P - 697

De la solución patrón de fósforo total BSR76/149 de concentración 10,000 mg/L se toman 5 mL y se aforan a 100 mL con agua calidad reactivo quedando una concentración teórica de 1,000 mg/L.

---

**Preparación de la verificación de la curva de calibración** Fecha: 08/01/2021

VC - 5

De la solución patrón de fósforo total BSR76/143 de concentración 10,000 mg/L se toman 5 mL y se aforan a 100 mL con agua calidad reactivo quedando una concentración teórica de 1,000 mg/L.

---

**Fórmula:** Fecha de análisis: 08/02/2021

$x = \frac{(y-b)}{m}$  LDM = 0.100 Hora de lectura en espectrofotómetro: 16:30

$x = \frac{(y-b)}{m}$  LPC = 0.300

Donde:

- x = concentración fósforo total (mg/L)
- y = absorbancia obtenida
- b = intercepto o intersección del eje u ordenada al origen = 0.0359
- m = pendiente = 0.7542

Referencia analítica de la curva de calibración: BCC1449

Reactivos utilizados (digestión)		Digestión	
Reactivo	Referencia analítica	Fecha	08/02/2021
Fenolftaleína	BSR78/89	Hora de inicio	14:00
Ácido sulfúrico	Razu09/333	Hora de término	15:00
Solución de ácidos fuertes	Razu09/333		
Ácido nítrico 10%	BSR78/88		

Reactivos utilizados (desarrollo de color)		Material volumétrico	
Reactivo	Referencia analítica	Pipetas:	PS-9, 30, 10 1
Fenolftaleína	BSR78/88	PS-12	
Cloruro estannoso	BSR78/88	PS-15, 77	
Hidróxido de sodio 1N	BSR78/89	NA	
Molibdato de amonio I	Razu09/333	Matraces:  M100-100, 100, 10	
Agua calidad reactivo (ACR)	Razu09/333	M100-30, 47, 63	
		NA	
		NA	

Equipos utilizados				
Equipo	Identificación	Referencia analítica		
Espectrofotómetro	EQ-102	BEL20/83		
Balanza analítica	EQ-112	BAK23104		

Para realizar la digestión a 100 mL de cada muestra o una alícuota diluida a 100 mL se le adiciona 1 g de persulfato de potasio

Desdoblamiento de la muestra				
Sólidos	0 nulos	1 escasos	2 moderados	3 abundantes
Turbiedad	0 nula	1 ligera	2 moderada	3 alta

Condiciones de almacenamiento y análisis de las muestras.

Las muestras son almacenadas a 4 °C previo al análisis. Se analizan a temperatura ambiente.

Número de laboratorio	Descripción de la muestra	mL muestra	Dilución	Factor de dilución	Absorbancia 1	Absorbancia 2	Absorbancia 3	Absorbancia promedio	Absorbancia promedio - blanco	Concentración sin dilución (mg/L)	Concentración final (mg/L)	Incertidumbre ± mg/L
Bianco	S= D T= 1	100	NA / NA	1	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	NA	NA	NA
VC - 5	S= D T= 0	100	NA / NA	1	1.1883	1.1883	1.1884	1.1883	1.1883	NA	NA	NA
MC - P - 697	S= D T= 0	100	NA / NA	1	0.7917	0.7917	0.7917	0.7917	0.7917	1.002	1.002	0.076
89654-1 a)	S= D T= 0	100	NA / NA	1	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	-0.046	<0.300	NA
89654-1 b)	S= D T= 0	100	NA / NA	1	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	-0.046	<0.300	NA
89655-1	S= D T= 0	100	S / 100	20	1.0352	1.0372	1.0380	1.0368	1.0368	1.327	26.540	1.702
89657-1	S= D T= 0	100	NA / NA	1	0.1102	0.1119	0.1124	0.1115	0.1115	0.100	<0.300	NA
89661-1	S= D T= 0	100	NA / NA	1	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132	-0.030	<0.300	NA
89668-1	S= D T= 0	100	NA / NA	1	0.0140	0.0144	0.0143	0.0142	0.0142	-0.029	<0.300	NA
89670-1	S= NA T= NA	NA	50 / 100	2	2.8128	2.8084	2.8091	2.8101	2.8101	3.678	7.356	0.277

