

**Universidad de Valparaíso**  
**Facultad De Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



“Propuesta de mejoramiento de la eficiencia productiva, en los procesos del laboratorio Environmental, Health & Safety, de la empresa SGS Chile”

por:

**Juan Luis Pino Diaz**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de  
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Daniel Miranda Sala

Diciembre, 2018

**Dedicatoria:**

*A mis padres, Juan y Eugenia, quienes se esforzaron cada día para entregarme educación y los mejores valores para poder crecer como una persona íntegra. Son y serán los mejores padres.*

*A mis hermanos, Manuel y Joaquin, por su apoyo incondicional todos estos años, sobre todo cuando era pequeño, sin ellos no sería quien soy hoy, a ambos los admiro profundamente por la calidad de personas que son y por ser el sustento de la casa cuando lo necesitábamos.*

*A mis hermanas Isabel, Lorena, Miriam y Carol, por su cariño y preocupación permanente. Gracias por su apoyo incondicional.*

*A mi Abuelo Joaquin, que me acompaña desde el cielo, quien fue un padre más para mí y mis hermanos.*

*Todos ellos componen una parte de mi gran familia, sin embargo, a cada uno de ellos los amo y estaré eternamente agradecido.*

## **Agradecimientos**

*A todas las personas que formaron parte de este gran proceso, que son parte primordial en mi vida y en el desarrollo de este trabajo de título, quisiera evidenciarlo en mis agradecimientos:*

*Primero, a mi familia, padres, hermanos y sobrinos, este trabajo se los dedico a ustedes y les agradezco por toda la buena vibra, amor y la motivación recibida a lo largo de mi proceso universitario, este logro en gran parte es gracias a ustedes.*

*A aquellas personas que me entregaron su apoyo incondicional, sin esperar nada a cambio, gracias por la comprensión, paciencia y sus gestos llenos de amor; C.P y L. V. Cada una de ustedes, son muy importantes en mi vida y agradezco a Dios por haberlos puesto en mi camino.*

*A mis abuelos, tías, tíos y primos, gracias por desearme siempre lo mejor y saludarme siempre con una sonrisa cuando nos vemos.*

*A mis amigos de la vida y aquellos que fui conociendo en el camino y que se transformaron en mi familia, gracias por todos esos buenos momentos entregados, en verdad son parte esencial en mi crecimiento como persona.*

*Finalmente, gracias a Ronaldo Muñoz por darme la oportunidad de crecer como profesional y como persona, sin duda ha sido un apoyo primordial dentro de este proceso. Agradezco su carisma y la calidad de persona que es.*

## Indice:

Resumen .....	9
Introducción .....	11
Capítulo 1 : Antecedentes de la empresa .....	12
1.1. Descripción de la empresa .....	12
1.1.1. Operaciones y Servicios .....	12
1.1.2. Organigrama .....	15
1.1.3. Sectores de Negocio .....	16
Capítulo 2 : Planteamiento del Problema .....	20
Capítulo 3 : Objetivos .....	23
Capítulo 4 : Marco Teórico .....	24
4.1. Marco Referencial .....	24
4.2. Métodos de Mejora de Procesos .....	26
4.2.1. Método SMED (Cambio Rápido de Herramientas) .....	26
4.2.2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM .....	31
4.2.3. JIDOKA .....	37
4.2.4. DMAIC .....	41
4.3. Selección de Método .....	57
4.3.1. Criterios de Elección .....	57
4.3.2. Matriz de Elección .....	58
Capítulo 5 : Metodología Aplicada .....	65
5.1. Aplicación Metodología DMAIC .....	65
5.1.1. Definir .....	65
5.1.2. Medir .....	80
5.1.3. Analizar .....	98
Capítulo 6 : Conclusiones y Recomendaciones .....	147
Bibliografía .....	150
Anexos .....	153

