



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Implementación de la metodología Lean Thinking en los  
procesos de Investigación y Desarrollo en una Industria  
Procesadora de Agua”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**Johanna Patricia Orellana Iñiguez**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2023**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi director, Ing. Kleber Barcia PhD. Por el apoyo y disposición para ejecutar este trabajo de manera satisfactoria. Agradezco a mis padres Jaime y Patricia, mi pequeña hermana Gabriela, por el soporte y el ánimo en esta etapa de mi vida. A mis amigos y todas las personas que han estado de cerca en este proceso académico, de corazón muchas gracias. Gracias Anita Cris y Jim, por su ayuda y amistad.

## DEDICATORIA

A mis queridos padres, por todo.

A mis abuelitos Carmen y Juan, que están conmigo en cada lugar a donde voy.

A mi abuelito Roberto, que tiene la oportunidad de leer estas letras.

A mi pequeña hermana, Gabriela.

A mi compañero de estudio, Mane.

## **TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

---

**Kleber Barcia V., Ph.D.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**María Fernanda López., MSc.  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Johanna Patricia Orellana Iñiguez

## RESUMEN

El presente proyecto consistió en desarrollar e implementar la filosofía Lean Thinking en los procesos de Investigación y Desarrollo, I+D en una empresa procesadora de agua, ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador. En ese proceso se planteó como objetivo general la reducción de tiempo de entrega de proyectos desde el departamento de I+D a la alta dirección ya que existía una ralentización en la ejecución de proyectos, debido a la falta de procedimientos en el departamento.

Para ello, se realizó el mapeo de proceso, utilizando un VSM actual, posterior a ello mediante un diagrama de Ishikawa se determinaron las posibles causas del retraso de entregas de proyectos de I+D, posteriormente se realizó una matriz causa-efecto para determinar las actividades más influyentes en el problema y así se determinaron 9 causas raíz que se validaron utilizando herramientas estadísticas. Adicionalmente, se determinó la eficiencia inicial del proceso y se obtuvo un valor de 1.57%.

De esta forma, se establecieron soluciones propuestas a las 9 causas verificadas, además mediante una matriz impacto-esfuerzo se ponderaron las soluciones, obteniendo que el 78% de las soluciones propuestas se atribuían a soluciones de alto impacto y alto esfuerzo, y el 12% restante a soluciones de alto impacto y bajo esfuerzo. Se estableció un plan de mejora y se ejecutó la implementación para cada una de las causas raíz, utilizando herramientas de mejora continua y el levantamiento de procedimientos del departamento de I+D.

Finalmente se obtuvo una mejora de la eficiencia del proceso del 40%, obteniéndose así una reducción del tiempo de entrega de proyectos a gerencia de 960 horas a 213 horas por proyecto. Y teniendo una ganancia aproximada de \$32,367.6 a \$129,470.4 por proyecto para el año 2023.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>1      CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del problema y justificación .....</b>	<b>1</b>
1.1    Antecedentes .....	1
1.1.1    Investigación y desarrollo en el Ecuador.....	1
1.1.2 Antecedentes de la empresa de estudio .....	2
1.2    Planteamiento del problema.....	3
1.3    Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4    Resultados esperados .....	5
1.5    Metodología.....	5
1.6    Lean thinking .....	6
1.7    Lean project management .....	6
1.8    Parámetros fisicoquímicos .....	7
1.9    Estructura de proyecto .....	7
<b>2.      CAPÍTULO 2.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Implementación .....</b>	<b>8</b>
2.1    Proceso de ejecución de proyectos en I+D .....	8
2.2    Implementación 1: Plan de calibración preventivo de equipos .....	33
2.3    Implementación 2: Levantamiento de proceso de cotización para reactivos de I+D- Checklist de tiempo de importación de reactivos .....	34
2.4    Implementación 3: Realización de capacitación con las partes interesadas sobre manejo de proyectos en la empresa .....	36

2.5 Implementación 4: Gestión en planificación anual un espacio para el desarrollo de proyectos de I+D .....	38
2.6 Implementación 5: Realizar una planificación de proyectos de I+D para el año 2023 .....	38
2.7 Implementación 6: Realizar un levantamiento de todo el departamento de I+D, y establecer un listado maestro de documentos. ....	39
2.8 Implementación 7: Organizar un cronograma de uso de laboratorio con el departamento de Calidad y Producción para análisis de otros departamentos .....	40
2.9 Implementación 8: Realizar la compra de equipos insitu para análisis de agua ..	41
2.10 Implementación 9: Desarrollo del estudio para la construcción del laboratorio de I+D (parte constructiva) por demanda de proyectos de I+D. ....	42
<b>3      CAPÍTULO 3.....</b>	<b>45</b>
<b>3.    Resultados.....</b>	<b>45</b>
3.1    Análisis de resultados.....	45
3.2    Evaluación financiera.....	51
<b>4.    CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>52</b>
<b>4.    Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>52</b>
4.1    Conclusiones .....	52
4.2    Recomendaciones.....	52

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ABREVIATURAS

AG	Agua Genérica
AP	Agua Purificada
AUF	Agua Ultrafiltrada
AV	Actividades que aportan Valor
I+D	Investigación y Desarrollo
LT	Lean Thinking
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TPM	Total Productive Maintenance
VSM	Value Stream Mapping

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación geográfica de la empresa de estudio .....	2
Figura 1.2 Proceso general de procesamiento de agua .....	3
Figura 1.3 Resumen del diseño de la investigación .....	5
Figura 2.1 VSM actual del foco de estudio .....	10
Figura 2.2 Diagrama de Ishikawa del proceso de I+D .....	13
Figura 2.3 Prueba de hipótesis-causa 1 .....	17
Figura 2.4 Diagrama de cajas-causa 1 .....	17
Figura 2.5 Prueba de hipótesis-causa 2 .....	18
Figura 2.6 Diagrama de cajas-causa 2 .....	18
Figura 2.7 Prueba de hipótesis-causa 3 .....	19
Figura 2.8 Diagrama de cajas-causa 3 .....	19
Figura 2.9 Prueba de hipótesis-causa 5y6 .....	20
Figura 2.10 Diagrama de cajas-causa 5 y 6 .....	21
Figura 2.11 Prueba de Hipótesis causa 7 y 8 .....	22
Figura 2.12 Diagrama causa 7 y 8 .....	22
Figura 2.13 Prueba de hipótesis causa 9 .....	23
Figura 2.14 Diagrama de cajas-causa 9 .....	23
Figura 2.15 Análisis causas-soluciones propuestas .....	24
Figura 2.16 Evidencia de aceptación de soluciones .....	24
Figura 2.17 Matriz impacto-esfuerzo .....	26
Figura 2.18 Evidencia de material de la capacitación Kanban y 5s .....	27
Figura 2.19 Evidencia de capacitación dada por el departamento de I+D .....	28
Figura 2.20 Descripción de Auditoría 5s .....	30
Figura 2.21 Evidencia de proceso 5s .....	30
Figura 2.22 Evidencia de proceso 5s en oficinas .....	31
Figura 2.23 Estructura de procedimiento de solicitud de proyectos (evidencia) .....	32
Figura 2.24 Evidencia de Seguimiento Calibración de Equipos .....	34
Figura 2.25 Evidencia de Formato de Cotización de Insumos .....	35
Figura 2.26 Evidencia de Socialización de Procedimientos .....	37
Figura 2.27 Evidencia de la planificación de proyectos anuales 2023 .....	38
Figura 2.28 Evidencia de acta de reunión de cronograma de uso de laboratorio .....	41
Figura 2.29 Evidencia de Cotización de Reactivos .....	42
Figura 2.30 Vista Superior Empresa de Estudio .....	43
Figura 2.31 Layout laboratorio I+D antes .....	43
Figura 2.32 Layout laboratorio I+D implementado .....	44

Figura 3.1 Gráfica de series de tiempo para la reducción de tiempo en I+D .....	47
Figura 3.2 Gráfica de series de tiempo para proyecto 1 .....	48
Figura 3.3 Gráfica de series de tiempo para proyecto 2.....	48
Figura 3.4 Gráfica de series de tiempo para proyecto 3.....	49
Figura 3.5 Resumen del proyecto sin implementaciones .....	49
Figura 3.6 Resumen del Proyecto 1 con implementaciones.....	50
Figura 3.7 Resumen del proyecto 2 con implementaciones .....	50
Figura 3.8 Resumen del proyecto 3 con implementaciones .....	50
Figura 3.9 Análisis financiero de la implementación de las soluciones.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de proyectos finalizados del año 2021 y 2022 .....	4
Tabla 2 Detalle de actividades de proceso.....	11
Tabla 3 Descripción de tiempos de proceso calculado.....	11
Tabla 4 Descripción de análisis causa-efecto .....	13
Tabla 5 Ponderación de actividades .....	14
Tabla 6 Matriz Causa-Efecto en el tiempo de entrega de proyectos .....	15
Tabla 7 Verificación de causas .....	16
Tabla 8 Calificación de soluciones mediante matriz impacto-esfuerzo.....	25
Tabla 9 Descripción de las soluciones matriz impacto-esfuerzo .....	25
Tabla 10 Disposición de la auditoría 5S.....	28
Tabla 11 Monitoreo de equipos de Calidad e I+D .....	34
Tabla 12 Reactivos de Importación para Análisis.....	36
Tabla 13 Plan de capacitación en proyectos.....	37
Tabla 14 Planificación de proyectos de I+D 2023 .....	39
Tabla 15 Evidencia de realización de procedimientos en el departamento de I+D .....	40
Tabla 16 Análisis comparativo de los proyectos con la implementación.....	45
Tabla 17 Porcentaje de eficiencia calculado de los proyectos tras la implementación .....	46

# CAPÍTULO 1

## 1. Planteamiento del problema y justificación

### 1.1 Antecedentes

#### 1.1.1 Investigación y desarrollo en el Ecuador

La Investigación y Desarrollo (I+D) es un elemento fundamental en el desarrollo de los países y en la promoción del sector industrial, así también como característica impulsora de la economía mundial. Este factor es importante en la toma de decisiones y aporta una perspectiva desde la visión científica para la ejecución de proyectos.

En Ecuador, según la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), el cual analiza la información sobre innovación y porcentaje de inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación, se presenta datos hasta el año 2011. Por ejemplo, la cooperación entre empresas relacionadas bordea un valor de 3.10% en el año 2011. Sin embargo, no existen valores actuales para conocer el estado real de I+D en Ecuador (RICYT Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2018).

Por otra parte, revisando la información tomada del Banco Mundial, hasta el año 2012, el rubro de I+D, analizado en función del Producto Interno Bruto para Europa corresponde a 1.87% y para Norteamérica es de 2.63% teniendo en cuenta que la mayor inversión para este caso viene del área privada. A nivel Latinoamérica el 19.45% de la empresa privada ha incorporado hasta el año 2014 a I+D dentro de su corporación (Loor & Carriel, 2015).

Como se puede evidenciar, la I+D en Ecuador y sus empresas poco a poco ha ido implementándose, sin embargo, no todas las empresas en el país lo disponen. En la empresa de estudio, al ser una purificadora de agua, la gestión de información y el desarrollo de productos es importante. El sector industrial en la provincia de Manabí es uno de los más importantes en el país y al evidenciar la ausencia de proyectos para ofertar los productos de la empresa de estudio a estas industrias, se crea el departamento de I+D en el año 2021.

El departamento de I+D, se encarga de aportar valor en la búsqueda de productos nuevos, gestión de productos y desarrollo de proyectos para alcanzar nuevos segmentos de mercado que no han sido explotados aún en la provincia. El departamento de I+D trabaja directamente con la gerencia, departamento de ventas y con el departamento de marketing. El desarrollo de proyectos es la actividad más importante realizada por el departamento de I+D. Se han desarrollado algunos proyectos han aportado de forma significativa al incremento de ventas.

### 1.1.2 Antecedentes de la empresa de estudio

La empresa de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Portoviejo, cantón Rocafuerte, sector Buenos Aires kilómetro 15, provincia de Manabí, Ecuador. Sus coordenadas geográficas son -0.92087, -80.47993. Esta industria es una procesadora de agua, se dedica al tratamiento y venta de agua purificada, genérica y ultrafiltrada.



**Figura 1.1 Ubicación geográfica de la empresa de estudio**

Fuente: (Google, 2022)

Esta industria fue creada en diciembre de 2014. Por lo cual, se encuentra en una fase de desarrollo en cuanto a sus procesos y oportunidades de mejora. La necesidad de su creación se da ya que la calidad de agua en la provincia de Manabí no es óptima, por ello, para garantizar la vida de los consumidores y mercado objetivo, se cubre esta necesidad. Cabe indicar que la empresa reportó un crecimiento al año 2020 de un 12.71%, debido a que, en la pandemia, el sector industrial en la provincia creció en ventas de insumos como alimentos, y, la empresa de estudio al ser proveedor de agua tuvo grandes volúmenes de ventas, asimismo con la distribución de venta del suministro a urbanizaciones para precautelar la salud en la época de la pandemia (EMIS, 2021).

La empresa de estudio dispone de tres tipos de agua con los cuales abastece a su demanda en la provincia de Manabí, es importante mencionar que la empresa tiene certificación por Buenas Prácticas de Manufactura en dos de tres de sus productos (Agua purificada y ultrafiltrada). Cada tipo de agua se enfoca a una necesidad distinta. El agua genérica, dispone de una alta cantidad de sales beneficiosa para su uso en plantaciones, por ello se enfoca al agua de riego, su mercado objetivo es el sector agrícola. En el caso del agua purificada, es el agua de consumo humano y servicios básicos, su enfoque puede ir desde residencias, granjas avícolas, hospitales, entre otros. El agua ultrafiltrada, al tener baja turbiedad, ausencia de salinidad y baja conductividad eléctrica, así como una cantidad de sedimentos baja, se destina a laboratorios de larvas de camarón para la mejora en la calidad de vida de las larvas.

El proceso principal de tratamiento de agua es mediante un proceso de captación, filtración multimedia, ultrafiltración, purificación y ozonificación, como se presenta en la figura 1.2. El

proceso de tratamiento de agua inicia con la captación de agua de un brazo del río, el mismo que sometido a un pretratamiento inicial de coagulación y floculación remueve el 90% de turbidez del agua. Posteriormente se procede a realizar una filtración y ultrafiltración donde se eliminan sólidos suspendidos reduciendo el remanente de turbidez. Para un proceso de alta pureza del agua, se utiliza ósmosis inversa reduciendo la cantidad de sólidos disueltos totales y metales pesados. Este proceso se apoya en la inyección con ozono, ya que este proceso es de alta eficiencia para la eliminación de virus, bacterias y microorganismos patógenos (T. Ahmad et al., 2020).



**Figura 1.2 Proceso general de procesamiento de agua**

Fuente: (Autoría propia)

El segmento de mercado al cual se dirigen los productos de la empresa purificadora de agua es principalmente al sector industrial, ya que el agua purificada ofertada es óptima para procesos industriales como sistemas de transferencia de calor (calderos, torres de enfriamiento, intercambiadores de calor), también mediante el proceso de purificación por ósmosis inversa y desinfección por ozono el agua es beneficiosa para los laboratorios de larvas, ya que contribuye a la supervivencia del camarón. Otro de los enfoques de trabajo es con hospitales y clínicas, equipos de diálisis y el agua purificada orientada a hogares, como urbanizaciones.

Por otra parte, el segundo tipo de agua, agua ultrafiltrada, se utiliza para industrias como avícolas y fábricas de hielo, ya que es la materia prima para la fabricación de marquetas de hielo, así también dentro del sector recreativo enfocado a piscinas. El agua genérica tiene su principal segmento el área agrícola, para el riego de plantas ya que contribuye con un aporte beneficioso a las plantas por la cantidad de nutrientes que tiene el agua como son calcio, potasio y sodio.

## 1.2 Planteamiento del problema

El traslape y la ralentización del proceso de entrega de proyectos de investigación a gerencia de la empresa, con el objetivo de captar de nuevos clientes por la apertura de nichos de mercado, es producido por la falta de procedimientos, la falta de estandarización de procesos y la alta demanda de proyectos, este problema ocurre en el departamento de Investigación y Desarrollo de una planta procesadora de agua. En consecuencia, por la alta cantidad de proyectos, se ve reducido el número de proyectos finalizados, en su fase de investigación y ejecución de 2 a 1 proyecto por mes.

Este resultado se ve reflejado en la cantidad de proyectos en pausa y los proyectos finalizados y entregados a la alta dirección. La empresa busca la forma de hacer más eficiente este proceso. El departamento de I+D trabaja en conjunto con el departamento de

Marketing, y Ventas, el departamento da soporte a Producción y Calidad en temas técnicos, así como en la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 que tiene como objetivo principal, la obtención de su certificación.

Los análisis de métricas de proyecto se presentan en la tabla 1, en la cual en el año 2021 en el período mayo 2021-noviembre 2021 se desarrolló un proyecto experimental. En el lapso de noviembre 2022-junio 2022, no se finalizó ningún proyecto, estos quedaron en etapa previa. Sin embargo, en el período de julio 2022-diciembre 2022 se finalizaron dos proyectos experimentales.

**Tabla 1**  
**Número de proyectos finalizados del año 2021 y 2022**

	Índice de Proyectos Terminados	Tiempo Meses	Tiempo Horas
<b>Año 2021</b>	1	6	960
<b>Año 2022</b>	2	4	640

Fuente: (Autoría propia)

Se espera que al año 2023, se cierre con 24 proyectos (dos por mes). Teniendo un promedio por proyecto de 80 horas aproximadamente.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Reducir el tiempo de entrega de proyectos a gerencia de una empresa purificadora de agua desde la solicitud de desarrollo de proyecto hasta la entrega de resultados a la alta dirección mediante la implementación de la metodología Lean Thinking.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

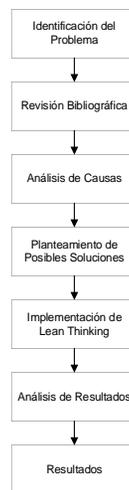
- Levantar el proceso de desarrollo de proyectos para la captación de nuevos clientes del área de I+D.
- Elaborar el VSM actual identificando actividades que no generan valor.
- Aplicar la metodología 5s mejorando el proceso de desarrollo de proyectos para la captación de nuevos clientes.
- Evaluar los tiempos de entrega obtenidos después de la implementación de las mejoras comparándolos estadísticamente con los tiempos antes de la implementación.

## 1.4 Resultados esperados

Se espera una mejora en el procedimiento de organización del Departamento de I+D, obteniendo una reducción del tiempo de entrega de proyectos a gerencia desde la solicitud del desarrollo de proyecto hasta la entrega de resultados a gerencia, mejorando la eficiencia de los procesos que forman parte del departamento y una propuesta de valor futuro del proceso. Se espera incrementar el número de proyectos por mes de uno a dos, así como la estandarización de proceso, mejorar la eficiencia de la empresa e incrementar una cartera de clientes más extensa de lo que se dispone actualmente.

## 1.5 Metodología

Este estudio es de carácter conceptual y experimental, se identificó que el mejor método a adoptar en este estudio fue una revisión bibliográfica sobre Lean Thinking y Lean Project Management, a partir de ello establecer el análisis de causas, para plantear las estrategias Lean a utilizar, ejecutando su implementación y análisis de resultados como se describe en la figura 1.3.