Observaciones: NA

---

MC - P - 697 =  $\frac{0.7917 - 0.0359}{0.7542} = 1.002$  mg/L



% recuperación de Muestra control =  $\frac{1.002}{1.000} \times 100 = 100.20$  %

Formato de gráfico de control de calidad: O-P-22-F18 / JCS-03

Verificación de curva	
Punto de la curva verificado	5
Absorbancia punto de curva	1.1431
Absorbancia de verificación	1.1883
% variación calculado	3.96
Aprobado	

Evaluación de duplicado	
Número de duplicado	89654-1
Promedio de lecturas	No aplica
Valor absoluto de lecturas	No aplica
Intercepto ecuación de repetibilidad	0.0235
Pendiente ecuación de repetibilidad	0.0125
Factor de cobertura	3.20
Ecuación de repetibilidad	No aplica

No aplica	NA	No aplica
No aplica		

Iniciales de analista: JCS Firma de analista:  Iniciales de supervisor: EGE Firma de supervisor:  Corrida Aprobada

Versión 1

La validación de la hoja mostrada en la figura 32 se realiza haciendo una comparación de la hoja llenada a mano y la nueva hoja que se llena en electrónico, lo anterior verificando que todos los campos por llenar cumplan con la función de quitar el color al llenar, que cargue la información correcta de la base de datos y que realice los cálculos de manera correcta; se encuentra que la hoja funciona correctamente y se encuentra lista para implementación.

Se procede a informar al personal involucrado los cambios en los registros y explicar la forma de realizar el llenado del registro:

- La revisión de los registros en físico de las técnicas espectrofotométricas del laboratorio ya no se utilizará más y pasan a ser registros en electrónico a partir del día 1 de abril de 2021.
- Previo a empleo de los registros es necesario realizar con personal autorizado el cambio de datos fundamentales como: curva de calibración, incertidumbre de masas de masas, pesos y pureza de material de referencia, ecuación de repetibilidad, ecuación de reproducibilidad y firmas del personal involucrado en el registro.
- Es necesario realizar el llenado de los espacios marcados con color amarillo, verificar que los datos capturados sean correctos y desbloquear con la contraseña de analista asignada el espacio de iniciales con la rúbrica asignada para que se coloque la firma electrónica de analista.
- Dar guardar a los cambios colocando el nombre correspondiente al registro llenado seguido del folio correspondiente a la corrida. Subir el registro al sistema para su supervisión.
- Realizar la revisión de los datos llenados por el analista y una vez asegurado que todo está bien, desbloquear con la contraseña de supervisor asignada el espacio de iniciales con la rúbrica asignada para que se coloque la firma electrónica de supervisor.

- Mover el registro supervisado a la carpeta correspondiente al parámetro supervisado, volver el registro PFD para realizar respaldo de la corrida.

Una vez efectuada la socialización del uso de los registros el personal de calidad procede a efectuar comienza con el uso de los registros y con corte al 11 de abril es posible encontrar que se solucionan en su totalidad los 2 de los 3 problemas que generaban el 88.7% de las desviaciones en registros técnicos: datos incompletos y errores de cálculo; lo anterior significa que se solucionan el 73.1% del total de desviaciones presentadas en registros técnicos. Sin embargo, la mejora probada no ayuda en su totalidad a eliminar los errores de referencia puesto que se detecta que esta actividad no tiene manera de comparar que lo capturado es correcto. La problemática detectada en el proceso de prueba nos indica que es necesario realizar un ajuste en el diseño de los registros electrónicos que nos indique cuando una referencia sea errónea.

## **5.2 Mejoras de la capacitación en la empresa**

La mejora de los problemas detectados en el análisis de capacitación en la empresa requiere de la modificación de procedimientos y creación de formatos de inducción y entrenamiento en sistema de gestión que rige a la empresa.

### **5.2.1 Mejoras en capacitación de inducción a la empresa**

Con lo encontrado en el análisis de la capacitación en la inducción definido en la figura 24 en donde se detecta que no existe plazo, planeación y seguimiento, se diseña formato que ayude con la planeación y seguimiento se las actividades de inducción, ver figura 33. Además, se puede



abril para la presentación del presente proyecto, se siguen los temas redactados en procedimiento y se llena el formato diseñado en 8 personas que ingresaron el laboratorio en dicho periodo.