## Lista de figuras

Figura 1.1 Fachada Edificio Corporativo SGS, Chile.....	14
Figura 1.2 Organigrama SGS Chile, agosto 2018. ....	15
Figura 2.1 Atrasos vs Muestras Ingresadas .....	21
Figura 2.2 Porcentaje de atraso de cada área según total .....	22
Figura 4.1 Diagrama resumen cálculo OEE .....	35
Figura 4.2 Pasos para la ejecución del Jidoka .....	40
Figura 4.3 Etapas de la Metodología DMAIC .....	42
Figura 4.4 Representación Diagrama de Flujo .....	44
Figura 4.5 Flecha Principal del Diagrama Causa-Efecto .....	49
Figura 4.6 Diagrama de Causa-Efecto.....	49
Figura 4.7 Diagrama de Pareto.....	54
Figura 4.8 Porcentaje de Ponderación Final "SMED".....	60
Figura 4.9 Porcentaje de Ponderación Final "TPM" .....	61
Figura 4.10 Porcentaje de Ponderación Final "JIDOKA" .....	62
Figura 4.11 Porcentaje de Ponderación Final "DMAIC" .....	64
Figura 5.1 Proceso General del Laboratorio de Environmental, Health & Safety.....	70
Figura 5.2 Envase de Muestra de Agua.....	71
Figura 5.3 Proceso de Absorción Atómica e ICP .....	76
Figura 5.4 Proceso de Cromatografía, Destilación y Análisis Clásico .....	77
Figura 5.5 Proceso Área de Filtros.....	78
Figura 5.6 Diagrama Causa-Efecto.....	82
Figura 5.7 Cantidad de muestras v/s Cantidad de áreas.....	88
Figura 5.8 Layout Laboratorio EHS.....	90
Figura 5.9 Distancia en metros entre áreas .....	91
Figura 5.10 Layout Área de Absorción Atómica .....	92
Figura 5.11 Tiempos total perdido por área, debido a causas no deseadas.....	96
Figura 5.12 Costos Incurridos v/s Ingresos no Percibidos.....	97
Figura 5.13 Diagrama de Pareto, en base al tiempo total perdido, debido a los problemas del proceso.....	99
Figura 5.14 Porcentaje de NPR .....	108
Figura 5.15 Matriz Costo-Impacto .....	111

Figura 5.16 Ingreso vs Costos en la compra de Licencia SLIM.....	112
Figura 5.17 Utilidades por Área .....	114
Figura 5.18 Libro de Asistencia Personal SGS .....	116
Figura 5.19 Indicador General Laboratorio.....	118
Figura 5.20 Cuantificación por Área.....	118
Figura 5.21 Montos por Área .....	119
Figura 5.22 Comunicado Semanal Propuesto.....	121
Figura 5.23 Ingresos vs Costos Mejora.....	122
Figura 5.24 Horas de Improductividad por Falta de Material Limpio (horas) .....	124
Figura 5.25 Actualidad vs Mejora (unidades de envase diarias) .....	125
Figura 5.26 Ingreso vs Costos Mejora 1 (\$) .....	126
Figura 5.27 Utilidad mensual por Área.....	126
Figura 5.28 Lavadora Steamscrubbers con Rack Inferior con 36 Pinzas Removibles .....	128
Figura 5.29 Actualidad vs Mejora (unidades de envase diarias) .....	129
Figura 5.30 Ingreso vs Costos por Área (\$) .....	130
Figura 5.31 Utilidad anual por área en el primer año.....	131
Figura 5.32 Utilidad Anual por Área a Partir del 2° Año.....	131
Figura 5.33 Lector de Códigos de Barras.....	133
Figura 5.34 Codificación de los estantes.....	134
Figura 5.35 Icono Sistema CCLAS .....	135
Figura 5.36 Ingreso al módulo Sample Storage .....	136
Figura 5.37 Contenido Módulo Sample Store .....	138
Figura 5.38 Ingresar ubicación de la Muestra en CCLAS.....	140
Figura 5.39 Formato Correcto de Etiquetado del Envase.....	141
Figura 5.40 Simulación de búsqueda a través del código del JOB.....	142
Figura 5.41 Simulación de Búsqueda por Ubicación.....	144
Figura 5.42 Ingresos vs Costos por Área en el 1° Mes (\$).....	145
Figura 5.43 Ingresos vs Costos por área a partir del segundo mes (\$) .....	146
Figura 5.44 Utilidad Anual por Área (\$).....	146