**Figura 1.3 Resumen del diseño de la investigación**

Fuente: (Autoría propia)

Dentro de la metodología, se enfoca el uso de herramientas Lean, para la mejora del proceso en el departamento de I+D, como primer paso para contribuir con la cultura organizacional se gestiona una capacitación sobre metodología Lean para socializar la metodología con la organización, posterior a ello, se realiza un levantamiento de procesos, ya que actualmente el departamento no dispone de ningún proceso levantado. Mediante una reunión con la gerencia se establece la identificación del problema.

Para la revisión bibliográfica se busca información relevante a Lean y Lean Thinking en buscadores bibliográficos como Taylor and Francis, Science Direct, Scielo y Scopus. Se

realiza un filtrado de información para obtener los mejores artículos, que aporten con el desarrollo de este trabajo.

Para el análisis de causas, se realiza un VSM actual, posterior se utiliza un diagrama de Ishikawa, se determinan las causas posibles del problema. A partir de ello, con la información levantada en el VSM, se procede a calcular el lead time del proceso, su eficiencia, se verifican las causas potenciales utilizando métodos estadísticos y con el apoyo de una matriz Causa-Efecto y se realiza la estrategia “5 por qué” para encontrar las causas raíz del problema.

Analizadas las causas, se plantean las soluciones que solventaran las causas y se definirá un plan de mejora que se pueden aplicarse para solucionar los problemas, esto se realiza socializando los resultados del análisis de causas con la alta dirección y los departamentos involucrados para aportar soluciones con el equipo de trabajo.

En la implementación de Lean Thinking, se aplican metodologías como 5s, matriz impacto esfuerzo. Posterior a esto se evidencian los proyectos desarrollados con la implementación y la información desarrollada evidenciando una reducción en el takt time, después de realizar corridas pilotos para verificar los logros que se alcanzan. Así se espera reducir el tiempo de entrega de proyectos a gerencia.

## **1.6 Lean thinking**

Lean Thinking (LT) es el resultado de reducir los conceptos de Lean Manufacturing, este se originó en la industria del automóvil y fue desarrollado a partir de la noción de Taiichi Ohno, de reducir el costo por eliminación de desperdicio. Se traduce a la forma de especificar valor creando acciones en la mejor secuencia, llevando a cabo estas actividades sin interrupción cada vez que alguien solicite, y realizarlas cada vez con más eficacia, el pensamiento Lean se introdujo para abordar los diversos desafíos que ocurren dentro y entre las unidades de negocio ligando a la cultura empresarial y el proceso de gestión (Shou et al., 2020).

La aplicación del enfoque LT en la fabricación industrial va de la mano con Lean Manufacturing (LM), hasta ahora el enfoque LT, es una forma de pensar hacia la excelencia empresarial y también un método para impulsar la mejora continua de proyectos. También se ha aplicado en varios sectores industriales, incluidos fabricación, servicios, construcción y el sector hospitalario, ha mostrado impresionantes beneficios en sus operaciones (Ahmad et al., 2022).

## **1.7 Lean project management**

Lean project management (LPM), es la aplicación de LT en la gestión de proyectos, tiende a enfocar la gestión de proyectos creando valor y evitando desperdicios, mejorando la productividad del proyecto. Los proyectos son sistemas de producción temporales y cuando

esos sistemas son estructurados para su entrega se maximiza el valor y se minimiza el desperdicio, se dice que los proyectos son esbeltos.

El valor se define desde el punto de vista de los clientes como la capacidad de entregar exactamente lo que el cliente necesita ya sea un producto o servicio con un tiempo mínimo en un lugar apropiado. (Ahmad et al., 2022), así el desperdicio es cualquier actividad que absorbe recursos pero que no crea valor para el cliente (Patel et al., 2017).

## **1.8 Parámetros fisicoquímicos**

Generalmente son considerados por el departamento de I+D, en la recopilación de datos. Esta información se relaciona a parámetros del proceso de cada industria, por ejemplo, asociada a consumo de agua y parámetros como: total de sólidos disueltos, pH, conductividad eléctrica del agua, dureza, valor de la purga eliminada, presión de caldero, uso de antiincrustante, uso de sal, uso de bomba de ósmosis en su proceso, valores de la purga de ósmosis o parámetros de regeneración. Que son parámetros importantes para realizar una comparación entre efectividad del uso de agua y el agua de la red pública.

Dentro de esta revisión se puede determinar que la implementación de Lean Thinking trae múltiples beneficios, no solamente en la productividad de la empresa, sino en el trabajo organizacional que desempeñan los colaboradores en una organización. También es importante destacar que los principios de LT tienen un objetivo principal, la mejora continua por medio de la búsqueda de la perfección de sus procesos, las herramientas que aportan a la optimización de procesos de mejora son importantes y cada una se enfoca a una necesidad diferente dentro del marco de la organización (Lemos de Almeida et al., 2017).

## **1.9 Estructura de proyecto**

El capítulo I trata sobre la empresa enfoque de estudio, la metodología utilizada en este trabajo, desarrollo de la búsqueda de información y procedimiento experimental para obtener la mejora del proceso analizado, también aborda la revisión de literatura de los mecanismos de análisis que generan el problema.

El capítulo II, se enfoca en el análisis del proceso de desarrollo de proyectos del departamento de I+D, se desarrolla el levantamiento del proceso, elaboración del VSM actual del proceso y del VSM futuro, con la implementación de la metodología.

El capítulo III, analiza y evalúa los resultados de la implementación de las herramientas de mejora en el proceso de desarrollo de proyectos. Además, se discuten los resultados obtenidos.

El capítulo V, se plantea las conclusiones de este trabajo, las recomendaciones del este, contemplando trabajos futuros para para potenciar el uso de la herramienta.

# CAPÍTULO 2

## 2. Implementación

### 2.1 Proceso de ejecución de proyectos en I+D

El proceso de I+D, desarrollado en la empresa en estudio, no cuenta con procedimientos ni instructivos sobre el desarrollo de proyectos, solo establece el desarrollo de un proyecto, se informa al departamento sobre la detección de la necesidad del proyecto y se ejecuta.

Generalmente los proyectos en la empresa purificadora de agua se realizan con industrias que se dedican a varias actividades, en las cuales el departamento de ventas colabora, con la gestión para que el departamento de I+D, pueda intervenir a realizar el estudio.

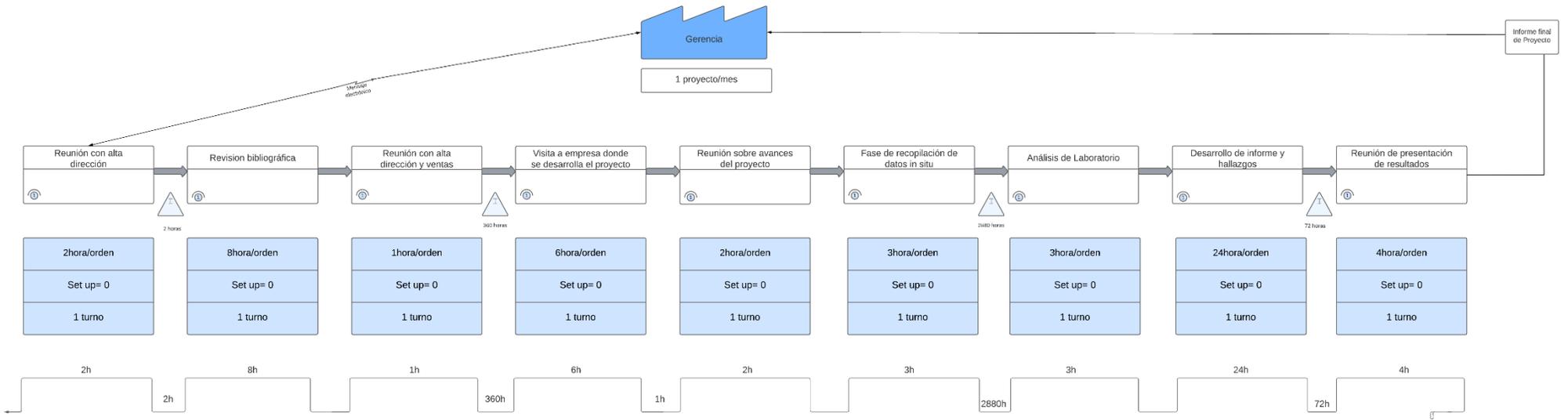
Los proyectos de I+D, consisten en estudios experimentales, o estudios para la determinación de parámetros como son costo-beneficio, para evidenciar la mejora de uso en un proceso del agua ofertada por la empresa de estudio.

Para ello, a continuación, se lista los pasos que se realizan actualmente para la solicitud de proyecto, este proceso está representado en el VSM de la figura 2.1 a continuación.

1. Reunión con alta dirección sobre el proyecto y planteamiento de alcance del proyecto.
2. El departamento de I+D realiza una revisión bibliográfica previa sobre el tema para presentación con alta dirección.
3. Segunda reunión con alta dirección y departamento de ventas sobre la recopilación de datos sobre el tema de proyecto.
4. Visita, en conjunto, de ventas e I+D, a la empresa en donde se concretará el proyecto.
5. Tercera reunión para revisar avance del proyecto.
6. Recopilación de datos, por parte del departamento de I+D, en el caso de ser un proyecto de experimentación se realizan múltiples visitas, acordadas previamente con la industria con la que se trabaje.
7. El departamento de I+D, realiza informe sobre los hallazgos, y resultados de la experimentación.
8. Cuarta reunión: Presentación de informe a alta dirección, retroalimentación con la gerencia.
9. Quinta reunión: Elaboración de la presentación para la presidencia, gerencia e industria involucrada en el proyecto en cuestión.
10. Cierre de proyecto.

Existen casos, en los cuales se requieren análisis de laboratorio o toma de muestras externas, para estos procesos el protocolo se ralentiza ya que se requiere de la disponibilidad del laboratorio de calidad.

Dentro de la metodología utilizada se contempla un Mapeo de Flujo de Valor o Value Stream Mapping (VSM), esta herramienta se utiliza para determinar las actividades de un flujo de valor y así mapear el flujo de valor óptimo. El VSM es utilizado para facilitar problemas al establecer e identificar actividades que requieren una mejora adicional, además de facilitar la identificación de desperdicios y actividades que generan valor en el proceso. La interpretación del VSM actual es crucial, tal como se evidencia en la figura 2.1, para determinar el siguiente paso.



**Figura 2.1 VSM actual del foco de estudio**

Fuente: (Autoría Propia)

Para el cálculo de lead time fue analizado cada proceso como se describe a continuación:

Lead time= tiempo de proceso + tiempo de esperas

En la tabla 2, se indica en detalle las actividades del proceso y su tiempo, este se determina considerando la hora/orden para cada actividad.

**Tabla 2**  
**Detalle de actividades de proceso**

Actividad	Tiempo (hora/orden)
Reunión con alta dirección	2
Espera de proceso	0
Revisión bibliográfica	8
Reunión con alta dirección y ventas	1
Espera de proceso	360
Visita a la empresa de ejecución de proyecto	6
Reunión sobre avances	2
Fase de recopilación de datos in situ	3
Espera de proceso	2880
Análisis de laboratorio	3
Desarrollo de informe y hallazgos	24
Espera de proceso	72
Reunión de presentación de resultados	4

Fuente: (Autoría propia)

Se calcula el tiempo de proceso y esperas en la tabla 3. Las cuales dan un valor de Lead Time de 3365 horas/orden.

**Tabla 3**  
**Descripción de tiempos de proceso calculado**

Actividad	Tiempo (hora/orden)	Tiempo de Proceso (h)	Tiempo de Espera (h)
Reunión con alta dirección	2	2	0
Espera de proceso	0	0	2
Revisión bibliográfica	8	8	0
Reunión con alta dirección y ventas	1	1	0
Espera de proceso	360	0	360
Visita a la empresa de ejecución de proyecto	6	6	0
Reunión sobre avances	2	2	1
Fase de recopilación de datos in situ	3	3	0
Espera de proceso	2880	0	2880
Análisis de laboratorio	3	3	0
Desarrollo de informe y hallazgos	24	24	0
Espera de proceso	72	0	72
Reunión de presentación de resultados	4	4	0
<b>Total</b>	<b>3365</b>	<b>53</b>	<b>3314</b>

Fuente: (Autoría propia)

**Lead Time =** Tiempo de Proceso + Tiempo de Esperas  
**Lead Time=** 3365 horas/orden

**Eficiencia=** (Tiempo Actividades que Aportan Valor/Lead Time) \*100

**Eficiencia=** (53 horas/orden /3365 horas/orden) \*100

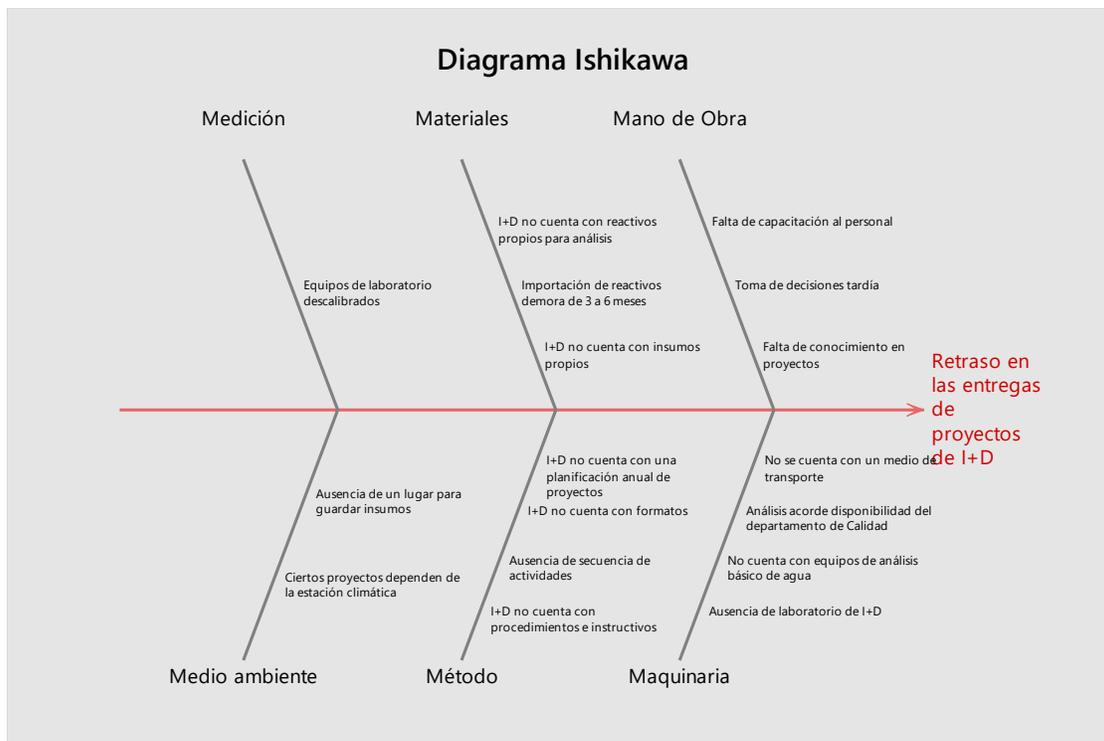
**Eficiencia=** (0.0157) \*100%

**Eficiencia=** 1.57%

Se tiene un valor de eficiencia de 1.57%, este valor de eficiencia indica que el proceso tiene baja eficiencia, por este motivo y tras el levantamiento de actividades se indican las posibles causas que ocasionan una baja eficiencia en el departamento de I+D.

Después de la definición de lead time y su eficiencia,

Para analizar el proceso se realiza un diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto, mediante este esquema gráfico se permite identificar múltiples causas posibles de un problema y se puede resumir para una sesión de lluvia de ideas. Se clasifican las ideas considerando las categorías útiles y así se ofrece una visualización fácil para entender el problema en cuestión, el diagrama de Ishikawa consiste en una línea horizontal, llamada hueso, a partir de ahí se disponen líneas diagonales, las cuales se utilizan para enumerar las causas generales que pueden conducir al problema determinar las causas de retraso del proceso de I+D (American Society for Quality, 2022; Bilsel & Lin, 2012). Para el diagrama de Ishikawa se definieron las 6M del proceso listándolas como se aprecia en la figura 2.2.



**Figura 2.2 Diagrama de Ishikawa del proceso de I+D**

Fuente: (Autoría propia)

Se consideran para la elaboración del diagrama de Ishikawa seis variables: Medición, materiales, mano de obra, medio ambiente, método y maquinaria. En cada una de ellas se desglosan las causas que generan el problema a partir de una lluvia de ideas realizada en conjunto con la alta dirección. Así por ejemplo en la tabla 4, se indica la descripción de la figura 2.1 en la cual se detalla cada causa usando este método.

**Tabla 4**  
**Descripción de análisis causa-efecto**

Medición	Materiales	Mano de Obra	Medio Ambiente	Método	Maquinaria
-Equipos de laboratorio descalibrados	-I+D no cuenta con reactivos propios para análisis	-Falta de capacitación al personal	-Ausencia de un lugar para guardar insumos	-I+D no cuenta con una planificación anual de proyectos	-No se cuenta con un medio de transporte
	-Importación de reactivos de 3 a 6 meses	-Toma de decisiones tardía	-Ciertos proyectos dependen de la estación climática	-I+D no cuenta con formatos	-Análisis acorde a la disponibilidad del departamento de calidad
	-I+D cuenta con insumos propios	-Falta de conocimientos en proyectos		-I+D no cuenta con procedimientos e instructivos	-No cuenta con equipos de análisis básicos de agua
				-Ausencia de secuencia de actividades	

Fuente: (Autoría propia)

Posterior a ello, con la información obtenida del diagrama de Ishikawa se presenta las causas potenciales para determinar las más incidentes del retraso de entrega de proyectos de I+D. Para este trabajo participaron las áreas de:

- Investigación y Desarrollo
- Ventas
- Calidad
- Gerencia
- Presidencia (evidencia de reunión en anexos)

En esta actividad cada departamento calificó la incidencia en el tiempo de entrega de proyectos a cada causa en una escala de 1 a 10 indicando 1, 5 o 10 como se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5**  
**Ponderación de actividades**

<b>Puntaje</b>	<b>Significado</b>
1	Baja incidencia
5	Media incidencia
10	Alta incidencia

Fuente: (Autoría propia)

A cada actividad se le asignó una calificación por departamento como se indica en la tabla 6, se contemplaron 10 causas potenciales, de las cuales las que se ponderan con el valor más alto fueron la importación de reactivos larga, lo cual genera un retraso significativo en los proyectos y la falta de capacitación del personal. El valor más bajo, pero de alta incidencia fue la existencia de equipos de laboratorios descalibrados, lo cual también genera retraso ya que el equipo generalmente debe ser enviado a un ente regulador para su calibración o, conseguir una sustancia patrón para su calibración, y, generalmente esta toma tiempo en su compra ya que no se encuentra disponible en el laboratorio, retrasando no solo proyectos sino también análisis diarios del departamento de Calidad.