## Figura 34

### *Temas para implementar en proceso de inducción*

<p><b>6.2 Inducción del personal</b></p> <p>Una vez culminado el proceso de selección de personal se procede a realizar la inducción, tomando en cuenta los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de la empresa.</li> <li>• Revisión de reglamento interno de la empresa.</li> <li>• Revisión de descriptivo de puesto.</li> <li>• Capacitación en la norma NMX-EC-17025-IMNC-vigente.</li> <li>• Capacitación en los criterios de aplicación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-vigente.</li> <li>• Capacitación el manual de gestión del laboratorio.</li> </ul>		
Emitido por: Gerente de calidad	Revisado por: Gerente operativo	Autorizado por: Director técnico
VERSION 20		
	SELECCIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL	CODIGO: AC-P01
	PROCEDIMIENTO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	FECHA DE CREACIÓN: 02/05/1998

### 5.2.2 Mejoras en capacitación en actividades del puesto

Con lo encontrado en el análisis de la capacitación en las actividades del puesto definido en la figura 24 en donde se detecta que es necesario revisar temas relacionados a: el anuncio de la vacante previo a la contratación, realizar un estudio de sueldos en mercado para los puestos

ofertados, sistema de evaluación para el avance en la capacitación e implementar una herramienta de planeación para capacitación. Se con la finalidad de atender los temas mencionados anteriormente se planea implementar las siguientes acciones:

1. Crear un formato en el cual el responsable de solicitar la vacante especifique sus necesidades e indique de manera detallada las actividades que se deben realizar en el puesto.
2. Realizar un estudio de mercado sobre los sueldos ofertados en el mercado para las necesidades y actividades que se realicen en cada puesto.
3. Crear un formato en el cual se pueda dar seguimiento al cumplimiento de los temas a conocer del sistema de gestión por puesto, se establezca una evaluación ya sea oral o escrita y se evidencie el resultado de la evaluación.

La acción 1 no se ejecuta debido a que el departamento de recursos humanos se queda sin responsable y la contratación momentáneamente se queda a cargo de un practicante que no domina del todo el are. La acción 2 no se realiza debido a que la dirección argumenta que ya se tiene un estudio en el cual se muestra que en el ramo en el cual se encuentra el laboratorio se cuenta con los sueldos más altos del mercado, sin embargo, dicho estudio no fue compartido como evidencia del presente proyecto. Para el cumplimiento de la acción 3 se crea un formato en el cual es posible realizar seguimiento del cumplimiento y se establezca el resultado de la evaluación, ver figura 35.





## Capítulo 6. Control de las acciones implementadas

Como parte de las acciones de control se realiza el monitoreo de las acciones implementadas en registros electrónicos y las acciones de capacitación en la empresa.

### 6.1 Control de las acciones en registros técnicos

Como control de las acciones realizadas en los registros técnicos en los análisis se implementa un plan control que incluye la supervisión diaria de los registros generados en laboratorio, estos se entregan posterior al termino de los registros, ver figura 36.

Figura 36

Formato de supervisión de registros.