## Lista de Tablas

Tabla 4.1 Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos.....	31
Tabla 4.2 Clasificación OEE, según categoría .....	36
Tabla 4.3 Descripción de 5w y 2h .....	45
Tabla 4.4 Formato Matriz de Priorización.....	51
Tabla 4.5 Ejemplo de Matriz AMEF.....	55
Tabla 4.6 Ponderaciones por Método .....	58
Tabla 5.1 Equipo de trabajo de investigación.....	66
Tabla 5.2 Ingresos, Costos y Utilidad del Laboratorio EHS.....	67
Tabla 5.3 Muestras totales ingresadas vs atrasos .....	68
Tabla 5.4 Requerimientos del cliente externo .....	68
Tabla 5.5 Matriz 5W & 2H.....	79
Tabla 5.6 Resumen tiempos promedios por análisis.....	80
Tabla 5.7 Horario de entrada del personal del laboratorio EHS .....	86
Tabla 5.8 Matriz de Priorización de Errores o Fallas.....	94
Tabla 5.9 Tiempo por Batch y Analito, en cada área.....	95
Tabla 5.10 Definición y Cuantificación de las Causas más Relevantes.....	98
Tabla 5.11 Posibles Modos de Fallas del Proceso.....	101
Tabla 5.12 Efecto de los errores .....	102
Tabla 5.13 Causa de los errores.....	103
Tabla 5.14 Acciones actuales de los errores.....	104
Tabla 5.15 Probabilidad de Ocurrencia de Fallas.....	105
Tabla 5.16 Determinación de Gravedad de las Fallas.....	105
Tabla 5.17 Probabilidad de No Detección de las Mudas .....	106
Tabla 5.18 Numero de Probabilidad de Riesgo.....	107
Tabla 5.19 Fallas y Propuesta de soluciones.....	110
Tabla 5.20 Codificación de las Áreas.....	134

## Glosario

- **SGS:** Société Générale de Surveillance (Sociedad General de Vigilancia), compañía francesa fundada en 1878, donde se realiza este estudio.
- **EHS:** Environmental, Health & Safety (Medio Ambiente, Salud y Seguridad), Sector de la compañía SGS, encargado de todos los análisis y estudios del medio ambiente y de salud.
- **JOB:** Orden de trabajo que genera el sistema CCLAS y que tiene asociado, toda la información relacionada con el trabajo a realizar dentro de las áreas e información del cliente.
- **Batch:** Conjunto de Analitos (elementos), que permiten realizar con mayor facilidad y productividad el análisis en cada área.  
Ej: Los equipos del área de absorción atómica usan lamparas que pueden analizar solo un tipo de elementos (lampara de arsénico, lampara de cobre, etc), por lo tanto, los analistas realizan los batch de un solo elemento, es decir juntan 5 muestras asociadas a distintos job pero con un analito en común.
- **Sistema SLIM o CCLAS:** Es un sistema de gestión de la información de laboratorio ampliamente utilizados en la industria (sirven para cualquier tipo de industria donde se realicen análisis de laboratorio), que permiten gestionar los datos del control de calidad en proceso).
- **OL:** Orden comercial ingresada al sistema, que tiene relación directa con la cotización vendida al cliente.
- **B:** Botella
- **T:** Tubo
- **FL:** Filtro Limpio
- **FS:** Filtro Sucio
- **AAS:** Área de Absorción Atómica
- **CLA:** Área de Análisis Clásico
- **CRO:** Área de Cromatografía
- **FIL:** Área de Filtros
- **DES:** Área de Destilación
- **ICP:** Inductively Coupled Plasma (Plasma acoplado inductivamente), es una de las áreas del laboratorio de EHS, encargada del análisis de elementos.