**Tabla 6**  
**Matriz Causa-Efecto en el tiempo de entrega de proyectos**

Actividad	I+D	Ventas	Gerencia	Presidencia	Calidad	Total
Equipos de laboratorio descalibrados	10	5	5	5	10	35
I+D no cuenta con reactivos propios para análisis	10	1	1	5	5	22
Importación de reactivos de 3 a 6 meses	10	5	10	10	10	45
I+D cuenta con insumos propios	5	1	1	1	1	9
Falta de capacitación al personal	10	10	10	5	10	45
Toma de decisiones tardía	5	1	10	10	1	27
Falta de conocimientos en proyectos	1	5	5	5	1	17
Ausencia de un lugar para guardar insumos	10	1	10	10	5	36
Ciertos proyectos dependen de la estación climática	1	1	1	1	1	5
I+D no cuenta con una planificación anual de proyectos	10	10	5	10	5	40
I+D no cuenta con formatos	10	10	5	5	10	40
I+D no cuenta con procedimientos e instructivos	10	10	5	5	10	40
Ausencia de secuencia de actividades	1	1	1	1	1	5
No se cuenta con un medio de transporte	10	10	1	1	5	27
Análisis acorde a la disponibilidad del departamento de calidad	10	10	5	5	10	40
No cuenta con equipos de análisis básicos de agua	10	10	1	10	10	41
Ausencia de laboratorio de I+D	10	5	10	10	5	40

Fuente: (Autoría propia)

Posterior a la matriz, se verificaron las causas potenciales con la participación los departamentos relacionados directamente con I+D, utilizando las herramientas descritas en la tabla 7. Posteriormente, se utilizó la herramienta 5 por qué para evaluar cada causa y establecer acciones que puedan eliminar las causas raíz, ver anexo 2.

**Tabla 7**  
**Verificación de causas**

<b>Causas Potenciales Xs</b>	<b>Teoría sobre el efecto</b>	<b>Verificación Datos y herramientas</b>	<b>Status</b>
Causa 1: El equipo de laboratorio está descalibrado, alta variabilidad en medida de pH	Una desviación mayor a 0,25 unidad de pH, hace que exista mal funcionamiento proceso y se generen paros extendiendo el tiempo de entrega de proyecto	Diagrama de cajas, prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 2: Importación de reactivos tarde de 3 a 6 meses	Una desviación alta, afecta retrasando análisis de laboratorio y daño de muestras generando mayor tiempo de entrega de proyecto	Diagrama de cajas, prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 3: Falta de capacitación el proceso se hace según su experiencia	Diferentes tiempos de entrega de información debido a la falta de capacitación por parte de los departamentos con los que trabaja I+D afectan en un aumento de tiempo de entrega del proyecto.	Diagrama de cajas. Prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 4: Ausencia de lugar para guardar insumos	A menor espacio propio para reactivos, menor disponibilidad de insumos, esto genera uso indebido de reactivos del departamento de I+D, retrasando el tiempo de análisis y entrega de proyecto.	Gemba Walk	Válida
Causa 5: No cuenta con una planificación actual de proyectos	A mayor demora en la búsqueda de información mayor tiempo de entrega de proyectos.	Diagramas de cajas. Prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 6: I+D no cuenta con formatos procedimientos e instructivos	A menor información sobre los procesos gestión de procesos en el departamento de I+D mayor demora en la realización de proyectos	Diagramas de cajas. Prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 7: Realización de análisis en función del departamento de calidad	A menor organización departamental, mayor tiempo de retraso en análisis generando retraso de proyectos	Diagramas de cajas. Prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 8: I+D no cuenta con equipos básicos de agua	A menor disponibilidad de equipos, mayor demora en el proceso de análisis, por ende, de proyecto	Diagramas de cajas. Prueba de hipótesis para la desviación	Válida
Causa 9: Ausencia de laboratorio de I+D	Al no tener disponibilidad de un laboratorio propio los tiempos en la tabulación de resultados se ralentiza.	Diagramas de cajas. Prueba de hipótesis	Válida

Fuente: (Autoría Propia)

Para cada una de las causas se realizaron pruebas distintas en las cuales se validaron todas las causas es decir son verdaderas. Para la causa 1, el equipo de laboratorio está

descalibrado, alta variabilidad en medida de pH, se realizó una prueba de hipótesis, estableciendo  $H_0$ : Una desviación mayor a 0,25 unidad de pH, no hace que exista mal funcionamiento de proceso y se generen paros extendiendo el tiempo de entrega de proyecto; Y  $H_1$ : Una desviación mayor a 0,25 unidad de pH, hace que exista mal funcionamiento de proceso y se generen paros extendiendo el tiempo de entrega de proyecto. Mediante un diagrama de cajas como se indica a continuación, se rechaza  $H_0$  y se aceptó la hipótesis planteada  $H_1$  considerando un valor de p mayor al valor de significancia de 0.05 como se muestra en la figura 2.3 presentada a continuación. El diagrama de cajas corrobora la información analizada. La prueba de hipótesis se realiza sobre la media debido a que el valor 7 en la escala de pH indica, neutralidad, no puede llegar a valores extremos ya que el elemento analizado, en el cual se mide el pH es agua, y el agua no puede químicamente tener una característica ácida o básica, esta no puede tener una desviación mayor a 0.25 como indica el fabricante del equipo y no puede exceder valores alejados de 7, ya que indica que el líquido analizado, está fuera de especificación.

#### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
15	7.0580	2.1212	0.0645	(6.9315, 7.1845)

$\mu$ : media de C1  
Desviación estándar conocida = 0.25

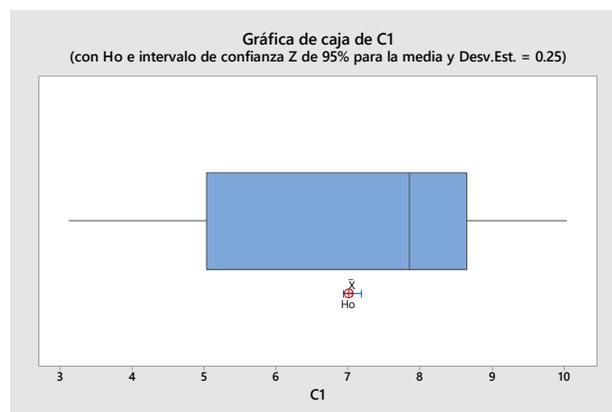
#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 7$   
Hipótesis alterna  $H_1: \mu \neq 7$

Valor Z	Valor p
0.90	0.369

**Figura 2.3 Prueba de hipótesis-causa 1**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.4 Diagrama de cajas-causa 1**

Fuente: (Autoría Propia)

Para la causa 2, la importación de reactivos tarda de 3 a 6 meses, se plantea  $H_0$ : Una desviación alta, no afecta retrasando análisis de laboratorio y daño de muestras generando

mayor tiempo de entrega de proyecto y H1: Una desviación alta, afecta retrasando análisis de laboratorio y daño de muestras generando mayor tiempo de entrega de proyecto, se valida la causa con un  $p=0$ , ya que el tiempo de entrega de reactivos reportado es mayor a la especificación 48h entonces se rechaza la  $H_0$ , la causa es válida, además la desviación estándar indica que existe una afectación por la presencia de largos tiempos de espera de reactivos, como se evidencia en la figura 2.5 y 2.6 respectivamente.

### Z de una muestra: C2

#### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
7	708.6	203.6	18.1	(673.0, 744.1)

$\mu$ : media de C2  
Desviación estándar conocida = 48

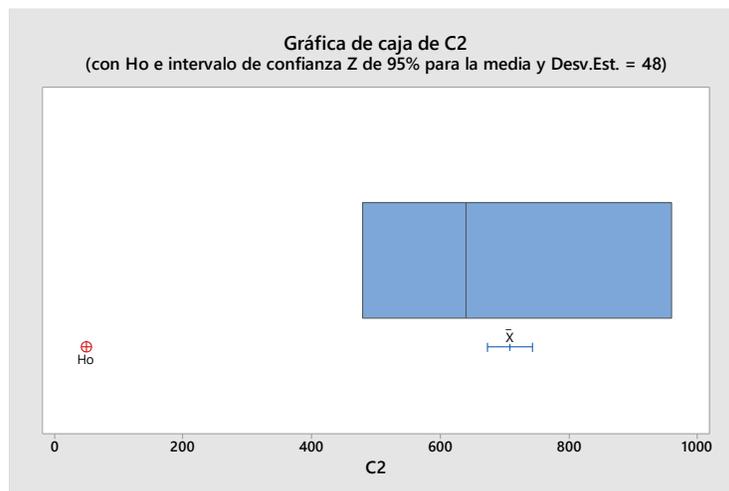
#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 48$   
Hipótesis alterna  $H_1: \mu \neq 48$

Valor Z	Valor p
36.41	0.000

**Figura 2.5 Prueba de hipótesis-causa 2**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.6 Diagrama de cajas-causa 2**

Fuente: (Autoría Propia)

En el caso de la causa 3, la misma que se liga a la falta de capacitación del personal, ya que cada proceso se realiza según la experiencia del personal, es decir empíricamente, se realizó una prueba de hipótesis estableciendo  $H_0$ : Diferentes tiempos de entrega de información debido a la falta de capacitación por parte de los departamentos con los que trabaja I+D no afectan en un aumento de tiempo de entrega del proyecto y  $H_1$ : Diferentes

tiempos de entrega de información debido a la falta de capacitación por parte de los departamentos con los que trabaja I+D afectan en un aumento de tiempo de entrega del proyecto; en donde  $p=0$ , ya que el tiempo de entrega de información normalmente excede los 12 días, cuando se ha reportado que se puede hacer considerando una media de 7, entonces se rechaza la  $H_0$ , por lo tanto, la causa es válida.

#### Z de una muestra: C3

##### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
20	15.20	3.78	1.57	(12.13, 18.27)

$\mu$ : media de C3  
Desviación estándar conocida = 7

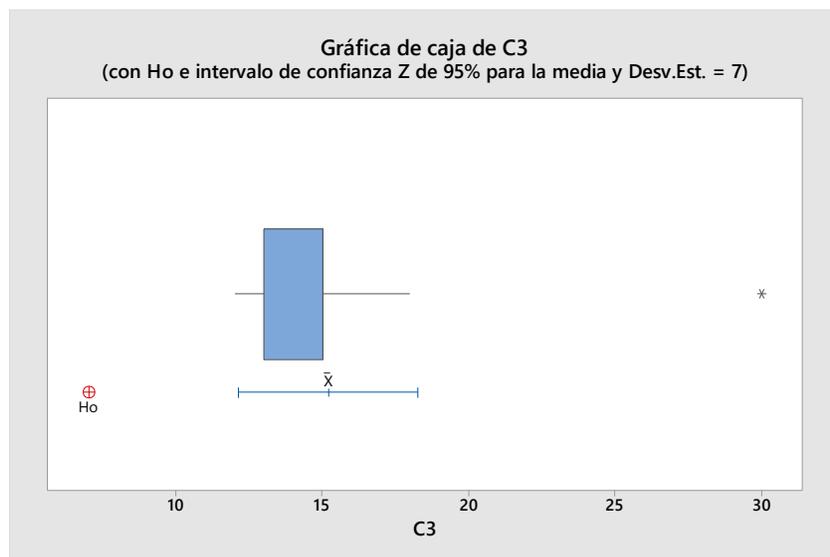
##### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 7$   
Hipótesis alterna  $H_1: \mu \neq 7$

Valor Z	Valor p
5.24	0.000

**Figura 2.7 Prueba de hipótesis-causa 3**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.8 Diagrama de cajas-causa 3**

Fuente: (Autoría Propia)

Analizando la causa 4, ligado a la ausencia de lugar para guardar insumos, se tiene que, a menor espacio propio para reactivos, menor disponibilidad de insumos. Esta causa no se pudo evaluar de forma estadística por la ausencia de datos. Debido a que no existía un control de reactivos en el laboratorio de calidad, pero se evidencia que al momento de cuando I+D necesitaba reactivos, se indicaba por parte del departamento de calidad que el

reactivo no estaba en stock, cuando la jefatura anterior reportó que si existía stock para el departamento.

Para la causa 5 y 6, las cuales indican que no se cuenta con una planificación actual para proyectos se analizó que, al no tener una planificación anual de proyectos, existe una mayor demora en la búsqueda de información que se evidencia en la entrega de proyectos. Para ello, se establece  $H_0$ : A menor información sobre los procesos gestión de procesos en el departamento de I+D no hay mayor demora en la realización de proyectos y  $H_1$ : A menor información sobre los procesos gestión de procesos en el departamento de I+D hay mayor demora en la realización de proyectos así, se analizaron los entregables de proyectos y se encontró un valor de  $p=0.053$  cuando se concluye que el tiempo de búsqueda de información es normal. Por ello se rechaza la  $H_0$ . La causa es válida. Para esta causa, se incorpora la causa 5 y 6 en el análisis ya que la ausencia de levantamiento de procedimientos y de la estandarización de proyectos genera el mismo retraso ligado a la ausencia de estos, en conjunto con una planificación. Los datos obtenidos para la evaluación de esta prueba fueron el tiempo de información de nueve proyectos en los cuales su entregable fue el tiempo de búsqueda de información. En este caso se determinó la media y se compararon los cuantiles de lo observado versus lo teórico, y se determina que si existe una diferencia consistente la distribución normal de datos.

#### Z de una muestra: C4

##### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
9	24.67	8.80	5.00	(14.87, 34.47)

$\mu$ : media de C4

Desviación estándar conocida = 15

##### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 15$

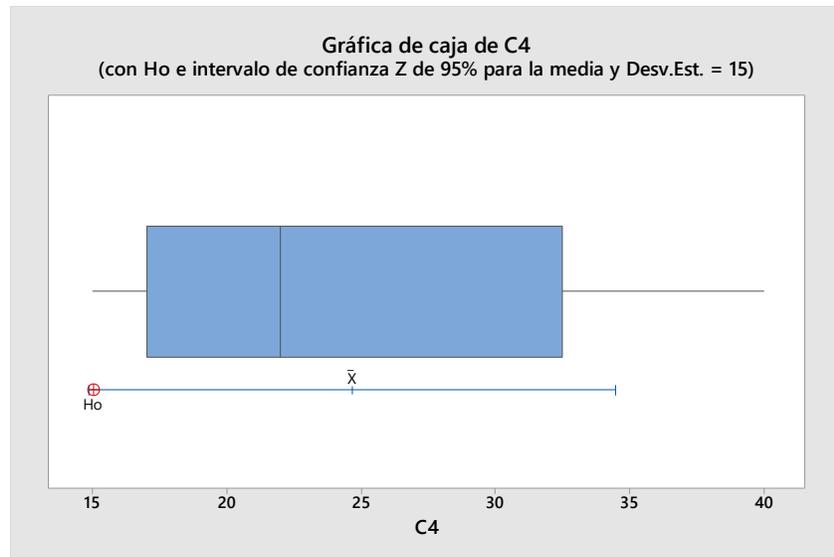
Hipótesis alterna  $H_1: \mu \neq 15$

Valor Z    Valor p

1.93    0.053

**Figura 2.9 Prueba de hipótesis-causa 5y6**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.10 Diagrama de cajas-causa 5 y 6**

Fuente: (Autoría Propia)

En la causa 7 y 8, se realizó una prueba de hipótesis, en apoyo a un diagrama de cajas para evaluar la causa de que, a menor organización departamental, mayor tiempo de análisis, y asimismo ya que el departamento de I+D no cuenta con equipos insitu (equipos de detección de parámetros instantáneos) para análisis, se tenía que esperar la ocupación del laboratorio de calidad ya que solo este laboratorio dispone de los equipos de análisis para esto se evaluó un proyecto en el cual se requerían análisis diarios en conjunto con el análisis de calidad como se indica a continuación se establece la  $H_0$ : A menor disponibilidad de equipos, no hay mayor demora en el proceso de análisis, por ende, de proyecto y  $H_1$ : A menor disponibilidad de equipos, hay mayor demora en el proceso de análisis, por ende, de proyecto se aceptó la hipótesis planteada,  $H_1$  considerando un valor de  $p$  igual a 0 como se muestra en la figura 2.11 presentada a continuación. De igual manera se realizó el diagrama de cajas donde se corrobora la información analizada. Para la determinación de la prueba se consideró la media del tiempo que le toma al departamento de calidad entregar los resultados de análisis al departamento de I+D, en este caso ya que la parte analítica la realiza calidad, la desviación estándar conocida es de 2, porque no debería el departamento exceder 2 días en la entrega de resultados, ya que existen análisis que son inmediatos, y la prueba analítica más tardía toma ese tiempo.

## Z de una muestra: C5

### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
30	5.233	1.006	0.365	(4.518, 5.949)

$\mu$ : media de C5

Desviación estándar conocida = 2

### Prueba

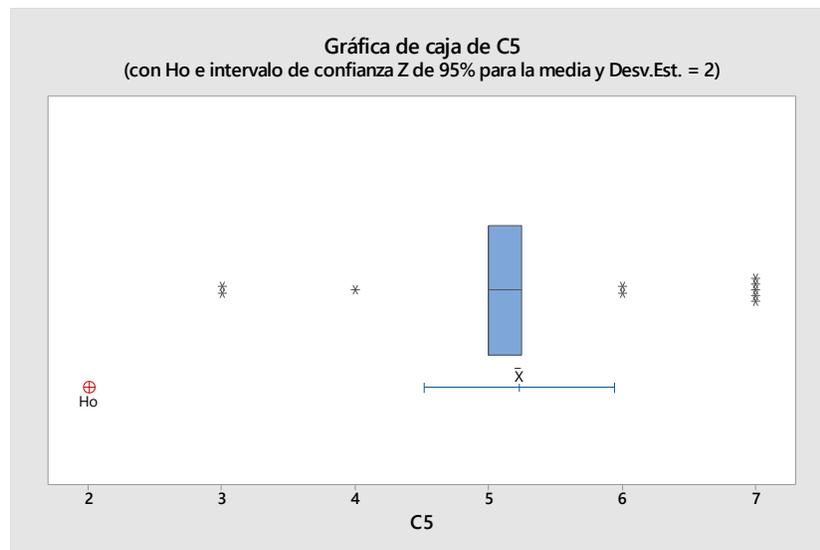
Hipótesis nula  $H_0: \mu = 2$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu \neq 2$

Valor Z	Valor p
8.85	0.000

**Figura 2.11 Prueba de Hipótesis causa 7 y 8**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.12 Diagrama causa 7 y 8**

Fuente: (Autoría Propia)

Para evaluar la causa 9, se consideró posterior al análisis la entrega de resultados, la cual se asocia que, debido a la ausencia de laboratorio, se depende del departamento de calidad, entregado los resultados, se debe realizar la tabulación de datos en el informe para análisis, generando un retraso en la entrega de proyectos, así se establece  $H_0$ : Al no tener disponibilidad de un laboratorio propio los tiempos en la tabulación de resultados no se ralentiza. y  $H_1$ : Al no tener disponibilidad de un laboratorio propio los tiempos en la tabulación de resultados se ralentiza. Por lo tanto, se rechaza  $H_0$ , ya que se tiene un valor

de  $p$  igual a 0 y una desviación estándar de 1.432 como se evidencia en la figura 2.13 y 2.14. Para la evaluación de datos se tiene el valor conocido de 2 por que la tabulación de datos puede ser de forma inmediata, hasta 2 días para la tabulación de resultados por ello se contempla la media para el análisis de hipótesis al ser parámetros químicos independientes de análisis.

#### Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para $\mu$
30	6.533	1.432	0.365	(5.818, 7.249)

$\mu$ : media de C6  
Desviación estándar conocida = 2

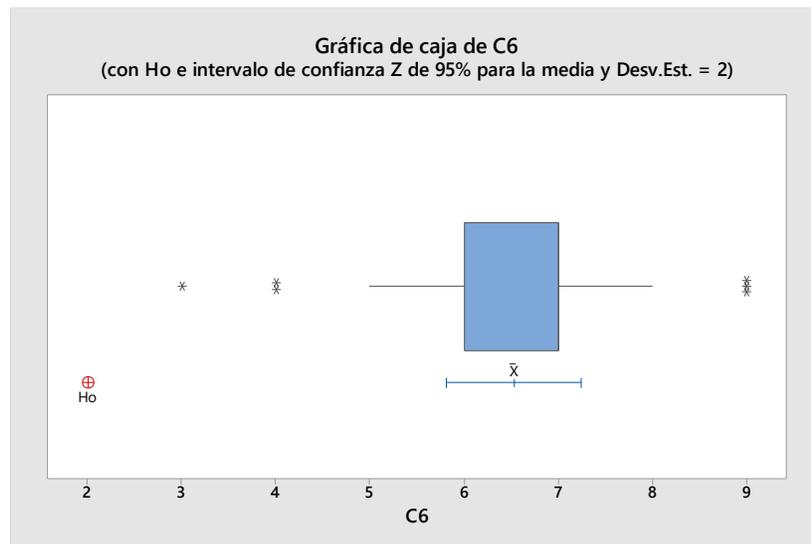
#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu = 2$   
Hipótesis alterna  $H_1: \mu \neq 2$

Valor Z	Valor p
12.42	0.000

**Figura 2.13 Prueba de hipótesis causa 9**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.14 Diagrama de cajas-causa 9**

Fuente: (Autoría Propia)

Posterior a la definición de causas apoyado en con el diagrama causa raíz Anexo 2, se proponen soluciones para cada una de ellas, cabe indicar que ciertas soluciones han podido solventar diversas causas, esto contribuye de una forma positiva ya que esto indica la viabilidad de la implementación, esto se evidencia en la figura 2.15.

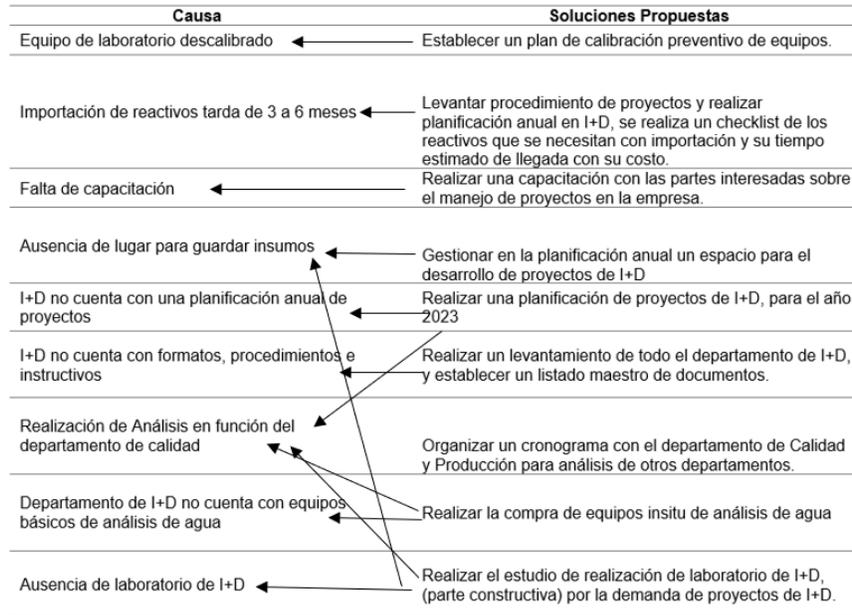


Figura 2.15 Análisis causas-soluciones propuestas

Fuente: (Autoría Propia)

Aplicando una matriz esfuerzo impacto, considerando las soluciones se califican en función del esfuerzo-impacto que tomaría realizarlas y se determina en la tabla 8, la evidencia de la calificación se indica en el registro adjunto en la figura 2.16.

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001			Versión: 01
Código ID-002			Revisión: 00
REGISTRO DE ASISTENCIA			Página 01 de 01
Reunión: Presentación final presupuestos 2023, evaluación soluciones implementación I+D y ventas, ampliación línea de venta bidones y video marketing beneficios agua purificada. Fecha: martes, 03 de enero 2023 Hora: 15h00			
Nombre	Area	Firma	
Antonella Mejia	Ventas	<i>Antonella Mejia</i>	
Daniela Zambrano	Ventas	<i>Daniela Zambrano</i>	
Martha Cedeño	Ventas	<i>Martha Cedeño</i>	
Xavier Zambrano	Ventas	<i>Xavier Zambrano</i>	
Rafael Lasso	Gerencia	<i>Rafael Lasso</i>	
Humberto Heredia	Presidencia	<i>Humberto Heredia</i>	
Alejandro Váscquez	Calidad	<i>Alejandro Váscquez</i>	
Johanna Orellana	I+D	<i>Johanna Orellana</i>	

Nota:

Figura 2.16 Evidencia de aceptación de soluciones

Fuente:(Autoría Propia)

**Tabla 8**  
**Calificación de soluciones mediante matriz impacto-esfuerzo**

	Impacto	Esfuerzo
<b>Solución</b>	10	10
1	10	3
2	9	10
3	9	8
4	10	10
5	8	8
6	7	9
7	10	5
8	8	5
9	10	9

Fuente: (Autoría Propia)

Cada solución fue numerada como se muestra en la tabla 9:

**Tabla 9**  
**Descripción de las soluciones matriz impacto-esfuerzo**

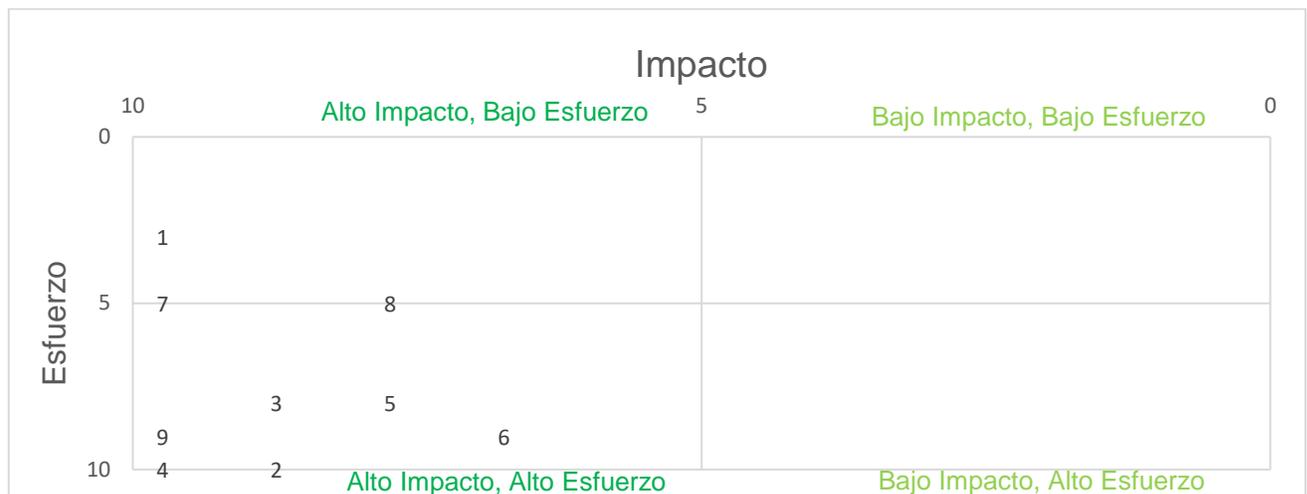
Descripción de la solución	Número de Solución
Establecer un plan de calibración preventivo de equipos	1
Levantamiento de procedimiento de compra de reactivos, checklist de reactivos que necesitan importación y su lead time	2
Capacitación a personal en proyectos	3
Planificación Anual de Espacio para Proyectos	4
Realizar planificación de proyectos I+D para el año 2023	5
Levantamiento de procedimientos, y formatos en I+D	6
Organizar cronograma de análisis y uso de laboratorio compartido de calidad	7
Realizar la compra de equipos insitu de análisis de agua	8
Realizar estudio constructivo para construcción de laboratorio de I+D	9

Fuente: (Autoría Propia)

Como se puede evidenciar en la figura 2.17, se indica que el 78% de las soluciones propuestas son de alto impacto y alto esfuerzo utilizando la matriz de impacto esfuerzo, en este análisis no existieron soluciones de bajo impacto y alto esfuerzo o de bajo impacto y bajo esfuerzo. Las actividades que generaron mayor impacto fueron: la implementación de

un plan de calibración de equipos, el establecimiento de un espacio para almacenamiento de reactivos de I+D, el cronograma de análisis en conjunto con el laboratorio de calidad e I+D y el estudio constructivo para iniciar con la construcción y equipamiento del laboratorio de I+D.

Las soluciones a pesar de formar parte en su totalidad de esta clasificación son realizables y han sido recibidas de buena manera de parte de la alta dirección, ya que como se indicó previamente todas las partes interesadas contribuyeron en el establecimiento de las causas, una de las ventajas de la empresa en estudio es que en ella toman de manera efectiva y positiva las soluciones para mejora de la empresa, como se evidencia en la figura 2.17.



**Figura 2.17 Matriz impacto-esfuerzo**

Fuente: (Autoría Propia)

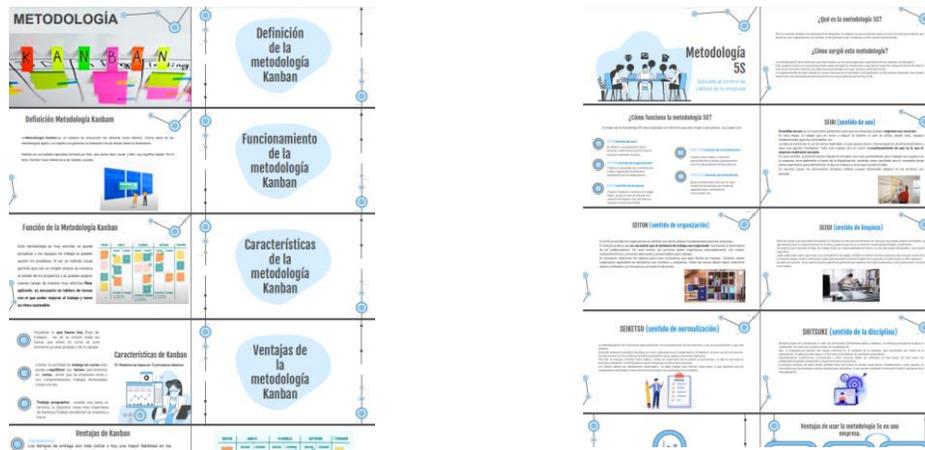
Teniendo en cuenta estos análisis, la alta dirección apoyó la implementación de todas las mejoras para solventar las causas generadas dentro del departamento de I+D. Posterior a ello se incorpora el plan de mejora en el que se detallan las acciones que se realizarán para empoderar en ciertos ejes a todo el personal, así como a los actores más importantes de este proceso de mejora, tal como se evidencia en el anexo 5.

### Implementación de Acciones de Mejora

Como primera actividad de implementación general, se organizó una charla sobre la metodología 5s y Kanban para proyectos, para dar a conocer y empoderar al personal sobre las metodologías de mejora continua, se considera que, si todas las partes interesadas conocen sobre la metodología, la implementación en cada departamento involucrado será más sencillo. Además, que es importante que el fundamento sea conocido por todos los departamentos para en el futuro realizar una mejora a nivel de toda la empresa.

Es importante que el personal que realiza actividades directas con el departamento de I+D conozca estas metodologías ya que los departamentos que trabajan directamente con I+D, son departamentos que presentan una organización inadecuada de actividades y esa falta de organización se ve reflejada en el trabajo conjunto con I+D, generando retraso en la entrega de proyectos, ya que estos son el primer nexo directo con el cliente cuando se define un proyecto, ya sea de experimentación o industrial.

Se adjunta evidencia de asistencia a charlas y material impartido a los asistentes en la figura 2.18 y 2.19.



**Figura 2.18 Evidencia de material de la capacitación Kanban y 5S**

Fuente: (Autoría Propia)

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 01
Código: HD-002	REGISTRO DE ASISTENCIA	Revisión: 00
		Página 01 de 01
<b>Resumen:</b> Capacitación Método 5S y Diagrama de Ishikawa-Trabajo en Grupos de Trabajo <b>León</b> <b>Fecha:</b> Jueves, 29 de diciembre de 2022 <b>Mora:</b> 09:00		
Nombre	Área	Firma
Antonella Mejía	Ventas	<i>[Firma]</i>
Daniela Zambrano	Ventas	<i>[Firma]</i>
Martha Cedeño	Ventas	<i>[Firma]</i>
Xavier Zambrano	Ventas	<i>[Firma]</i>
Rafael Lasso	Gerencia	<i>[Firma]</i>
Humberto Heredia	Presidencia	<i>[Firma]</i>
Alejandro Vilcomer	Calidad	<i>[Firma]</i>
Johanna Orallana	I+D	<i>[Firma]</i>
Jim Pol Pachay	I+D	<i>[Firma]</i>
Ana Cristina Concha	I+D	<i>[Firma]</i>
Inés García	TI/IT	<i>[Firma]</i>
Nota:		

**Figura 2.19 Evidencia de capacitación dada por el departamento de I+D**

Fuente: (Autoría Propia)

Realizada la charla y la metodología para contribuir a la mejora, se realizaron auditorías 5S en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022. En las fechas detalladas a continuación:

**Tabla 10 Disposición de la auditoría 5S**

Fecha	Número de Auditoría
7/10/2022	1
21/10/2022	2
1/11/2022	3
22/11/2022	4
9/12/2022	5

Fuente: (Autoría propia)

En las fechas planteadas, se evaluó cada S correspondiente a la metodología 5S, se revisó un checklist básico de cada S, como se indica en la figura 2.20. Se realizaron cinco auditorías, en las cuales se evidenciaron mejoras. Para la auditoría se colocó un valor de 1 a 10, indicando al menor valor como incumplimiento o ausencia de mejora y 10, al cumplimiento y una mejora completa.

Primera S			
Item	S1: Seiri/Clasificar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	¿Esta todo el mobiliario: mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Puntuación</b>		<b>10</b>	<b>100% IMPLANTADA</b>

## Segunda S

Item	S2: Seiton/Ordenar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	SI, se colocó la política de calidad de la empresa en el área administrativa.
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se dispuso un área para documentos por departamento, de igual en I+D se destino un área para información documental del departamento.
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se dispone en el área de calidad ya que en el análisis se solicita realizar la experimentación a este departamento.
4	¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se encuentra etiquetado para facilidad de información.
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	<input checked="" type="checkbox"/>	En conjunto con el departamento de calidad.
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	En conjunto con el departamento de calidad.
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Puntuación</b>		<b>10</b>	<b>Segunda S OK</b>

## Tercera S

Item	S3: Seiso/Limpiar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Hevise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada, en general en mal estado?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se realiza limpieza diariamente.
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	Cada miembro es responsable del aseo de su lugar de trabajo.
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Puntuación</b>		<b>10</b>	<b>Tercera S OK</b>

## Cuarta S

Item	S4: Seiketsu/Estandarizar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	<input type="checkbox"/>	Existe ventilador en el departamento.
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	<input checked="" type="checkbox"/>	De manera mensual se reúnen los departamentos para definir acciones de mejora.
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se realiza un checklist para priorizar acciones.
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se están desarrollando procesos para el departamento.
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Puntuación</b>		<b>10</b>	<b>Cuarta S OK</b>

## Quinta S

Item	S5: Shitsuke/Disciplinar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	<input type="checkbox"/>	
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	Se revisan mensualmente.
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Puntuación</b>		<b>10</b>	<b>Quinta S OK</b>

## Figura 2.20 Descripción de Auditoría 5s

Fuente: (Autoría propia)

Así se organizó una minga final para auditar y constatar el cumplimiento de las 5s, en todos los departamentos administrativos de la empresa. Para ello se definió esta actividad como se evidencia en la figura 2.21.



Estimado Economista,

Como le había conversado, con el personal administrativo hemos analizado la opción de hacer una **minga** de trabajo en toda el área administrativa, para desocupar el archivero y guardar los archivos de años pasados y así mismo gestionarlos por áreas, además de realizar una limpieza de los puestos de trabajo como del comedor del personal, la **minga** sería el día viernes 02 de diciembre de 2022

Adicional se están proformando los cartones para archivos para su respectiva aprobación.

Por su gentil atención, quedo muy agradecida.

## Figura 2.21 Evidencia de proceso 5s

Fuente: (Autoría propia)



**Figura 2.22 Evidencia de proceso 5s en oficinas**

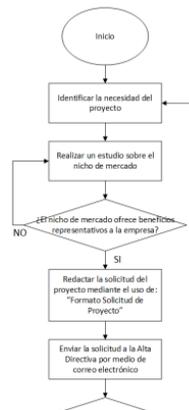
Fuente: (Autoría propia)

Al no existir un proceso definido en el departamento de I+D, realizó el levantamiento del proceso, siguiendo la estructura ISO 9001:2018, como se presenta en la figura 2.23.

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 01
		Revisión: 00
	Código ID-004	PROCEDIMIENTO DE SOLICITUD DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN
		Página 01

5. Realizar estudio interno sobre variables químicas y físicas que intervienen en el proceso, si el caso aplica a un nicho nuevo, definir si existen proyectos ejecutados en otros lugares a nivel nacional o internacional.
6. En el caso de que el proyecto sea de carácter experimental; se solicita una reunión a la empresa con la que se colaborará, y se socializa el borrador del proyecto, para llegar a un acuerdo entre las partes interesadas.  
  
En el caso de que el proyecto sea de carácter aplicativo (encuesta), se solicita una reunión a la empresa, para poder definir objetivos y cuadrar las visitas técnicas correspondientes para el levantamiento de información.
7. Realizar un cronograma de visitas y un esquema de trabajo.
8. Enviar el esquema a gerencia, se aprueba o se solicitan correcciones.
9. Enviar los documentos entregables a la empresa con la que se realiza el proyecto.
10. Aprobación y ejecución de proyecto.

Diagrama de flujo del proceso.

**Figura 2.23 Estructura de procedimiento de solicitud de proyectos (evidencia)**

Fuente: (Autoría propia)

El procedimiento general se establece de la siguiente forma, su diagrama de flujo se presenta en el Anexo 1.

1. Identificar la necesidad del proyecto y socializar con la Alta Dirección donde se establece la necesidad de generación de proyecto de I+D.
2. Realizar un análisis de nicho de mercado o de la oportunidad de ingresar con el producto a un mercado nuevo o de alta demanda. Si el nicho de mercado ofrece beneficios representativos a la empresa, continua a paso 3. Caso contrario se descarta el nicho y se considera otra oportunidad de negocio.
3. Realizar la solicitud del trabajo mediante el uso del “Formato Solicitud de Proyecto”
4. Mediante correo electrónico, el departamento de I+D envía la solicitud a la alta dirección. Si el proyecto es aceptado por la alta dirección el proyecto inicia la ejecución, caso contrario se rechaza y se determina la necesidad del proyecto.
5. Realizar un cronograma de trabajo sobre la revisión documental de la información.
6. Enviar el cronograma a gerencia para la socialización con las partes involucradas. En caso de ser aceptado el cronograma, inicia el estudio interno por parte del departamento de I+D, en caso de ser rechazado se replantean fechas dentro del cronograma para una nueva revisión.