Formato de supervisión de registros

Fecha de supervisión	Personal supervisor	Actividad o parámetro supervisado	Fecha supervisada	Documentación supervisada									Tipo de errores encontrados				Descripción de hallazgo	Fecha de supervisión	Responsable de la supervisión		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	Errores de escritura	Errores de interpretación	Errores de lectura	Otros					
08-abr-21	JOS	Factores total	08-abr-21	SI	SI	BAF5857-58	BCC1649	SEL2410	OP-P22-F18PEO-01	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	MRO	SAM	08-abr-21	SI	SI	BAF5811-112	BCC1653	SEL2370	OP-P22-F18-MSB-01	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
07-abr-21	JOS	Yaso	08-abr-21	SI	SI	BAF589-158	OP-P22-F18-UCD-12	SEL2410	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
07-abr-21	EDD	Nitros	08-abr-21	SI	SI	BAF5899-100	BCC1686	SEL2370	OP-P22-F18-ECO-01	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
07-abr-21	JOS	Yaso	08-abr-21	SI	SI	BAF589-189-180	BCC1681	OP-P22-F18-UCD-18	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
07-abr-21	ALM	Ornina Neovascular	08-abr-21	SI	SI	BAF589-189-170	BP022-137-138	SEL2369	BCC1641	OP-P22-F18-ALM-01	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
07-abr-21	PED	Feroces	08-abr-21	SI	SI	BAF516134	OP-P22-F18PEO-04	BP022-137-138	SEL2370	BA0384	BP067-167-189	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	EDD	Nitros	07-abr-21	SI	SI	BAF589-181-102	BCC1686	SEL2370	OP-P22-F18-ECO-01	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	EDD	Nitros	08-abr-21	SI	SI	BAF589-183-104	BCC1686	SEL2371	OP-P22-F18-ECO-01	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	JOS	Tufores	08-abr-21	SI	NA	BAF589-111	8781181	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	JOS	Tufores	07-abr-21	SI	NA	BAF589-113	8781181	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	JOS	Tufores	07-abr-21	SI	NA	BAF589-113	8781181	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	JOS	Yaso	08-abr-21	SI	SI	BAF589-183-164	BCC1681	SEL2412	OP-P22-F18-UCD-12	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	ANA	Defensas	07-abr-21	SI	SI	BAF522-138	OP-P22-F18-ANA-01	SEL2411	BA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	PED	Parosita	07-abr-21	SI	SI	BAF522-138	OP-P22-F18-ANA-01	SEL2411	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	JOS	Yaso	08-abr-21	SI	SI	BAF589-143	OP-P22-F18-UCD-12	SEL2411	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ
08-abr-21	ANA	Defensas	08-abr-21	SI	SI	BAF589-121	OP-P22-F18-ANA-01	SEL2371	SEL2371	BA0384	BA0384	NA	NA	NA	0	0	0	0	NA	NA	MCJ

En el formato es posible observar que la problemática ha disminuido drásticamente a tal grado que en el poco tiempo de implementación se han eliminado las tres problemáticas detectadas.

Además de lo mencionado anteriormente es necesario mencionar que en el diseño de los registros se incluyó un Poka Yoke que permita alarmar visualmente mediante color cuando algo no esté completo.

Aunado a lo anterior se realiza la actualización del AMEF posterior a la implementación de los registros electrónicos, podemos observar en la figura 37 que la mejora fue eficaz ya que el número de RPN disminuyó y se encuentra dentro de control en 6 de 13 riesgos detectados. Es necesario implementar mejoras para las condiciones ambientales y el proceso de entrega a supervisión.

### Figura 37

*AMEF actualizado de datos incompletos, errores en referencias y errores de cálculo.*

Actividad	Modo de falla	Efecto	Severidad	Causa	Ocurrencia	Control	Detectabilidad	RPN
Calculo de resultados	Calcular erroneamente	Entregar un resultado equivocado	9	No se verifican los calculos	5	Se implementa bitacora electronica que realiza calculos	1	45
			9	No existe una supervisión cruzada	5	Se implementa bitacora electronica y se cuenta con supervision de calidad	1	45
			9	Existe demasiado calor en el ambiente	4	No se tiene control	7	252
			9	No existe un buen sistema de extracción	4	Se tiene sistema de extraccion, pero no el adecuado	3	108
			9	El area de trabajo no es confortable	4	Se tiene los minimo requerido para funcionar	4	144
			9	Existen distractores en el ambiente	4	No se tiene control	7	252
Llenado de bitacoras	Referenciar erroneamente	Afectar el registro en las auditorias	8	No existen señales de alerta	6	Se implementa bitacora electronica que cuenta con señales de alerta	1	48
			8	Los registros son dificiles de entender	6	Se implementa bitacora electronica que esta diseñada en forma logica de analisis	1	48
			8	Los registros se pueden prellenar	6	Se implementa bitacora electronica que no permite precargar datos de corridas anteriores	1	48
	Entregar bitacora incompleta	Afectar el registro en las auditorias	8	No se cuenta con procedimiento para entrega de registros	7	Se realiza supervision por parte del area de calidad	3	168
			8	No se tienen criterios de aceptacion de registros	7	Se realiza supervision por parte del area de calidad	3	168
			8	No se tiene procedimiento para recepcion de registros	7	Se realiza supervision por parte del area de calidad	3	168
			8	Los registros no son amigables a los ojos	8	Se implementa bitacora electronica que cuenta con señales de alerta y esta diseñada de tal manera que lleve un orden logico de llenado	1	64

## **6.2 Control de las acciones en capacitación en la empresa**

En lo referente a la capacitación en la empresa solo se implementan los formatos mediante los cuales se les puede dar seguimiento al cumplimiento tanto en inducción como en entrenamiento. El plan control se lleva mediante los formatos implementados para inducción y entrenamiento. En el caso de la inducción se cumplió en totalidad el plan, en el caso de control no se cumplió debido a que el 50% de los analistas del proyecto se fueron de la empresa; lo anterior dificulta el implementar acciones de control.