## Resumen

Los contenidos de este estudio se basan en las propuestas de mejoras para el mejoramiento de la eficiencia, en los procesos del laboratorio de Environmental, Health & Safety, de la empresa SGS Chile.

Este estudio consta de 7 capítulos, los cuales se segmentan de la siguiente manera:

Capítulo I: Se hace una descripción de la compañía, donde se definen las operaciones y servicios que entrega, esto muestra un enfoque general sobre las labores de SGS. Además, se muestra el organigrama y se describen cada uno de las áreas comerciales de la compañía con sus funciones y servicios que prestan en los diferentes sectores industriales del país.

Capítulo II: Se realiza una descripción del problema, donde se define como este afecta a cada una de las 6 áreas del laboratorio y como impacta en el proceso productivo del laboratorio, a modo de justificar el desarrollo de este estudio.

Capítulo III: Se define cada uno de los objetivos específicos y el objetivo general, donde se establece la meta o fin de este estudio.

Capítulo IV: En este capítulo se hace una investigación de diferentes estudios ya realizados, que tienen relación directa con el problema planteado en el capítulo II. Además, se describen diferentes metodologías que servirán para desarrollar este estudio, los cuales se hace una descripción de su aplicación y las herramientas asociadas al método.

Una vez que se define cada metodología se establecen criterios de elección para definir cuál es la metodología que se adapta de mejor manera al problema, estos criterios se establecieron en base a las necesidades de la compañía y del problema, con el fin de proponer soluciones a los errores del proceso.

Capítulo V: Es donde se realiza la aplicación de la metodología, es decir, se pone en marcha el método seleccionado en el capítulo IV. Es en este capítulo donde se realiza todo el levantamiento de información, datos, proceso, evaluaciones, etc. Para poder abordar los problemas más relevantes del proceso. Además, se evalúan las propuestas de soluciones para

conocer el impacto y costo que generan dentro del proceso, además de sus costos, ingresos y utilidades que le generarán a la compañía.

Capítulo VI: En este capítulo se realizan los análisis finales de las soluciones que se proponen en el capítulo V. Se muestra con datos las repercusiones y beneficios que les generará a la compañía la implementación de estas mejoras.

Se realizan recomendaciones finales al laboratorio para evitar problemas futuros en el proceso, esto le permitirá aumentar la eficiencia de la productividad y disminuir los atrasos, en la entrega de informes al cliente. Además, se determina si cada uno de los objetivos establecidos en este estudio fueron logrados.

## Introducción

El siguiente estudio se realizó en la empresa SGS, la cual se dedica a la inspección, verificación, ensayos y certificación de los distintos sectores industriales del país.

La compañía cuenta con 13 laboratorios desplegados a nivel nacional. Uno de los laboratorios más importantes y con mayor tecnología, es el laboratorio de Environmental, Health & Safety, el cual tiene una dotación de 110 personas. Este laboratorio es el encargado de analizar diferentes productos como agua potable, riles, aguas servidas, agua de mar, lodos, etc. Estos productos son analizados con diferentes técnicas y métodos, dependiendo de la norma que solicite analizar el cliente y los analitos que esta exige.

Dentro del proceso de análisis existen diferentes factores que retrasan el proceso, generando tiempos muertos, lo que tiene como consecuencia un atraso constante en la entrega de informes al cliente. En base a esto la calidad de los servicios entregados por la compañía se ven afectados, debido a que el variable tiempo para el cliente, es primordial, al momento de cumplir con las normas exigidas por los entes fiscalizadores.

Cuando la calidad del servicio se ve afectada y los tiempos en los procesos no son el óptimo, se pierde competitividad en el mercado, sobre todo cuando existe un mercado tan competitivo como es el de los laboratorios.

Antes de buscar la optimización de los procesos que permita reducir la tasa de atrasos del laboratorio, se hace necesario evaluar los procesos actuales con diferentes herramientas de ingeniería utilizando una metodología que se adapte al problema principal, esto con el fin de buscar soluciones, que permitan optimizar los procesos a través de la eliminación, sustitución, modificación o ajuste de los errores.