Si el proyecto tiene carácter experimental\*, se omiten los puntos 8 y 9 y pasa directamente al punto 10, ejecución del proyecto.

7. El departamento de I+D solicita una reunión a la empresa de análisis, se socializa el borrador del proyecto para llegar a un acuerdo con las partes interesadas.  
Si el proyecto tiene carácter aplicativo\* (por medio de encuesta)
8. El departamento de I+D solicita una reunión a la empresa para definir objetivos y determinar las fechas de visitas técnicas correspondientes al levantamiento de información.
9. Realizar el cronograma de visitas con la empresa y el esquema de trabajo, si el esquema es aceptado, se envía los documentos entregables a la empresa con la que se realiza el trabajo colaborativo, caso contrario se replantean las fechas con las partes interesadas.
10. Iniciar la ejecución del proyecto.

\*Un proyecto es de carácter experimental, cuando trabaja en una empresa en la cual se ejecuta un experimento mediante el diseño de experimento, por ejemplo, experimentos de carácter agrícola o pecuario, se realiza un experimento ya sea a pequeña o gran escala para demostrar el beneficio o la eficiencia de los tipos de agua ofertados por la empresa de estudio.

\*Un proyecto es de carácter aplicativo, cuando se ejecuta un análisis costo beneficio, es decir generalmente trabaja con el sector industrial, se realiza un análisis del agua de la red pública y/o competencia; versus el agua de la empresa de estudio, en la cual se muestran los beneficios del uso de agua, costos, rentabilidad y margen de ganancia de la empresa al adquirir el producto ofertado por la empresa de estudio.

## **2.2 Implementación 1: Plan de calibración preventivo de equipos**

Se realizó la consulta al jefe de calidad, ya que los equipos corresponden a este laboratorio, sin embargo, son de uso principal del departamento de calidad, se indicó que no se ha realizado un esquema de calibración ya que el jefe es nuevo, y han existido cambios con respecto a la vacante de calidad. Se presenta un formato de control de equipos dado en la figura 2.24 por otro lado, el desarrollo de estos planes se ha realizado considerando la norma ISO 9001:2018. Ya que en el proceso de certificación es un requerimiento fundamental la calibración de equipos y su fiabilidad tanto para entrega a clientes y como validación propia del departamento de calidad. En la tabla 11 se indica un control implementado para determinar frecuencia de mantenimiento.

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 02
	Código CAL-001	Revisión: 01
	FORMATO DE SEGUIMIENTO EQUIPOS CALIDAD	
		Página 01 de 03
Nombre del Equipo	Kit prueba amoniac con checker modelo HI38049 Hanna Instruments	
Fecha de Calibración	19 de octubre de 2022	
Proveedor de Calibración	Elicrom	
Prox. Calibración	19 abril de 2023	
Costo de la Calibración	162.80 dólares americanos	
Envío de Dispositivo	Si, se realiza envío a Guayaquil	
Nombre del Equipo	pH meter, conductivity meter/ Hanna Instruments HI8424N Portable pH/ORP/Temperature Meter (-2.00 - 16.00pH, +/-699.9mV, +/-1999mV, -20.0 - 120.0oC)	
Fecha de Calibración	16 de noviembre de 2022	
Proveedor de Calibración	Elicrom	
Prox. Calibración	16 febrero de 2023	
Costo de la Calibración	80.30 dólares americanos	
Envío de Dispositivo	Si, se realiza envío a Guayaquil	

**Figura 2.24 Evidencia de Seguimiento Calibración de Equipos**

Fuente: (Autoría Propia)

**Tabla 11 Monitoreo de equipos de Calidad e I+D**

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 01	
	Código CID-001	Revisión: 00	
	MONITOREO DE EQUIPOS ANALISIS CONJUNTO CALIDAD Y DESARROLLO		
		Página 01 de 01	
Nombre de Equipo	Marca	Características	Frecuencia de Calibración
pH-metro	Hanna HI5221-0	Medidor de mesa de pH/mV grado investigación con resolución de 0.001 de pH	Bimensual
Fotómetro	Hanna HI97704C	Detección de referencia y filtros de interferencia, no necesita calentamiento.	Semestral
Turbidímetro	Hach	Nefelométrico Hach XR58	Bimensual
Termómetro	N/A	N/A	N/A
Estufa	Hach HRI3P	Refrigeran por termoelectricidad (método Peltier), de modo que se elimina la necesidad de un compresor de refrigeración.	Semestral/Revisión
Medidor de Conductividad	Hanna HI98194-40	Medidor multiparamétrico de pH/ORP/CE/TDS/salinidad/OD (presión)/temperatura con 40 metros de cable	Trimestral
Espectrofotómetro	Hach	Hach DR1900 Espectrofotómetro de barrido UV-Visible DR 6000™, 180 a 1100 nm, ± 1 nm de precisión; 2 nm de ancho de banda	Anual
Colorímetro	Hanna	Serie DR900 uastro longitudes de onda fijas de 420, 520, 560 y 610 nanómetros, con ancho de banda de 10 nm y precisión de ±1 nm	Semestral

Fuente: (Autoría Propia)

### 2.3 Implementación 2: Levantamiento de proceso de cotización para reactivos de I+D- Checklist de tiempo de importación de reactivos

Se realizó el levantamiento del procedimiento de solicitud de reactivos de I+D, así como el formato de cotización para entregar al departamento de compras para que se realice la gestión de compra dentro del primer trimestre del año. En la figura 2.25 se adjunta evidencia de formato de cotización de insumos para I+D. Se realiza planificación agregada en el departamento de I+D., por otra parte se indica que el departamento de marketing estuvo sin personal en los meses de julio a octubre, para poder determinar el mercado objetivo mediante la época del agua, ya que en función de la estación climática, ciertas industrias requieren un mayor volumen de agua, por ejemplo en el invierno por la alta cantidad de sólidos y contaminación de agua, muchas empresas como atuneras o clínicas requieren

altos volúmenes de agua (más de lo habitual) lo que hace que el departamento de calidad e I+D, aumente proyectos de desarrollo y aumenten los análisis de calidad para entrega al cliente. Esto incide en el aumento de reactivo por la alta demanda.

Por ello la presidencia indicó que la compra de ciertos reactivos de importación se realice de forma semestral, para evitar que insumos estén sin uso y para precautelar las características físicas de ciertos insumos. En la tabla 12, se indican los reactivos necesarios para análisis y su importación con tiempo estimado de llegada.



**Aquaher**  
MÁS QUE UN REACTIVO

**COTIZACIÓN**

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ N° DE COTIZACIÓN: ID001  
TELÉFONOS: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
CORREO: \_\_\_\_\_ VÁLIDO HASTA: \_\_\_\_\_  
SITO WEB: \_\_\_\_\_  
RESP. VENTAS: \_\_\_\_\_

CANTIDAD	PRODUCTO	PROVEEDOR 1		PROVEEDOR 2		PROVEEDOR 3		PROVEEDOR 4	
		P. UNITARIO	TOTAL						
40	Aluminio	17	680	85	3400	15	600	18	720
40	Cobre	17	680	85	3400	15	600	18	720
40	DBO	30	1200	16	640	15	600	18	720
40	DQO	30	1200	16	640	15	600	18	720
40	Fosfatos	20	800	10	400	12	480	18	720
40	Piomo	17	680	85	3400	15	600	18	720
Subtotal		5240		11880		3480		4320	
(IVA 12%)		628.8		1425.6		417.6		518.4	
Total		5868.8		13305.6		3897.6		4838.4	
Terminos y Condiciones		Terminos y Condiciones		Terminos y Condiciones		Terminos y Condiciones		Terminos y Condiciones	

**Figura 2.25 Evidencia de Formato de Cotización de Insumos**

Fuente: (Autoría Propia)

**Tabla 12**  
**Reactivos de Importación para Análisis**

<b>Reactivo</b>	<b>Marca</b>	<b>Costo</b>	<b>País de Importación</b>	<b>Tiempo de Llegada</b>
UHPLC-MS LiChrosolv solvents	ThermoFisher Scientific	\$350.80	Estados Unidos	Tres meses
DRIERITE Disiccants 14 3 3 gamma (YWHAG) (NM_012479)	Merck	\$180.00	Estados Unidos	Tres meses
Human Mass Spec Standard from OriGene Technologies	OriGene	\$490.60	Estados Unidos	Seis meses
(+)-Fenchone CannStandard, 1,000 µg/mL from Spex CertiPrep Formerly Alfa Aesar	Spex Certiprep	\$800.00	Alemania/Estados Unidos	Cuatro meses
Gallium metal, packaged in polyethylene bottle, 99.999% (metals basis)	ThermoFisher Scientific	\$700.00	China	Seis meses
Formerly Alfa Aesar Platinum Iridium foil, 0.05mm (0.002in) thick, 99.9% (metals basis excluding precious metals)	ThermoFisher Scientific	\$900.00	China	Cuatro a Cinco meses

Fuente: (Autoría Propia)

#### **2.4 Implementación 3: Realización de capacitación con las partes interesadas sobre manejo de proyectos en la empresa**

Entre departamentos no existe una comunicación fluida por ello cada departamento trabaja de forma independiente, en la figura 2.26 se realiza una socialización de los procedimientos más relevantes de la empresa para mejorar el canal de comunicación entre los departamentos. En la tabla 13, se presenta el plan de capacitación en proyectos que se ha desarrollado en la empresa, ya que ninguno de los departamentos capacitados tiene un conocimiento sólido en proyectos, por ello como estrategia se ha considerado que al estar contribuyendo a la generación de proyecto se tenga un conocimiento sobre este tema.



**Figura 2.26 Evidencia de Socialización de Procedimientos**

Fuente: (Autoría Propia)

**Tabla 13  
Plan de capacitación en proyectos**

Plan de Capacitación 2023						
Temas	Desglose	Fechas	Duración	Dirigido a	Monitor	Características de Capacitación
Gestión de Proyectos	¿Qué es un proyecto? Certificación PMP Introducción a la dirección de proyectos. Influencia de la organización y el ciclo de vida del proyecto. Procesos de la Dirección de Proyectos.	18/01/2023	1h	Ventas, calidad, gerencia, recursos humanos.	Johanna Orellana I+D	Gestión de la integración, desarrollo de acta de constitución de un proyecto, desarrollo de plan de dirección de proyecto, dirección y gestión del trabajo de proyecto, monitoreo y control del trabajo de proyecto, control integrado de cambios, cierre de proyecto o fase. Evaluación de gestión de la integración.
Gestión de alcance y gestión de los interesados del proyecto	Gestión del alcance de proyecto, planificar la gestión de alcance, recopilación de requisitos, definir el alcance, creación de EDT, validación del alcance, control del alcance.	27/01/2023	1h	Ventas, calidad, gerencia, recursos humanos.	Ing. Miguel Cárdenas Ucuena	Gestión de los interesados, identificar a los interesados, planificar la gestión de los interesados, gestionar la participación de los interesados, controlar la participación de los interesados.
Gestión de tiempo del proyecto	Gestión de tiempo, definición de actividades.	10/02/2023	1h	Ventas, calidad, gerencia, recursos humanos.	Ing. Miguel Cárdenas Ucuena	Desarrollo y gestión en Microsoft Project

Fuente: (Autoría Propia)

## 2.5 Implementación 4: Gestión en planificación anual un espacio para el desarrollo de proyectos de I+D

Los insumos actualmente se guardan en el departamento de calidad, es decir en el laboratorio, cabe indicar que esta responsabilidad está a cargo de este departamento ya que el departamento de I+D, solo dispone de un espacio en oficinas administrativas, mas no de espacio físico, por otro lado, el uso de reactivos suele confundirse ya que no se respeta del todo la cantidad de reactivo por proyecto, por el hecho de que el reactivo se almacena en dicho departamento. Ver aprobación anexo 6. Por ello, las políticas se enfocan en que cada departamento pide insumos y estos deben ser precautelados por el departamento que solicita, para evitar pérdidas de insumo.

## 2.6 Implementación 5: Realizar una planificación de proyectos de I+D para el año 2023

Esta acción de planificación se sustenta ya que al tener una planificación clara con entregables y tiempo aproximado se puede definir los segmentos de trabajo de los departamentos, además optimizaría el tiempo ya que generalmente, si el gerente tenía una idea de desarrollo, esta partía de cero y ralentizaba el tiempo ya que existen ideas de proyectos que no son viables y la investigación previa se presta para la toma de decisión, una planificación permite evitar desperdicios de tiempo ya que muchas veces existen tiempos muertos entre proyecto y generalmente eso no es aprovechado.

La planificación anual se presenta como evidencia en la figura 2.27 en la cual se planificó en el mes de diciembre de 2022, dentro de los proyectos se plantean proyectos experimentales y proyectos empresariales, tipo visita técnica.

En la tabla 14, se presenta una tabla de descripción de entregables de proyecto y desarrollo de ejecución de estos. En el anexo 7 consta la evidencia de aprobación.

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 01
Código PUD-001		Revisión: 02
PLANIFICACIÓN ANUAL DE PROYECTO		Página 02 de 03
Mes	Número de Proyecto	Nombre de Proyecto
Enero	Proyecto 1	Proyecto Avícola con Avipechichal
	Proyecto 2	Proyecto Río Portoviejo Verano
Febrero	Proyecto 1	Proyecto Hospitales Manadialisis
	Proyecto 2	Proyecto Hacienda Cacaotera
Marzo	Proyecto 1	Proyecto La Fabril
	Proyecto 2	Proyecto Industria Moderna
Abril	Proyecto 1	Proyecto Bananera
	Proyecto 2	Proyecto Hospitales Solca
Mayo	Proyecto 1	Proyecto Lab. Larvas Lardema
	Proyecto 2	Proyecto Atunera Mareroce
Junio	Proyecto 1	Proyecto Lab. Larvas Nemen
	Proyecto 2	Proyecto Puerto de Manta
Julio	Proyecto 1	Proyecto Residencias Portoviejo
	Proyecto 2	Proyecto Residencias Manta
Septiembre	Proyecto 1	Proyecto Río Portoviejo Invierno
	Proyecto 2	Proyecto Fluculantes
Octubre	Proyecto 1	Proyecto Coagulantes
	Proyecto 2	Proyecto Expansión Pitahaya
Noviembre	Proyecto 1	Proyecto Hieleras
	Proyecto 2	Proyecto DEGFER
Diciembre	Proyecto 1	Proyecto Expansión Cap. Planta
	Proyecto 2	

**Figura 2.27 Evidencia de la planificación de proyectos anuales 2023**

Fuente: (Autoría Propia)

**Tabla 14**  
**Planificación de proyectos de I+D 2023**

Mes	Número de Proyecto	Nombre de Proyecto	Responsable	Costo Aproximado	Tiempo de Desarrollo
Enero	Proyecto 1	Proyecto Avícola con Avipechichal	Ventas, I+D, Calidad	\$ 800.00	30 días
	Proyecto 2	Proyecto Río Portoviejo Verano	I+D, Calidad	\$ 600.00	30 días
Febrero	Proyecto 1	Proyecto Hospitales Manadiálisis	Ventas, I+D, Calidad	\$ 200.00	20 días
	Proyecto 2	Proyecto Hacienda Cacaotera	Ventas, I+D, Calidad	\$ 200.00	30 días
Marzo	Proyecto 1	Proyecto La Fabril	Ventas, I+D	\$ 200.00	15 días
	Proyecto 2	Proyecto Industria Moderna	Ventas, I+D, Calidad	\$ 200.00	15 días
Abril	Proyecto 1	Proyecto Bananera	Ventas, I+D	\$ 200.00	45 días
	Proyecto 2	Proyecto Hospitales Solca	Ventas, I+D	\$ 200.00	15 días
Mayo	Proyecto 1	Proyecto Lab. Larvas Lardema	Ventas, I+D	\$ 400.00	30 días
	Proyecto 2	Proyecto Atunera Mareroce	Ventas, I+D	\$ 200.00	30 días
Junio	Proyecto 1	Proyecto Lab. Larvas Nemen	Ventas, I+D	\$ 200.00	30 días
	Proyecto 2	Proyecto Puerto de Manta	Ventas, I+D	\$ 200.00	15 días
Julio	Proyecto 1	Proyecto Residencias Portoviejo	Ventas, I+D, Calidad	\$ 200.00	15 días
	Proyecto 2	Proyecto Residencias Manta	Ventas, I+D, Calidad	\$ 200.00	15 días
Septiembre	Proyecto 1	Proyecto Río Portoviejo Invierno	I+D, Calidad	\$ 600.00	30 días
	Proyecto 2	Proyecto Floculantes	I+D	\$ 500.00	45 días
Octubre	Proyecto 1	Proyecto Coagulantes	I+D	\$ 500.00	45 días
	Proyecto 2	Proyecto Expansión Pitahaya	Ventas, I+D	\$ 200.00	15 días
Noviembre	Proyecto 1	Proyecto Hieleras	Ventas, I+D, Calidad	\$ 200.00	15 días
	Proyecto 2	Proyecto DEGFER	Ventas, I+D	\$ 200.00	15 días
Diciembre	Proyecto 1	Proyecto Expansión Cap. Planta	I+D,	\$ 2,000.00	45 días
	Proyecto 2		Producción, Calidad		
Total				\$ 8,200.00	

## 2.7 Implementación 6: Realizar un levantamiento de todo el departamento de I+D, y establecer un listado maestro de documentos.

En la tabla 15 se indica evidencia de la realización de estado de procedimientos e instructivos correspondiente al departamento de I+D en esta causa, se han unido dos posibles causas, ya que, al existir un procedimiento e instructivo siguiendo la estructura ISO 9001:2018 estos, usualmente constan de formatos de control y/o registros, por ello, en el

departamento de I+D se han realizado documentos y formatos de los procesos más importantes del área como son:

- Procedimientos de cotización
- Procedimientos de solicitud de proyecto
- Procedimiento de toma de muestra de cuerpos de agua
- Procedimiento de búsqueda de información
- Procedimiento de pasantías
- Procedimiento de solicitud de insumos

Para desarrollar cada uno de los procedimientos, el objetivo principal de ellos era la estandarización, ya que no existía un orden de desarrollo de actividades, por ello, se coordinó con gerencia (que es la jefatura inmediata de I+D) para indicar cuales serían los pasos para seguir. Además, se tuvo reuniones adicionales con los departamentos involucrados directamente para saber cómo se manejaban las actividades departamentales de vinculación directa y cuáles eran las actividades comunes del departamento para así levantar los procesos.

Por otro lado, se siguió en la realización de los procedimientos la estructura de la norma ISO 9001:2018 ya que la empresa está en proceso de certificación y por ello para evitar el retrabajo el departamento de I+D sugirió a los departamentos que se trabaje con esta estructura, cuando se entregue la información documentada en el proceso de certificación.

En el anexo 3, se indican evidencias de algunos procedimientos levantados dentro del proceso de levantamiento de información.