## Capítulo 7. Aprendizajes

La importancia del presente proyecto no solo radica en el cumplimiento de los objetivos planteados, además, radica en las enseñanzas que se obtuvieron a lo largo del camino transitado.

Después de un profundo análisis es posible decir que los aprendizajes obtenidos son los siguientes:

- El proyecto debe estar alineado con el plan estratégico de la empresa, para evitar que sea visto más como una carga que como una oportunidad de mejora.
- Es importante conocer la mayor cantidad de información relacionada al proyecto, para que con ello sea fácil de comprender y trazar planes de ataque necesarios.
- Se debe elaborar de manera clara y concisa la carta del proyecto ya que en esta se establecen los puntos más relevantes del proyecto.
- Es necesario formar equipos de trabajo multidisciplinarios y de alto desempeño para facilitar el trayecto hacia la meta establecida.
- El personal involucrado debe sentir que el proyecto le ayuda y beneficia dentro de sus actividades o proceso.
- El compromiso del patrocinador del proyecto debe ser total, de otra manera el proyecto está destinado ser complicado.
- Se debe seleccionar al personal adecuado para el proyecto, es cuestión de aptitud y no de actitud.
- El trabajo en equipo es fundamental ya que el cumplimiento de los objetivos es de todo el grupo, el que una persona no se involucre puede hacer que no se cumpla con la expectativa planteada.

- La empresa se introdujo a un mundo al cual no estaba acostumbrado en cuanto a la solución de problemas y gestión de proyectos.
- Es fundamental contar con comunicación efectiva, el hecho de no ser asertivos puede causar mal entendidos.
- Es necesario que exista liderazgo claro y congruente, la ausencia de este nos puede llevar a navegar equivocando el rumbo.
- Es necesario desarrollar la capacidad de negociar con todos los involucrados, ya que todas las aportaciones suman al objetivo final.
- Es necesario indagar en todo el proceso, ya que en general se suele suponer o dar por hecho, no siempre la primera impresión es la correcta.

## Capítulo 8. Conclusiones

El presente proyecto ha generado un sin número de situaciones de las cuales se obtuvo tanto aprendizaje positivo como negativo, cada medición realizada o acción tomada generó un sin número de retos tanto organizacionales como personales.

Desde un inicio la oportunidad de intervenir el proceso del laboratorio fue bastante interesante, el simple hecho de implementar herramientas de calidad en un entorno en el cual no se suelen utilizar era bastante retador, se tuvo que negociar con la dirección general para contar con su apoyo. Fundamentar el proyecto en la metodología DMAIC significó sumergir a la empresa en un mundo nuevo en el cual las acciones se encuentran fundamentadas en base a datos y no por mera suposición.

La primera etapa consistió en definir de manera clara el problema, esto fue todo un reto. En primera instancia la dirección ya tenía predispuesta una lista de problemas y la solución a cada uno de ellos, fue difícil hacer entender que la solución visible a primera instancia no siempre es la correcta y mucho menos la mejor; después de negociar se llegó al acuerdo de atender solo dos problemas del listado original: registros técnicos y capacitación del personal.

La segunda etapa fue posible realizar la medición de los datos referentes a cada problema. Fue en este punto donde se puso a prueba por primera vez el compromiso de la dirección para proporcionar información clasificada como confidencial, crear una estructura que nos ayudara a medir lo que nunca se había medido y buscar en documentos aparentemente muertos información útil para el proyecto. El proceso de medición fue largo y cansado ya que se presentó resistencia con la mayoría de los involucrados, sin embargo, al final se cumplió con el objetivo de la etapa al conseguir la información necesaria.