Cuando los procesos son optimizados la compañía es beneficiada a través de un aumento en los ingresos y una baja en los costos, lo que conlleva a que la compañía tenga una utilidad mayor. Además, cuando los procesos se agilizan, se analiza un mayor número de muestras, es decir aumenta la producción con el mismo tiempo disponible, por lo que el tiempo de respuesta al cliente se ve reducido.

# Capítulo 1 : Antecedentes de la empresa

## 1.1. Descripción de la empresa

- Tipo de empresa: De financiación privada con fines de lucro en la industria de control.
- Actividad: Inspección, Verificación, Análisis, Certificación y Capacitación de procesos en la industria de servicios.
- Estructura legal: SGS Chile Ltda. Sociedad de Control.
- Tamaño: La empresa SGS Chile tiene ventas anuales por US\$ 130 millones aprox. y un personal en la actualidad de 3.700 trabajadores, suministrando una amplia gama de servicios para proyectos de petróleo, gas y químicos, agrifood, productos de consumo, sistemas de certificación, industrial, automotriz, minerales, y medioambiente.
- Objetivos: SGS ofrece servicios independientes a nivel mundial que marcan una diferencia en la vida de las personas.

Sus expertos internacionales ayudan a operar de forma más eficaz y sostenible, racionalizando procesos, mejorando la calidad y la productividad, limitando riesgos, verificando la conformidad y mejorando la velocidad de acceso al mercado. Las actividades básicas de servicio cubren todos los sectores industriales y afectan a productos y servicios en los que confían los consumidores de todo el mundo.

### 1.1.1. Operaciones y Servicios

Desde 1951, SGS se encuentra operando en Chile, ofreciendo el mejor servicio, en cuanto a inspecciones, certificaciones, verificaciones y análisis para sus clientes locales. En más de 65 años, sus servicios han sido desarrollados en paralelo con el desarrollo de los diversos sectores económicos del país, los cuales han crecido con el apoyo de su experiencia y profesionalismo.

Los servicios básicos que entrega la compañía pueden dividirse en cuatro categorías:

**Inspección:** Cuenta con una cartera integral de servicios de inspección y verificación, que hacen que la compañía sea líder en el mundo. Este servicio permite la comprobación del estado y del peso de los productos comercializados en los transbordos, ayuda a controlar la cantidad y la calidad, y a cumplir con los requisitos reglamentarios relevantes en diferentes regiones y mercados

**Ensayos:** La red mundial de instalaciones de laboratorios, donde trabaja un personal formado y experto, permite que los clientes de la compañía reduzcan riesgos, tiempo de acceso al mercado y probar la calidad, la seguridad y el rendimiento de sus productos según los estándares aplicables de salud, seguridad y reglamentación.

**Certificación:** SGS ayuda a probar que los productos, procesos, sistemas o servicios son conformes a estándares y reglamentos nacionales o internacionales, o bien estándares definidos por el cliente, a través de la certificación

**Verificación:** SGS garantiza que los productos y servicios cumplan con los estándares mundiales y las regulaciones locales. Gracias a la combinación de la cobertura mundial, el conocimiento y experiencia local y conocimientos técnicos en la mayoría de los sectores industriales.

SGS abarca toda la cadena de suministro, desde las materias primas que son indispensables para la producción del producto, hasta el consumo final de este.

La compañía va más allá de las expectativas de sus clientes y de la sociedad, para prestar sus servicios donde estos lo requieran.

Como líder en la oferta de soluciones de negocios y especialistas, en la mejora de la calidad, seguridad y productividad y en la reducción de riesgos, SGS asesora y ayuda a sus clientes a navegar por un mundo cada vez más reglamentado.

Ofrece servicios que promueven el desarrollo sostenible, y sus valores muestran además un compromiso con la sostenibilidad empresarial. Para SGS la sostenibilidad se basa

en gestionar un negocio rentable a largo plazo tomando en consideración todos los efectos medioambientales, sociales y económicos, positivos y negativos que existen en la sociedad.