**Tabla 15**  
**Evidencia de realización de procedimientos en el departamento de I+D**



#### LISTADO MAESTRO DE DOCUMENTOS DE I+D

N°	NOMBRE	CODIFICACION	FECHA	VERSIÓN
1	Procedimiento de Cotización	IDPC001	03/12/2022	0
2	Formato de Cotización	IDFC001	05/12/2022	0
3	Procedimiento General Solicitud de Proyecto Experimental	IDPGSP001	05/10/2022	0
4	Procedimiento General Solicitud de Proyecto Empresa	IDPGSP002	09/11/2022	0
5	Procedimiento Toma de Muestras General	IDPTMG001	09/09/2022	0
6	Procedimiento de Búsqueda de Información	IDPBI001	19/09/2022	0
7	Formato Evaluación Antropogénica Río Portoviejo	IDFEARP001	30/11/2022	0

Fuente: (Autoría Propia)

### 2.8 Implementación 7: Organizar un cronograma de uso de laboratorio con el departamento de Calidad y Producción para análisis de otros departamentos

Se ha organizado mediante una reunión con gerencia, calidad y producción horarios para que los pasantes de I+D, o la jefatura de I+D pueda trabajar en el laboratorio de calidad. En

la figura 2.28 se indica evidencia del acta de la reunión la cual indica horarios y consideraciones para el ingreso de externos al área de calidad.

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 01
		Revisión: 01
	Código GEN-003	ACTA DE REUNIÓN
		Página 01 de 01

Reunión: Definición de horarios de uso de laboratorio de Calidad

Fecha: lunes, 14 de noviembre de 2022

Hora: 08h30

Asistentes:

Ing. Jennifer Rizzo- Departamento de Producción

Ing. Alejandro Vásquez-Departamento de Calidad

Ing. Johanna Orellana - Departamento de Investigación y Desarrollo

Eco. Rafael Lasso - Gerente

Ing. Humberto Heredia - Presidente

Se inicia la sesión a las 8h40am. El economista Rafael Lasso inicia explicando la importancia del trabajo colaborativo entre áreas de la empresa, se indica que dado el suceso de la ruptura del pH meter por parte de uno de los pasantes del área de investigación y desarrollo se establecerá un horario y políticas de trabajo entre los departamentos de I+D, Calidad y Producción, la jefe de Producción, Ingeniera Jennifer Rizzo, indica que las políticas serán aplicadas para todos los pasantes y jefaturas de área que trabajen directamente con el departamento de Calidad.

Segundo, por consenso el ingeniero Alejandro Vásquez, jefe de Calidad e ingeniera Johanna Orellana de Investigación y Desarrollo, indican que los horarios de los pasantes para trabajo de laboratorio en el departamento estarán dados los días **martes y viernes en horario de 14h00 a 16h15**, en este tiempo el departamento de I+D en supervisión de la ingeniera Johanna Orellana realizarán análisis competentes a los proyectos de ejecución del laboratorio, el ingeniero Vásquez indica la necesidad de compra de reactivos por parte de I+D para que no se vea afectado el inventario de calidad, el Ingeniero Humberto Heredia, acota que es importante que se realice la compra de estos insumos ya que se debe empezar en el mes de enero con la realización de proyecto Río Portoviejo en periodo de verano.

Para concluir, se aprueban por todas las partes el horario, indicando que el personal de producción e I+D que ingresa al laboratorio debe estar uniformado, con mandil, cofia y guantes para realizar los análisis, caso contrario no se procederá al ingreso. Se termina la reunión a las 9h15 de la mañana con aprobación de todos los presentes.

Firma:



Lcda. Emily Vergara  
Asistente de Nómina/Secretaria de Reunión

## Figura 2.28 Evidencia de acta de reunión de cronograma de uso de laboratorio

### 2.9 Implementación 8: Realizar la compra de equipos insitu para análisis de agua

Existen algunos análisis dentro de los proyectos de I+D que pueden ser solventados in situ, así disminuye la dependencia del laboratorio de calidad por la alta ocupación de análisis en ese departamento, ya que se indica que el laboratorio de calidad se utilizaba exclusivamente para análisis de agua, sin embargo la empresa forma parte de un holding corporativo así que el departamento de calidad solventa análisis de las dos empresas adicionales del grupo, por ello se ha determinado con gerencia realizar la cotización y compra de equipos como colorímetro, pH meter para realizar dichos análisis. Se evidencia en la figura 2.29.

	<b>COTIZACION No. P-NI-0017-23</b> Guayaquil, 10 de enero 2023	<b>Elaborador por:</b> Nathaly Iperty Barros Pbx. (593-4) 2282007 ext. 144 Email: calidadprocesos@elicrom.com Cel: 0982933450
	RUC: 0992216964001	

**Empresa:** PROCESADORA AQUA HEREDIA AQUAHER S.A.  
**Dirección:** AV. 3 NRO.S/N (CALLE 13 Y 14)  
**Contacto:** Jenniffer Rizzo  
**Teléfono:** 0991606305  
**RUC:** 1391823754001

Ítem	Características mínimas	Cant.	Precio	Total
1	<b>Medidor impermeable de pH/ORP/temperatura</b> Marca: SINOTIMER Catálogo: PH-099 Tiempo de entrega: INMEDIATA <b>Descripción Detallada:</b> Descripción: -PH-099 es un medidor de pH, ORP y temperatura a prueba de agua . Carcasa completamente sellada contra la humedad y diseñada para flotar. -Todas las lecturas de pH se compensan automáticamente con la temperatura (ATC). -Las mediciones son muy precisas con un indicador de estabilidad único en la pantalla LCD. -El electrodo de pH es reemplazable y el usuario puede reemplazarlo fácilmente.	1	174,35	174,35
				
2	<b>Medidor de pH tipo bolígrafo de alta precisión</b> Marca: SINOTIMER Catálogo: PH-009(III) Tiempo de entrega: INMEDIATA <b>Descripción Detallada:</b> Descripción: • Construcción compacta • Operación fácil • Medición en el lugar • Fácil de llevar  El medidor de pH tipo bolígrafo modelo PH-009(III) utiliza como sonda un electrodo de pH combinado de alta sensibilidad	1	53,60	53,60

**Figura 2.29 Evidencia de Cotización de Reactivos**

## 2.10 Implementación 9: Desarrollo del estudio para la construcción del laboratorio de I+D (parte constructiva) por demanda de proyectos de I+D.

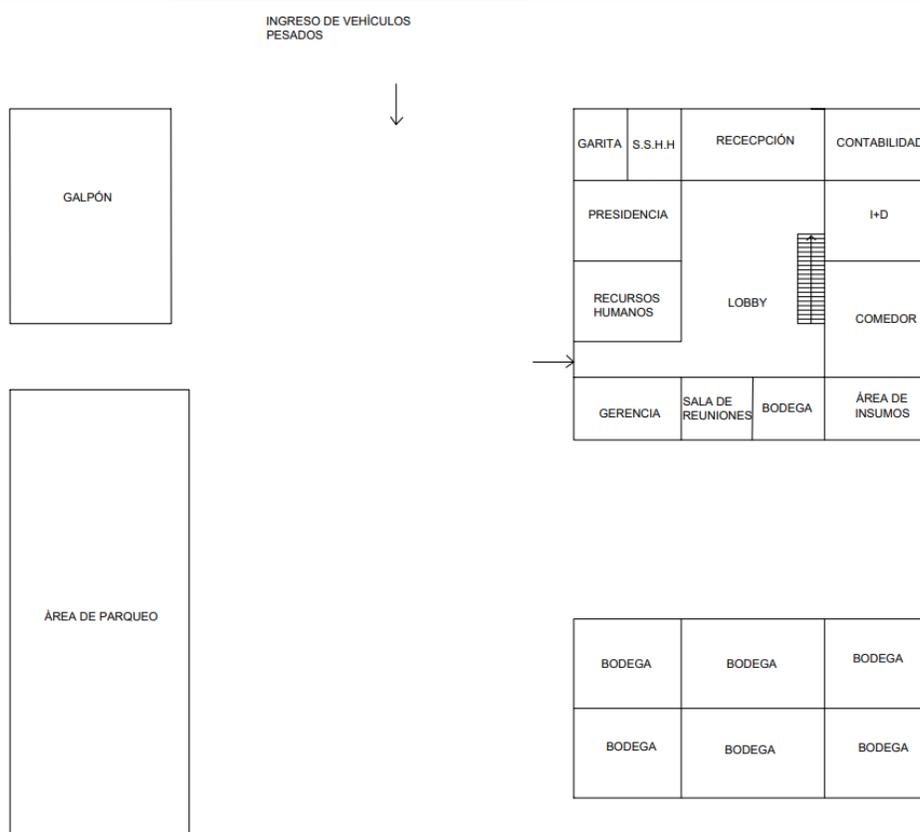
En la empresa de estudio se dispone de espacio físico para la realización de un laboratorio propio de I+D, como se muestra en figura 2.30 (recuadro rojo). En este laboratorio se realizarán análisis fisicoquímicos básicos, desarrollo de nuevos productos, teniendo su independencia exclusiva de laboratorio. Se presentan los layouts de construcción de laboratorio de I+D, los cuales se plantea su construcción con gerencia y presidencia para el mes de marzo 2023. Los cuales se presentan las figuras 2.31 y 2.32. Así como el planillaje de obra ver anexo 4.

Para el establecimiento del laboratorio de I+D, se consideró el espacio físico disponible en la planta industrial, se evaluaron parámetros departamentales con la alta dirección se utilizó la metodología diagrama de Spaguetti, para evaluar movimientos innecesarios en los procesos del departamento, además que como se indica en la figura 2.30, la entrada de la empresa y la ubicación de queda ubicada en la avenida principal (color celeste) en la parte posterior se realiza la captación de agua y los procesos químicos para el tratamiento de agua por ello no es viable ubicarlo en otro sitio. También debido a que en un futuro se espera unificar los departamentos de I+D de todo el holding corporativo el cual, se ubica en la región en donde se espera la construcción ya que el área para el laboratorio es amplia para desarrollar proyectos.



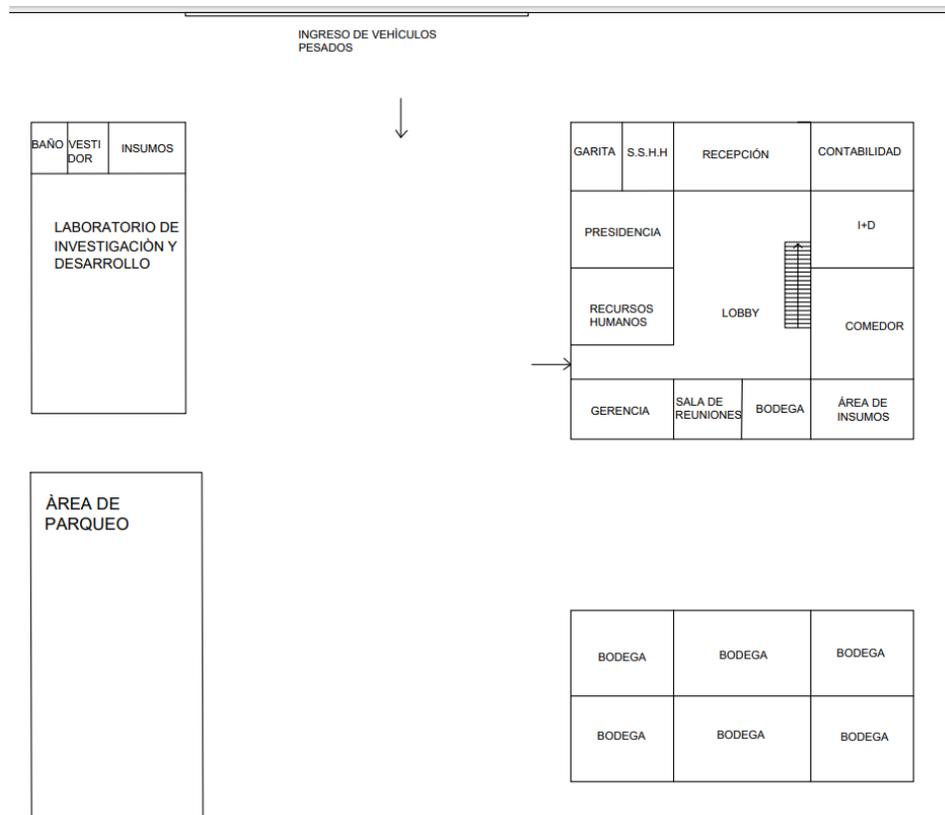
**Figura 2.30 Vista Superior Empresa de Estudio**

Fuente: (Google, 2022)



**Figura 2.31 Layout laboratorio I+D antes**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 2.32 Layout laboratorio I+D implementado**

Fuente: (Autoría Propia)

La aplicación de herramientas de mejora continua, así como el empoderamiento del personal para poder sacar adelante proyectos que generan un beneficio a la empresa es importante, por la búsqueda y el trabajo en equipo sumado a los análisis de muchas aristas para presentar a la presidencia e indicar el beneficio que trae el generar un orden mediante el levantamiento de procesos, generación de procedimientos entre otros, trae cambios significativos en implementación de soluciones a corto y mediano plazo generan que la alta dirección se decida a implementar todas las soluciones.

## CAPÍTULO 3

### 3. Resultados

#### 3.1 Análisis de resultados

Se realiza una comparación generada mediante toma de tiempos de tres proyectos que se han realizado desde el mes de diciembre 2022 y enero de 2023 mostrados en la tabla 16. En la cual se evalúa el lead time y la eficiencia para cada uno de los proyectos tras la implementación, el tiempo máximo que se esperaría del proceso es de 170 horas/proyecto debido a que la complejidad del proyecto es medio-alta y se consideran variables como retrasos que podrían existir debido a la gestión departamental con la que trabaja I+D.

**Tabla 16**  
**Análisis comparativo de los proyectos con la implementación**

Actividad	Proyecto Pitahaya	Proyecto Avícola	Proyecto Río Portoviejo
	Tiempo (hora/orden)	Tiempo de Proceso (hora/orden)	Tiempo (hora/orden)
Reunión con alta dirección	2	1	1
Espera de proceso	0	0	0
Revisión bibliográfica	8	6	5
Reunión con alta dirección y ventas	2	2	2
Espera de proceso	16	32	4
Visita a la empresa de ejecución de proyecto	3	4	0
Reunión sobre avances	2	2	1
Fase de recopilación de datos in situ	27	3	20
Espera de proceso	40	0	40
Análisis de laboratorio	2	2	40
Desarrollo de informe y hallazgos	24	24	24
Espera de proceso	40	40	72
Reunión de presentación de resultados	4	4	4
Total	170	120	213

Fuente: (Autoría propia)

#### Proyecto Pitahaya:

**Lead Time=** Tiempo de Proceso + Tiempo de Esperas

**Lead Time=** 170 horas/orden

**Eficiencia=** (Tiempo AV/Lead Time) \*100

**Eficiencia=** (74/170) \*100

**Eficiencia =** 43.52%

#### Proyecto Avícola:

**Lead Time=** Tiempo de Proceso + Tiempo de Esperas

**Lead Time=** 120 horas/orden

**Eficiencia=** (Tiempo AV/Lead Time) \*100

**Eficiencia=** (48/120) \*100

**Eficiencia =** 40%

**Proyecto Río Portoviejo:**

**Lead Time=** Tiempo de Proceso + Tiempo de Esperas

**Lead Time=** 213 horas/orden

**Eficiencia=** (Tiempo AV/Lead Time) \*100

**Eficiencia=** (97/213) \*100

**Eficiencia =** 45.53%

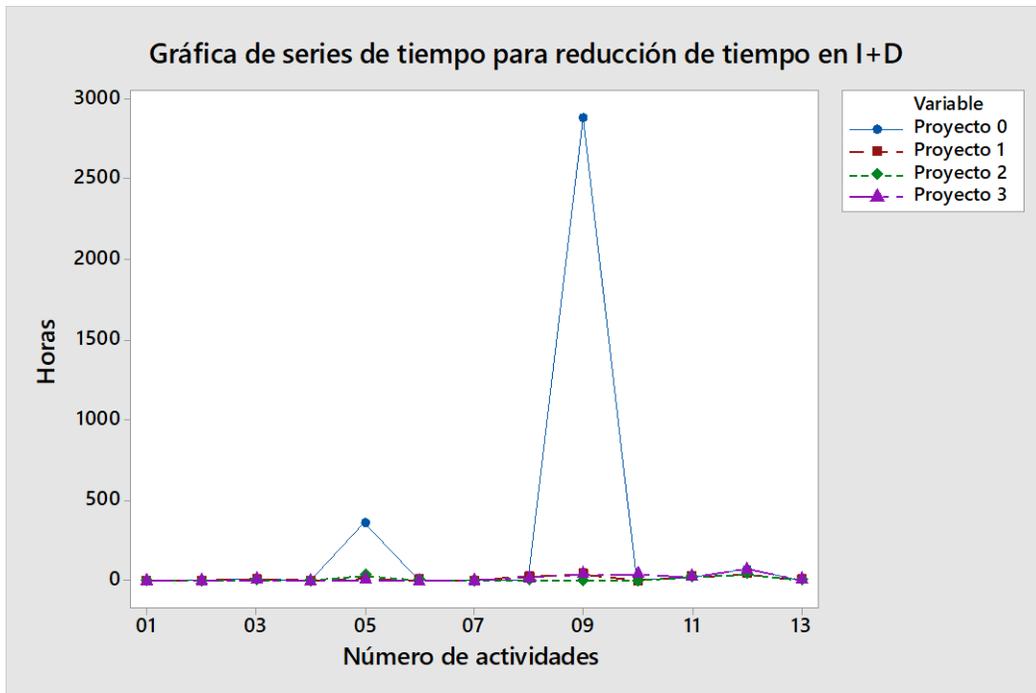
**Tabla 17**  
**Porcentaje de eficiencia calculado de los proyectos tras la implementación**

Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3
Pitahaya	Avícola	R. Portoviejo
43.52%	40%	45.53%

Fuente: (Autoría propia)

En la tabla 17 se analiza las eficiencias de proyectos tras la implementación y se pudo definir que los proyectos incrementaron su eficiencia en un 40%, tras las acciones de mejora realizadas en el departamento de I+D.

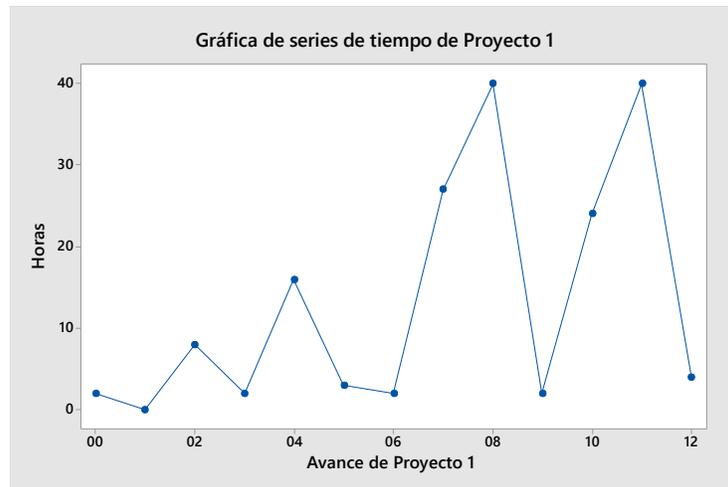
En el software Minitab, se realizó una gráfica de series de tiempo de los tres proyectos en los cuales se ha desarrollado las implementaciones descritas en el capítulo 2. En la figura 3.1 pertenece al proyecto Pitahaya (proyecto 1), proyecto Avícola (proyecto 2) y Río Portoviejo (proyecto 3), que forman parte de la tabla 17. Se ha contrastado con el Proyecto 0, el cual forma parte del levantamiento inicial del proceso, ya que como se observa el proyecto sin implementación tiene picos que salen de control y hacen al proceso ineficiente.