La tercera etapa consiste en analizar la información recopilada mediante la medición. Esta etapa se realizó sin contratiempos ya que los datos obtenidos eran confiables y claros, esto facilitó detectar las necesidades y oportunidades de mejora. Fue en este punto donde se comprobó que la solución predispuesta por dirección en la etapa de definición no era ni la más correcta ni la mejor.

En la cuarta etapa fue necesario implementar las mejoras indicadas por el análisis de la problemática. En este punto se presentaron la mayor cantidad de problemáticas del proyecto: no se proporcionaron los recursos necesarios, se tuvo que improvisar con lo que se tenía a la mano, se cambió la prioridad del proyecto, se presentaron cambios en el personal involucrado del proyecto. Al final con los recursos que se tenían a la mano se tomaron las acciones que se consideraron necesarias para la mejora.

La última etapa de control transcurrió sin contratiempos con las acciones que se implementaron como mejora y cumple con el objetivo planteado, sin embargo, se queda corta para el proyecto tan interesante que se atendió.

Como conclusión personal me quedo con el aprendizaje de las vivencias y situaciones de esta experiencia, con la lección de que si no existe realmente un verdadero compromiso de la dirección difícilmente se cumplirá en su totalidad la expectativa del objetivo planteado, y por último con la creencia de que no todas las empresas están listas para los proyectos de este tipo si no existe el convencimiento y no lo vuelven parte del ADN de la empresa.



## Referencias

Betancourt. (13 de Julio de 2018). *Ingenio empresa*. Obtenido de <https://www.ingenioempresa.com/diagrama-de-arbol/>

Evans , J. R., & Lindsay, W. M. (2015). *Administracion y control de la calidad*. México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Gutiérrez Pulido , H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill Education.

Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México, D.F.: Mc Graw Hill Educación.

Pérez Pérez , M. (s.f.). [www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx). Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Lectura/LITE/LECT65.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/LITE/LECT65.pdf)

Rafael, T. P. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Perspectivas*, 7-32.

Treasury Board of Canada Secretariat. (2008). *Project Charter Guide*. Obtenido de [www.tbs-sct.gc.ca](http://www.tbs-sct.gc.ca): [www.tbs-sct.gc.ca](http://www.tbs-sct.gc.ca)

## Índice de figuras y tablas

### Índice de figuras

<b>Figura 1</b> .....	12
<b>Figura 2</b> .....	13
<b>Figura 3</b> .....	17
<b>Figura 4</b> .....	18
<b>Figura 5</b> .....	20
<b>Figura 6</b> .....	24
<b>Figura 7</b> .....	27
<b>Figura 8</b> .....	28
<b>Figura 9</b> .....	30
<b>Figura 10</b> .....	31
<b>Figura 11</b> .....	33
<b>Figura 12</b> .....	34
<b>Figura 13</b> .....	35
<b>Figura 14</b> .....	36
<b>Figura 15</b> .....	38
<b>Figura 16</b> .....	40
<b>Figura 17</b> .....	43
<b>Figura 18</b> .....	44
<b>Figura 19</b> .....	45
<b>Figura 20</b> .....	47
<b>Figura 21</b> .....	50
<b>Figura 22</b> .....	51
<b>Figura 23</b> .....	51
<b>Figura 24</b> .....	53
<b>Figura 25</b> .....	54
<b>Figura 26</b> .....	56
<b>Figura 27</b> .....	58
<b>Figura 28</b> .....	60
<b>Figura 29</b> .....	61
<b>Figura 30</b> .....	64
<b>Figura 31</b> .....	66
<b>Figura 32</b> .....	67
<b>Figura 33</b> .....	70
<b>Figura 34</b> .....	71
<b>Figura 35</b> .....	73
<b>Figura 36</b> .....	74
<b>Figura 37</b> .....	75

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> .....	10
<b>Tabla 2</b> .....	15
<b>Tabla 3</b> .....	24
<b>Tabla 4</b> .....	36
<b>Tabla 5</b> .....	39
<b>Tabla 6</b> .....	41
<b>Tabla 7</b> .....	44
<b>Tabla 8</b> .....	46
<b>Tabla 9</b> .....	47
<b>Tabla 10</b> .....	49
<b>Tabla 11</b> .....	56
<b>Tabla 12</b> .....	62