*cFigura 1.1 Fachada Edificio Corporativo SGS, Chile.*



Fuente: Comunicaciones Internas SGS Chile, 2018.

## 1.1.2. Organigrama

SGS Chile se encuentra encabezada por un directorio que define las estrategias generales de desarrollo de la compañía, tanto en áreas de negocios como áreas de soporte.

Figura 1.2 Organigrama SGS Chile, agosto 2018.



Fuente: Comunicaciones internas SGS Chile, 2018.

El gerente general de la empresa SGS en Chile es Roberto Castillo, Ingeniero civil Químico con 35 años de antigüedad en la empresa.

Dentro de SGS existen 8 áreas de Soporte y 6 áreas comerciales los cuales están comandados por líderes especializados y con una ardua experiencia en el rubro y en la empresa.

### **1.1.3. Sectores de Negocio**

SGS ofrece una cobertura extensa en Chile desde Arica a Punta Arenas, suministrando una amplia gama de servicios para proyectos de petróleo, gas y químicos, agrifood, productos de consumo, sistemas de certificación, industrial, automotriz, minerales, y medioambiente. Además, ofrece un amplio rango de especialistas capacitados para cada sector.

Los sectores de negocios de la compañía se segmentan de la siguiente manera:

#### **1. Agricultura y alimentos**

Este sector industrial ofrece soluciones independientes o integradas para ayudar a las organizaciones activas, en los sectores de agroquímica, semillas, biocombustibles, fertilizantes, maquinaria agrícola y suministros, financiación y seguros, almacenamiento, instalaciones de procesamiento y construcción logística, preparación de productos frescos para el mercado y productos alimentarios preparados.

La gama de soluciones rentables incluye recogida de datos estratégicos, gestión de impagos, auditorías y certificación, servicios de pruebas y análisis, inspección, soluciones técnicas de verificación, asesoría y formación. Estos servicios ayudan al cliente a mejorar continuamente en la cultura de la seguridad, la calidad y el desarrollo sostenible.

#### **2. Minería**

SGS ofrece una amplia gama de servicios que abarca la exploración, el diseño e ingeniería de la planta, la producción, aplicaciones industriales, el desmantelamiento y el cierre de proyectos. SGS es un socio estratégico, que proporciona pruebas y ensayos, tecnología, servicios comerciales y consultoría para que el cliente pueda obtener una eficiencia y un crecimiento mayor de sus procesos, así como un aumento en la rapidez de llegada al mercado y una reducción en los riesgos asociados a este.

Los expertos de SGS en la industria de la minería, pueden ayudar a sacar el máximo provecho de los avances y los desarrollos del mercado en cuanto a tecnología, lo que permite maximizar oportunidades y posicionarse sobre sus competidores.

### **3. Petróleo y Gas**

SGS ofrece una cartera integral de servicios para apoyar y optimizar el negocio.

Con la reciente volatilidad y los precios en continuo ascenso de estos recursos, es de vital importancia obtener el máximo rendimiento en cada segmento de la cadena de producción y optimizar cada uno de los procesos existentes.

En apoyo de la exploración preliminar ofrece varios servicios que pueden utilizarse de forma independiente o como paquetes para ampliar sus procesos en curso. En mineralogía aplicada realiza prestación de servicios avanzados de calidad del yacimiento, mineralogía de gas de pizarra y análisis por DRX.

### **4. Transporte**

SGS ofrece una amplia gama de servicios especializados en el transporte para que las operaciones de los clientes se desarrollen de forma segura y eficaz. Crea confianza en la entrega de servicios y ayuda a comprender y gestionar los riesgos de la cadena de valor.

SGS ayuda a sus clientes a:

- Garantizar la seguridad y la fiabilidad.
- Gestionar la cadena de suministros.
- Satisfacer todas las normas y requisitos reglamentarios.
- Mejorar la calidad, la eficiencia y la seguridad.
- Reducir el impacto medioambiental.