**Figura 3.1 Gráfica de series de tiempo para la reducción de tiempo en I+D**

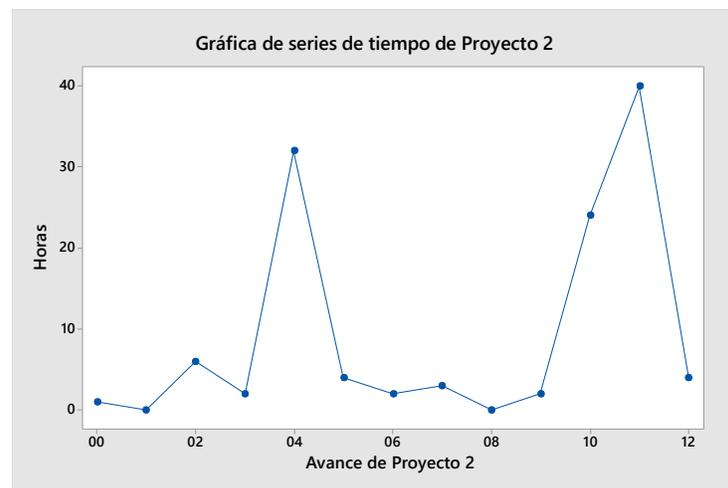
Fuente: (Autoría Propia)

Al comparar los datos de los tres proyectos, se evidencia una reducción de tiempo de ejecución considerable ya que se observa la serie de tiempo con valores atípicos en el con lo que respecta al avance de actividades por proyecto como se muestra en la figura 3.1, en cambio, en las figuras 3.2, 3.3, y 3.4 se estabiliza la gráfica. Hay que tener en cuenta que el orden de ejecución de los proyectos fue el primero en el mes de diciembre, el segundo a finales de diciembre e inicios de enero y el tercero a inicios de enero. Sin embargo, al analizar el contraste se detecta aún un pico, el cual corresponde a una espera de proceso, esto indica que esa espera es un factor para analizar posteriormente y proponer nuevas acciones de mejora para los siguientes proyectos en cola para el año 2023.



**Figura 3.2 Gráfica de series de tiempo para proyecto 1**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 3.3 Gráfica de series de tiempo para proyecto 2**

Fuente: (Autoría Propia)



**Figura 3.4 Gráfica de series de tiempo para proyecto 3**

Fuente: (Autoría Propia)

En la figura 3.5 se realizó una revisión estadística usando el software Minitab, para analizar los datos sin mejora, se determina una desviación estándar alta de 793.67 horas lo que indica la alta dispersión de datos, esto se debe a que existen muchas esperas que aumentan el lead time del proceso como se evidenció anteriormente en el análisis inicial.

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	3.77
Valor p	<0.005
Media	258.85
Desv.Est.	793.67
Varianza	629907.14
Asimetría	3.5143
Curtosis	12.4903
N	13

**Figura 3.5 Resumen del proyecto sin implementaciones**

Fuente: (Autoría Propia)

En la figura 3.6 se realizó el análisis estadístico de uno de los proyectos al reducir las esperas de proyecto, este se verificó en la figura adjunta en la cual se ve una disminución de la desviación estándar a 14.84 horas.

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	1.16
Valor p	<0.005
Media	13.077
Desv.Est.	14.841
Varianza	220.244
Asimetría	1.00888
Curtosis	-0.48811
N	13

**Figura 3.6 Resumen del Proyecto 1 con implementaciones**

Fuente: (Autoría Propia)

Para el segundo proyecto, presentado en la figura 3.7, se tiene una desviación estándar 13.48 horas, lo cual implica que si existe una mejora real tras la implementación de mejoras en el departamento de I+D, al compararlo con el primer proyecto realizado tras la implementación.

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	1.93
Valor p	<0.005
Media	9.2308
Desv.Est.	13.4855
Varianza	181.8590
Asimetría	1.61955
Curtosis	1.25521
N	13

**Figura 3.7 Resumen del proyecto 2 con implementaciones**

Fuente: (Autoría Propia)

Por último, para el tercer proyecto en la figura 3.8, de igual manera se determinó una desviación estándar de 22.23 horas, el cual indica una reducción de tiempo en horas tras la implementación de mejoras.

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	1.27
Valor p	<0.005
Media	16.385
Desv.Est.	22.236
Varianza	494.423
Asimetría	1.56339
Curtosis	2.02631
N	13

**Figura 3.8 Resumen del proyecto 3 con implementaciones**

Fuente: (Autoría Propia)

Así contrastando la información de los parámetros estadísticos y la reducción de tiempos en actividades se determinó que, en la actividad 1 (reunión con alta dirección), considerando las actividades sin mejora se tuvo una reducción de tiempo de 2 hora/orden en los proyectos con mejora en dos de los tres proyectos implementados ya que, existió una reducción de 1 hora/orden en el proyecto 2 y proyecto 3. Así mismo se eliminó la espera

entre la actividad 1 y 2, para los tres proyectos implementados. En cuando para la actividad 3 (revisión bibliográfica) se redujo con la implementación de mejoras para el proyecto 2 y 3 un total de 2 y 3 horas/orden respectivamente.

En el caso de las esperas tras reunión con las partes interesadas, se tuvo una reducción de 344 horas/orden para el proyecto 1, 328 horas/orden para el proyecto 2 y de 356 horas/orden. En la actividad 6 (visita a la empresa de ejecución del proyecto se tuvo una reducción de 3 horas/orden para el proyecto 1 y para el proyecto 2 de 2 horas/orden. En las esperas de proceso entre las actividades 8 y 9 se determinó la mejora más importante, la cual fueron para los proyectos 1 y 3 de 2840 horas/orden.

### 3.2 Evaluación financiera

En la figura 3.9, se presenta el análisis financiero de la implementación de las soluciones que involucran una inversión económica como por ejemplo la construcción de laboratorio de I+D, costo de capacitación, costo de instalación y compra de equipamiento de I+D (en este desglose se ven rubros como equipamiento de mesa y equipo para análisis in situ de laboratorio, así también se evidencia un flujo de caja incremental de \$115,800 dólares en el año 1, lo cual genera un valor positivo por la implementación el mismo que tendrá como ingreso proyectado en el año 5 de \$623,000 dólares.

	0	1	2	3	4	5
Ingresos por aumento de productividad		\$ 124,600.00	\$ 249,200.00	\$ 373,800.00	\$ 498,400.00	\$ 623,000.00
Ahorro por uso de equipos propios de I+D		\$ 122,500.00	\$ 122,500.00	\$ 122,500.00	\$ 122,500.00	\$ 122,500.00
Cantidad de Producción		\$ 35,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00	\$ 35,000.00
Precio de Venta		\$ 3.50	\$ 3.50	\$ 3.50	\$ 3.50	\$ 3.50
Ingresos por aumento de eficiencia		\$ 2,100.00	\$ 2,100.00	\$ 2,100.00	\$ 2,100.00	\$ 2,100.00
Ahorro por recuperación de desperdicio		\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 600.00
<b>Total</b>		<b>\$ 35,600.00</b>	<b>\$ 71,200.00</b>	<b>\$ 106,800.00</b>	<b>\$ 142,400.00</b>	<b>\$ 178,000.00</b>
<b>COSTOS</b>	\$ 10,800.00	\$ 8,800.00	\$ 8,800.00	\$ 8,800.00	\$ 8,800.00	\$ 8,800.00
Construcción de Laboratorio I+D	\$ 7,000.00					
Costo Capacitación	\$ 300.00					
Costo Instalación y Compra de Equipo:	\$ 3,500.00					
Generales de Mantenimiento		\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Costo adicional por salario		\$ 5,100.00	\$ 5,100.00	\$ 5,100.00	\$ 5,100.00	\$ 5,100.00
Depreciación de Maquinaria		\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00
Capital de Trabajo	\$ 12,000.00					
<b>Flujo incremental</b>	<b>-\$ 10,800.00</b>	<b>\$ 115,800.00</b>	<b>\$ 240,400.00</b>	<b>\$ 365,000.00</b>	<b>\$ 489,600.00</b>	<b>\$ 614,200.00</b>

**Figura 3.9 Análisis financiero de la implementación de las soluciones**

Fuente: (Autoría Propia)

## CAPÍTULO 4

### 4. Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- Con la aplicación de la metodología Lean Thinking y la implementación de mejoras, con el enfoque de eliminación de desperdicios, se redujo el tiempo de entrega de proyectos a gerencia en una empresa purificadora de agua de 3365 horas/proyecto a 168 horas/proyecto, se tuvo una eficiencia de 1.57% a 43% posterior a la implementación de mejoras. Este objetivo se alcanzó con la aplicación de herramientas Lean, como Diagrama Causa-Efecto, utilización de técnicas como 5 por qué, verificación de causas, desarrollo de matriz de soluciones propuestas y matriz de impacto esfuerzo.
- El costo de la implementación fue de \$10,800 dólares y contribuyó con la organización. A la reducción de actividades que no generan valor, aumentando el número de clientes nuevos de 6 a 24 y el rendimiento de ventas de \$32,367.6 a \$129,470.4.
- Se levantaron los procesos correspondientes al departamento de I+D, así como sus entregables para mejorar la gestión departamental del mismo.
- Se definió el VSM actual, el mismo que contribuyó para la identificación y eliminación de actividades que no agregaban valor a proceso, como se evidenció previamente.

#### 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el proceso de mejora continúe, es decir que posterior a la entrega de construcción del departamento de I+D, se levanten procesos estándares de laboratorio para agilizar el servicio, tanto para procedimientos experimentales como como dosificaciones, usos de máquinas, frecuencia de muestreos entre otros.
- Realizar periódicamente los monitoreos de laboratorio para conocer el estado de equipos, así también en la implementación del laboratorio de I+D, implementar lo realizado en conjunto con el departamento de calidad para evitar daños por ausencia de mantenimiento preventivo.
- Mantener la información documentada bajo la estructura ISO 9001:2018 para seguir un orden de procedimientos, instructivos y formatos. Además de obtener la certificación para la empresa.
- Al realizar la expansión de la planta de la empresa, se recomienda utilizar el método Kanban para estructurar de forma óptima los requerimientos de las empresas del holding corporativo, es decir, que se pueda aplicar a todas las empresas que conforman el grupo.

# BIBLIOGRAFÍA

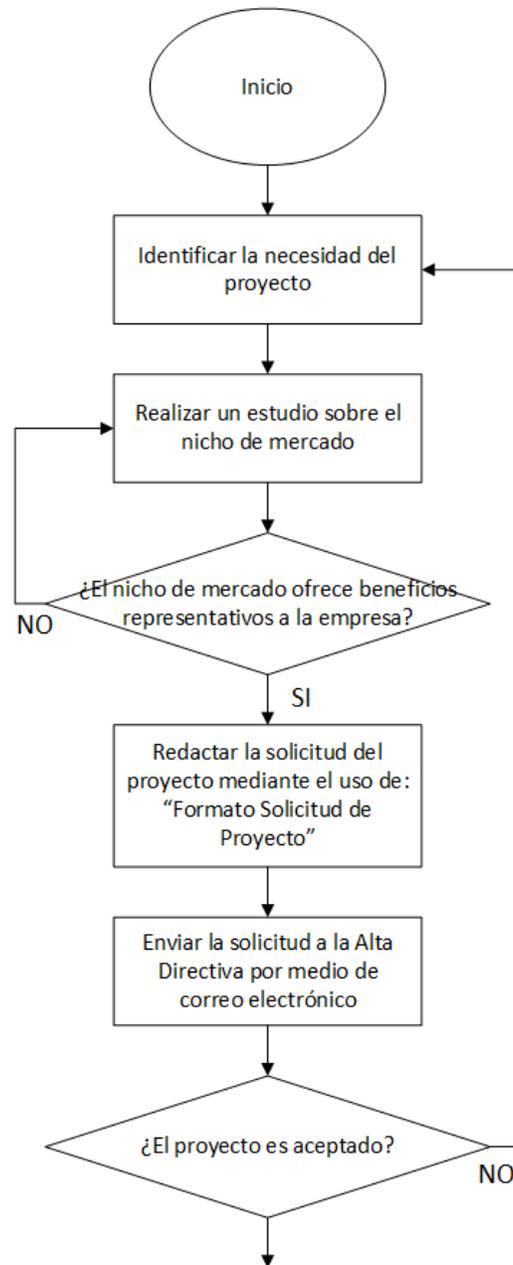
- Ahmad, R., Amin, R. F. M., & Mustafa, S. A. (2022). Value stream mapping with lean thinking model for effective non-value added identification, evaluation and solution processes. *Operations Management Research*. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00265-9>
- American Society for Quality. (2022). *What is a Fishbone Diagram? Ishikawa Cause & Effect Diagram*. <https://asq.org/quality-resources/fishbone>
- Bilsel, R. U., & Lin, D. K. J. (2012). Ishikawa Cause and Effect Diagrams Using Capture Recapture Techniques. *Quality Technology & Quantitative Management*, 9(2), 137-152. <https://doi.org/10.1080/16843703.2012.11673282>
- EMIS. (2021). *Procesadora Aqua Heredia Aquaher S.A. Perfil de Compañía—Ecuador | Finanzas y ejecutivos clave | EMIS*. [https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Procesadora\\_Aqua\\_Heredia\\_Aquaher\\_SA\\_es\\_5463383.html](https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Procesadora_Aqua_Heredia_Aquaher_SA_es_5463383.html)
- Global Lean. (2018, abril 26). *Global Lean - Herramientas Lean para mejorar la competitividad de la cadena de suministro: Sigue el orden correcto*. <https://globallean.net/herramientas-lean-para-mejorar-la-competitividad-de-la-cadena-de-suministro-sigue-el-orden-correcto/>
- Google. (2022). *Google Maps*. Google Maps Aquaher S.A. <https://www.google.com.ec/maps/place/Aquaher+S.A./@-0.9195853,-80.4831937,16.74z/data=!4m5!3m4!1s0x902beae861c760b5:0xa5000195987be86b!8m2!3d-0.9208729!4d-80.4799346?hl=es>
- Lemos de Almeida, J. P., Galina, S. V. R., Grande, M. M., & Brum, D. G. (2017). Lean thinking: Planning and implementation in the public sector. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(4), 390-410. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2016-0027>

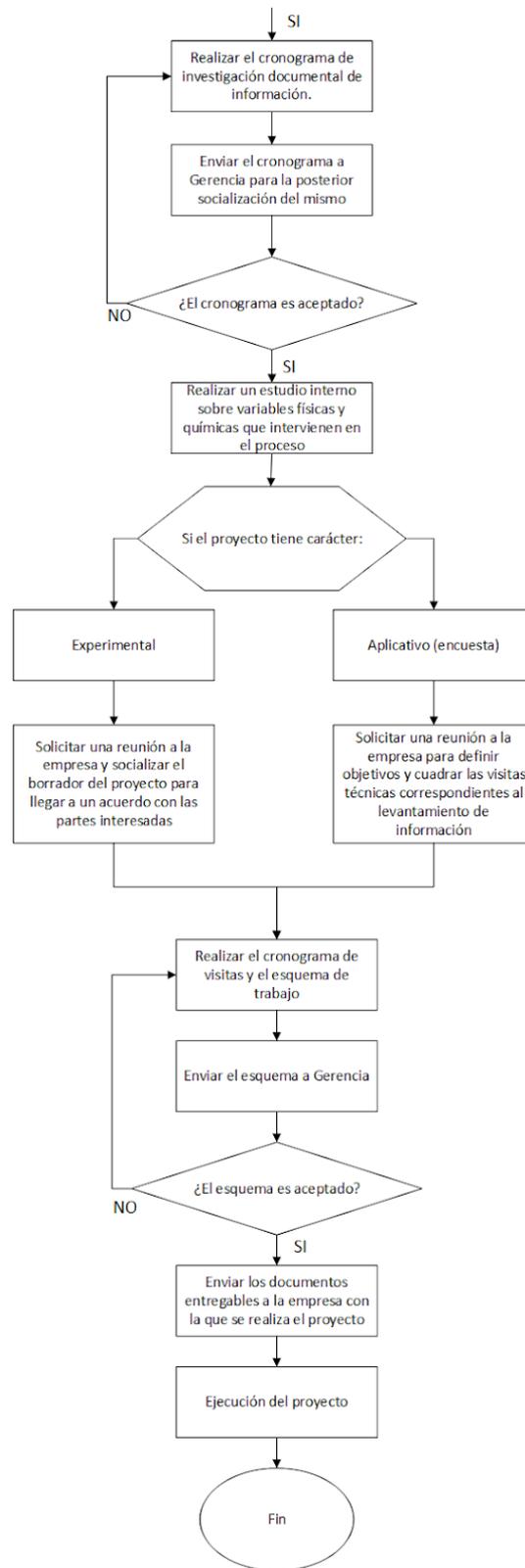
- Loor, M. F., & Carriel, V. (2015). Investigación y Desarrollo en Ecuador: Un Análisis Comparativo entre América Latina y el Caribe (2000 - 2012). *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 1(2), 28-46.
- Patel, A. K., Tomar, P. R., & Nagila, R. P. (2017). *Reducing Material Searching time by implementing 5S in Stores Department of Manufacturing Industry*. 5(6), 9.
- RICYT Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. (2018). *Investigación y Desarrollo en Latinoamérica RICYT Interamericana e Iberoamericana*.  
<http://www.ricyt.org/2010/07/porpais/>
- Shou, W., Wang, J., Wu, P., & Wang, X. (2020). Value adding and non-value adding activities in turnaround maintenance process: Classification, validation, and benefits. *Production Planning & Control*, 31(1), 60-77.  
<https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1629038>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## Diagrama de flujo de procedimiento de I+D





Fuente: (Autoría Propia)

## Anexo 2 Análisis de Causa Raíz

Causa 1	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Acción
Equipo de laboratorio descalibrado	¿Por qué hay equipos de laboratorio descalibrados?	¿Por qué generalmente se espera que un equipo presente falla para ser arreglado?	¿Por qué la calibración de equipos es contemplada como un factor secundario dentro de la empresa?	Establecer un plan de calibración preventivo de equipos.
	Porque generalmente se espera que un equipo presente falla para ser arreglado.	Porque la calibración de equipos es contemplada como un factor secundario dentro de la empresa.	Por la ausencia de un registro de calibración preventivo para evitar fallos en los dispositivos del departamento de I+D.	
Causa 2	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Acción
Importación de reactivos tarda de 3 a 6 meses.	¿Por qué la importación de reactivos tarda de 3 a 6 meses?	¿Por qué no existe una planificación de proyectos?	N/A	Levantar procedimiento de proyectos y realizar planificación semestral o anual en I+D.
	Es un proceso normal de importación, sin embargo, no existe una planificación de proyectos para tener reactivos en stock, por ello hay retraso.	Porque el departamento al ser nuevo ha realizado estos proyectos de forma, tal y como se han ido formando alianzas con industrias, mas no se ha establecido un target al cual enfocarse por la ausencia de un área de marketing.		
Causa 3	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Acción
Falta de Capacitación	¿Por qué el personal no está capacitado?	¿Por qué el personal involucrado tiene ciertos vacíos en temáticas de proyectos de desarrollo?	N/A	Realizar una capacitación con las partes interesadas sobre el manejo de proyectos en la empresa.
	Porque el personal involucrado tiene ciertos vacíos en temáticas de proyectos de desarrollo.	Porque el perfil profesional de los ingenieros químicos al ser de distintas partes del país es enfocado a distintas áreas del conocimiento. En la parte técnica es similar, pero en el enfoque de calidad y proyectos es distinto.		
Causa 4	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Acción
Ausencia de lugar para guardar insumos.	¿Por qué hay ausencia de un lugar para guardar insumos?	¿Por qué la gerencia dispuso que los insumos de I+D se compartan con calidad?	N/A	Gestionar en la planificación anual un espacio para el desarrollo de proyectos de I+D
	Porque la gerencia dispuso que los insumos de I+D se compartan en el laboratorio de calidad, dado que en ese momento existían	Porque se consideraba que el departamento de calidad era el encargado exclusivamente del almacenamiento de muestras al no disponer de un laboratorio propio.		

	pocos proyectos de carácter experimental.			
<b>Causa 5</b>	<b>Por qué 1</b>	<b>Por qué 2</b>	<b>Por qué 3</b>	<b>Acción</b>
I+D no cuenta con una planificación anual de proyectos	<b>¿Por qué I+D no cuenta con una planificación anual de proyectos?</b>	<b>¿Por qué se realizaban los procedimientos de forma empírica y sin una planificación mensual?</b>	N/A	Realizar una planificación de proyectos de I+D, para el año 2023.
	Porque los procesos se realizaban de forma empírica y sin una planificación mensual, simplemente surgían de una lluvia de ideas.	Porque el departamento no tenía alta demanda de proyectos y no se conocía una metodología de proyectos.		
<b>Causa 6</b>	<b>Por qué 1</b>	<b>Por qué 2</b>	<b>Por qué 3</b>	<b>Acción</b>
I+D no cuenta con formatos, procedimientos e instructivos	<b>¿Por qué I+D no cuenta con formatos, procedimientos e instructivos?</b>	<b>¿Por qué el departamento está en fase de desarrollo en sus procedimientos?</b>	N/A	Realizar un levantamiento de todo el departamento de I+D, y establecer un listado maestro de documentos.
	Porque el departamento es nuevo y está en fase de desarrollo, en cuanto a sus procedimientos más importantes y el orden a seguir con cada uno de ellos.	Porque el departamento tenía una ausencia de organización y del cómo se debe realizar un procedimiento, por lo empírico del problema.		
<b>Causa 7</b>	<b>Por qué 1</b>	<b>Por qué 2</b>	<b>Por qué 3</b>	<b>Acción</b>
Realización de Análisis en función del departamento de calidad	<b>¿Por qué el análisis está en función del departamento de calidad?</b>	<b>¿Por qué se trabaja en función de los tiempos y disponibilidad del laboratorio?</b>	N/A	Organizar un cronograma con el departamento de Calidad y Producción para análisis de otros departamentos
	Porque el laboratorio es de ese departamento y se trabaja en función de los tiempos y disponibilidad del laboratorio	Por la ausencia de cronograma para espacio de trabajo de otros departamentos.		
<b>Causa 8</b>	<b>Por qué 1</b>	<b>Por qué 2</b>	<b>Por qué 3</b>	<b>Acción</b>
Departamento de I+D no cuenta con equipos básicos de análisis de agua.	<b>¿Por qué el departamento de I+D no cuenta con equipos básicos de agua?</b>	N/A	N/A	Realizar la compra de equipos insitu de análisis de agua.
	Porque se utilizaba el equipamiento disponible del laboratorio de calidad, cuando este esté disponible. Cuando tenía baja ocupación.			
<b>Causa 9</b>	<b>Por qué 1</b>	<b>Por qué 2</b>	<b>Por qué 3</b>	<b>Acción</b>
Ausencia de laboratorio de I+D	<b>¿Por qué el departamento de I+D</b>	<b>¿Por qué la gerencia contempló al departamento de I+D</b>	N/A	Realizar el estudio de realización de laboratorio de I+D,

	<p><b>no cuenta con laboratorio propio?</b></p>	<p><b>desde una visión más administrativa que de proyectos de experimentación?</b></p>	<p>(parte constructiva) por la demanda de proyectos de I+D.</p>
	<p>Porque la gerencia contempló al departamento de I+D inicialmente desde una visión más administrativa que de proyectos de experimentación y generación de ciencia e información</p>	<p>Porque la gerencia desconocía el alcance de la generación de proyectos en la provincia de Manabí y la necesidad de la ejecución de proyectos de experimentación.</p>	

Fuente: (Autoría Propia)

### Anexo 3 Plan de mejora

¿Qué acciones deben implementarse?	¿Por qué es importante implementar la acción?	¿Quién es responsable?	¿Dónde debe implementarse la acción?	¿Cuándo debe completarse la acción?	Status
Capacitar al equipo de trabajo en 5S y herramienta Kanban	Socializar las herramientas de mejora continua facilitará la ejecución de estas.	Jefe I+D	Departamento I+D empresa	Inmediata	Cumplido
Realizar una capacitación con las partes interesadas sobre el manejo de proyectos en la empresa.	Disminuye el tiempo en la ejecución de proyectos	Jefe I+D	Departamento de I+D en empresa	Inmediata	Cumplido
Gestionar en la planificación anual un espacio para el desarrollo de proyectos de I+D	Disponibilidad eficaz de insumos para análisis de laboratorio.	Jefe I+D Pasantas de I+D	Departamento de I+D en empresa	Inmediata	Cumplido
Realizar la compra de equipos insitu de análisis de agua.	Reducción de espera en análisis con departamento de Calidad	Jefe I+D	Departamento de I+D	Un mes/ Febrero 2023	En Desarrollo
Realizar una planificación de proyectos de I+D, para el año 2023.	Agilidad de Proyectos y viabilidad de ejecución	Jefe I+D, Gerencia, Presidencia, Ventas	Departamento de I+D	Un mes	Cumplido
Organizar un cronograma con el departamento de Calidad y Producción para análisis de otros departamentos	Equipar y agilizar ciertos análisis en el departamento de I+D	Jefe I+D Gerencia, Presidencia, Producción, Calidad	Departamento de I+D	Dos meses	En desarrollo
Establecer un plan de calibración preventivo de equipo	Porque al tener equipos descalibrados no se tienen mediciones fiables y se presentan errores de medición.	Jefe I+D y Jefe de Calidad	Departamento de Calidad	Inmediata	Cumplido
Levantar procedimiento de proyectos y realizar planificación	Porque estos reactivos por la importación demoran en llegar y es	Jefe de I+D	Departamento de I+D	Un mes	En Desarrollo

semestral o anual en I+D	mejor tenerlos en stock para cuando corresponda su desarrollo				
Realizar un estudio constructivo de laboratorio de I+D por la demande de proyectos de I+D	Porque disponer de un laboratorio propio del departamento se evita la ralentización de los análisis generando resultados agiles.	Jefe I+D	Departamento I+D	Un mes	En desarrollo
Realizar un levantamiento de todo el departamento de I+D, y establecer un listado maestro de documentos.	Porque al no contar con un proceso levantado no se lleva un orden ni se puede estandarizar un proceso	Jefe I+D	Departamento I+D	Dos meses	Cumplido

Fuente: (Autoría Propia)

### Anexo 4 Planillaje de Presupuesto para construcción de laboratorio de I+D

PRESUPUESTO PARA LABORATORIO DE I+D DE \$7200,00 SIN POZO SÉPTICO					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1</b>	<b>REPLANTEO Y NIVELACION</b>				<b>0</b>
1,001	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	36	0.62	
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>				<b>524.51</b>
2,001	EXCAVACION CIMIENTOS	m3	4.84	8.37	40.5108
2,002	HORMIGON CICLOPEO EN CIMIENTOS (60% H°S°, 40% PIEDRA)	m3	2.9	100	290
2,003	HORMIGON CICLOPEO EN PLINTOS (60% H°S°, 40% PIEDRA)	m3	1.94	100	194
<b>2001</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>				<b>360.6556</b>
2,001,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM² PARA CADENAS, INCL ENCOFRADO	m3	1.12	180	201.6
2,001,002	VIGAS ELECTROSOLDADAS ( VIGAS TIPO VC5)	m	39.08	4.07	159.0556
<b>2002</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>251.436</b>
2,002,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM² PARA COLUMNA, INCLUYE ENCOFRADO	m3	0.61	180	109.8
2,002,002	VIGAS ELECTROSOLDADAS ( VIGAS TIPO VC5)	m	34.8	4.07	141.636
<b>2003</b>	<b>VIGA SUPERIOR</b>				<b>375.4372</b>
2,003,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM², PARA VIGAS INCL ENCOFRADO	m3	1.18	176.2	207.916
2,003,002	VIGAS ELECTROSOLDADAS ( VIGAS TIPO VC5)	m	41.16	4.07	167.5212
<b>2004</b>	<b>DINTELES PUERTAS</b>				<b>27.111</b>
2,004,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM², PARA VIGAS INCL ENCOFRADO	m3	0.09	176.2	15.858
2,004,002	ESCALERIILLA ELECTROSOLDADAS ( VIGAS TIPO V1)	m	6.05	1.86	11.253
<b>2005</b>	<b>DINTELES VENTANAS</b>				<b>22.28</b>
2,005,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM², PARA VIGAS INCL ENCOFRADO	m3	0.08	176.2	14.096
2,005,002	ESCALERIILLA ELECTROSOLDADAS ( VIGAS TIPO V1)	m	4.4	1.86	8.184
<b>3</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				<b>1,196.42</b>
3,001	MAMPOSTERIA DE BLOQUE (40x20x15 cm) CANALEADO	m2	82.74	14.46	1,196.42
<b>4</b>	<b>CUBIERTA</b>				<b>712.02</b>
4,001	CUBIERTA DE FIBROCEMENTO DE 1.80 x 0.92	m2	51.64	9.3	480.252
4,002	CUMBRERO DE TEJA	m	6.96	6.82	47.4672
4,003	KIT CORREAS G80 x 40 x 15 x 1.5 CON PINTURA ANTICORROSIVA	m	55.68	3.31	184.3008
<b>5</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS Y AGUA POTABLE</b>				<b>208.94</b>
5,001	INSTALACIONES DE AGUA	u	3	20	60
5,002	INSTALACIONES DE DESAGUE PVC 50 mm	u	3	8.47	25.41
5,004	INSTALACIONES DE DESAGUE PVC 110 mm	u	1	13.79	13.79
5,005	MESON DE COCINA (BLOQUE POMEZ), ASIENTO DE BAÑO	m2	1	30.49	30.49

5,006	FREGADERO DE COCINA	u	1	46.52	46.52
5,007	REJILLA PARA PISO D=2"	u	1	7.06	7.06
5,018	POZO DE REVISION 40 X 40 CM, CON TAPA DE H°A°	U	1	25.67	25.67
<b>6</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>252.71</b>
6,001	PUNTOS DE ILUMINACION	u	5	20.86	104.3
6,002	PUNTOS DE TOMA CORRIENTES	u	4	20.88	83.52
6,003	CAJA DE BREAKERS (6U) INCLUYE BREAKERS (3)	u	1	38.21	38.21
6,004	TOMACORRIENTE PARA 220 V	u	1	26.68	26.68
<b>7</b>	<b>CARPINTERIA HIERRO MADERA</b>				<b>732.3798</b>
7,001	PUERTA PRINCIPAL METALICA 1.00 x 2.10 m	u	1	111.11	111.11
7,002	PUERTAS DE MADERA 1.00 x 2.10 m INCLUYE MARCO	u	4	94.9	379.6
7,003	VENTANA DE HIERRO INCLUYE VIDRIO DE 3MM Y PROTECCIONES DE HIERRO	m2	3.66	66.03	241.6698
<b>8</b>	<b>PISOS</b>				<b>415.2608</b>
8,001	REPLANTILLO DE PIEDRA e=15cm, INCL RAMPA DE ACCESO	m2	34.69	6.53	226.5257
8,002	FUNDICION DE CONTRAPISO e=5cm FC=180 KG/CM2	m3	1.77	106.63	188.7351
<b>9</b>	<b>ENLUCIDO</b>				<b>404.7216</b>
9,001	ENLUCIDO INT. EXT	m2	44.96	6.96	312.9216
9,002	SELLADO DE JUNTA CON MORTERO ENTRE PLANCHA DE CUBIERTA Y CADENA SUPERIOR	m	12	4.99	59.88
9,003	ENLUCIDO CONTORNO INT. VENTANAS	M	16.8	1.9	31.92
<b>10</b>	<b>CERAMICA</b>				<b>593.9862</b>
10,001	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CERÁMICA PARED	m2	11.42	14.61	166.8462
10,002	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CERÁMICA PISO	m2	31.5	13.56	427.14
<b>11</b>	<b>PINTURA</b>				<b>33.4581</b>
11,001	PINTURA CAUCHO INT-EXT (dos manos) INCL. FONDO	m2	11.19	2.99	33.4581
<b>12</b>	<b>CERRAJERÍA</b>				<b>49.02</b>
12,001	BARRA DE APOYO DE ACERO INOXIDABLE 1" 1/2	u	2	24.51	49.02
<b>SUBTOTAL</b>					6,160.35
<b>INDIRECTO</b>				15%	939.13
<b>TOTAL</b>					<b>7,200.00</b>

## Anexo 5 Evidencia de desarrollo de procedimientos en departamento de I+D

<b>Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001</b>		<b>Versión: 01</b>
	<b>Código IDP-001</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE PASANTÍAS</b>
		<b>Revisión: 00</b>
		<b>Página 01</b>

### 6. Procedimiento

1. El pasante debe presentar su carta de solicitud de pasantías al departamento de Recursos Humanos (formato que se encuentra previamente elaborado por la Universidad).
2. Recursos Humanos, una vez revisada la documentación, aprueba el ingreso del pasante y se le asigna al Departamento Correspondiente.
3. El Pasante firma una carta de compromiso y un acuerdo de confidencialidad al iniciar sus actividades en la empresa.
4. La persona encargada del Departamento de Desarrollo e Investigación da una inducción al pasante y se le asignan las actividades de las cuales estará a cargo durante el periodo que ha sido admitido en la empresa.
5. Una vez finalizado el periodo de pasantías, el pasante debe solicitar el Certificado de Pasantías Culminadas al Departamento de Recursos Humanos.

### 7. Actividades a cargo del pasante.

A continuación se describen las actividades de las cuales estará a cargo el pasante en el Departamento de Desarrollo e Investigación.

1. Contribución de logística en proyectos de la empresa.
2. Toma de muestras en caso de que el proyecto vigente lo requiera.
3. Procesamiento de datos.
4. Elaboración y diseño de diagramas de flujo.
5. Levantamiento de procesos, estandarización de procesos.
6. Búsqueda de información acorde al proyecto en desarrollo.
7. Participación activa en el desarrollo de ideas y mejoramiento de procesos en beneficio del departamento de Desarrollo e Investigación.

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001		Versión: 01
	Código ID-001	Revisión: 00
		PROCEDIMIENTO DE MUESTREO CUERPOS DE AGUA
		Página 01 de 09

### 1. Introducción

El departamento de Investigación y Desarrollo, en el adecuado monitoreo de los recursos hídricos, como requisito indispensable para la planificación y ejecución de proyectos, ya sea con instituciones públicas o privados, o para la realización de la investigación científica, está en la obligación de garantizar un estudio con resultados de alta confiabilidad para contribuir con la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en los hábitats acuáticos.

El presente documento describe el esquema a seguir para la respectiva toma de muestras del Río Portoviejo, así mismo como las descripciones de los parámetros a tomar en cuenta, las estaciones de muestreo consideradas, la metodología empleada, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación y envío de muestras.

### 2. Alcance

El presente procedimiento está elaborado para facilitar la labor de los técnicos y/o profesionales del Departamento de Investigación y Desarrollo, Calidad y Producción en la toma de muestras en campo, así como el posterior análisis de datos de los mismos.

El ámbito de acción lo constituyen todas aquellas empresas, instituciones y público en general que requiera de un análisis de la calidad del agua para diversos fines dentro de Manabí, para facilitar la labor de los técnicos y/o profesionales de AquaHER S.A.

### 3. Requerimientos

#### 3.1 Personal

Las actividades descritas serán realizadas por un profesional o técnico debidamente capacitado, ya sea por parte del Departamento de Investigación y Desarrollo, en toma de muestras de agua, en la operación de sensores de campo y con conocimientos básicos en química.

#### 3.2 Equipos y Materiales

La siguiente es una lista general de los implementos requeridos en el momento del muestreo:

- Geoposicionador (si se tiene)
- Altimetro (si se tiene)
- Termómetro
- Muestreador
- Guantes quirúrgicos
- Bolsas de hielo (temperatura aproximada 4 grados Celsius)
- Toallas de papel absorbente
- Bolsa pequeña
- Botas de caucho

Sistema de Gestión de Calidad - ISO 9001					Versión: 01	
	Código ID-001	REGISTRO DE TOMA DE MUESTRAS			Revisión: 00	
					FORMATO	
Nombre del Sector			Fecha de Muestreo			
Coordenadas			Hora de Muestreo			
Característica Visual		Nota		Material Presente		
Contam. Alta				Animales Muertos		
Contam. Media				Materia Orgánica		
Contam. Baja				Materia Inorgánica		
Características Generales			Número Aprox. de Casas	Tránsito Vehicular del Sitio	Alto	Bajo
Casas Aledañas	Si	No		Tránsito de Personas	Alto	Bajo
Evidencia Fotográfica de Toma de Muestra Sitio				Evidencia Fotográfica de Muestra		

## Anexo 6 Evidencia de aprobación de construcción del laboratorio de I+D

de: ECO. RAFAEL [REDACTED] (mediante Documentos de Google)  
<drive-shares-dm-noreply@google.com>  
responder a: administracion@grupopohans.com.ec  
"JOHANNA PATRICIA ORELL..."  
para: <johanna.orellana2406@ucuenca.edu.ec>  
fecha: 21 dic 2022, 20:27  
asunto: Se compartió un documento contigo: REVISAR APROBADO EST. ECONÓMICO LABORATORIO A [REDACTED]  
enviado por: google.com PL [REDACTED]  
seguridad:  Cifrado estándar (TLS) [Más información](#)  
👉: Mensaje importante porque se te ha enviado directamente

Estimada Johanna,

Buenas tardes, hemos conversado con Humberto y Carlos. Hemos aprobado el estudio económico que realizó para la construcción del nuevo laboratorio de desarrollo. Conversar con [REDACTED] para la realización de orden de compra y buscar con [REDACTED] que conoce de la zona proveedores para los suministros indicados. Pedirle a [REDACTED] que guarde las impresiones del estudio para que entre como gasto.

Saludos

## Anexo 7 Evidencia de aprobación de planificación 2023 para departamento de I+D

de: ECO. RAFAEL LASSO VALDIVIEZO ADM (mediante Documentos de Google)  
<drive-shares-dm-noreply@google.com>  
responder a: administracion@grupoheredia.com.ec  
"JOHANNA PATRICIA ORELL..."  
para: <johanna.orellana2406@ucuenca.edu.ec>  
fecha: 27 dic 2022, 10:29  
asunto: Se compartió un documento contigo: APROBACIÓN PLANIFICACIÓN 2023 I+D  
enviado por: google.com

Hemos conversado con Gerencia y se ha aprobado el plan planteado por su persona para la ejecución 2023. Gracias [ha sido aprobada también su salida para ir a Cuenca hoy en la tarde. Feliz año.](#)

Saludos