SGS le ayuda a la obtención de servicios fiables de inspección, certificación, pruebas, verificación, auditoría y formación; todos ellos centrados en las necesidades específicas del sector del transporte.

## **5. Servicios de Formación**

En un mundo vertiginoso, es fundamental mantenerse al día con los desarrollos en normas, reglamentos y tecnología. Las empresas y las personas que reciben una asistencia y una formación adecuadas en su desarrollo profesional tienden a estar más motivadas, con una base avanzada de conocimientos que conduzca a un aumento en la productividad general.

SGS cuenta con la experiencia contrastada de haber impartido formación virtual, a distancia, in situ y pública, así como formación combinada para organizaciones reconocidas y las mayores empresas del mundo.

SGS al contar con expertos en cada una de las materias, su formación va más allá de la teoría, lo que ofrece valiosos puntos de vista del mundo real. Como resultado, confiabilidad que permite el desarrollo y formación constante de alta calidad en cada nivel de la organización, en cualquier lugar del mundo.

## **6. Medio Ambiente**

SGS es líder mundial en servicios medioambientales, ofrece pruebas, muestreos, inspecciones, certificaciones, verificaciones, y una amplia gama de soluciones especializadas para ayudar al cliente a minimizar su impacto ambiental.

La compañía se transforma en un socio ideal por contar con una red de laboratorios en continua expansión en más de 140 países en todo el mundo. La amplia experiencia mundial, le permite ofrecer un excelente nivel de conocimientos sobre estándares locales, nacionales e internacionales y ayuda al cliente a cumplir la normativa y a destacar del modo más innovador posible.

SGS ayuda al cliente en todos los aspectos de sus responsabilidades medioambientales, que incluyen:

- Aire: ofrece una serie de muestreos altamente especializados del aire ambiente y del aire interior, in situ o en uno de sus laboratorios especializados.
- Suelo: ofrece una serie de servicios de perforación medioambiental, de muestreo de suelos y sedimentos y de geotécnica.
- Agua: realiza muestreos y análisis independientes de aguas superficiales, freáticas, industriales, residuales, entre otros.
- Residuos: ofrece ayuda para evaluar, controlar, limitar y gestionar sus productos residuales.
- Cambio climático: desde pruebas de micro contaminantes a la garantía del cumplimiento de nuevos reglamentos sobre emisiones de gases de efecto invernadero, le ayuda a entender y optimizar su relación con el medio ambiente y a cumplir con los estándares medioambientales.

El sector de Medio Ambiente llamado Environmental, Health & Safety (EHS), es considerado como uno de los sectores más importantes de la compañía en Chile, con un ingreso de \$ 14.000.000.000 durante el año 2017.

## Capítulo 2 : Planteamiento del Problema

Dentro del sector de Medio Ambiente se encuentra el laboratorio de análisis de muestras, con un ingreso de 4.000 millones durante el 2017. Este laboratorio tiene como misión el análisis medioambiental de agua, aire, suelo y residuos, a través del desarrollo de servicios en conjunto con las unidades de estudios y operaciones ambientales de SGS Chile.

Las funciones principales del laboratorio de Environmental, Health & Safety, son la toma de muestras y análisis in situ para garantizar la calidad del agua y que el vertido de aguas residuales no sea causa de contaminación del medioambiente. Los servicios de agua ayudan con la gestión medioambiental y garantizan el cumplimiento de todas las regulaciones relevantes que exigen los entes públicos y privados.

La gestión medioambiental es de vital importancia en todo el espectro de los servicios de agua para garantizar el cumplimiento de las normas reglamentarias y las mejores prácticas a nivel mundial. En el laboratorio de EHS, se trabaja con una gama de servicios de gestión de datos de campo y toma de muestras, así como análisis de laboratorio, que permitirán monitorear e interpretar la condición del agua y proponer soluciones a las necesidades de los clientes.

Dentro del laboratorio existen una serie de procesos que se segmentan en 6 grandes áreas, las cuales son primordiales en el proceso de análisis de muestras. Estas áreas son:

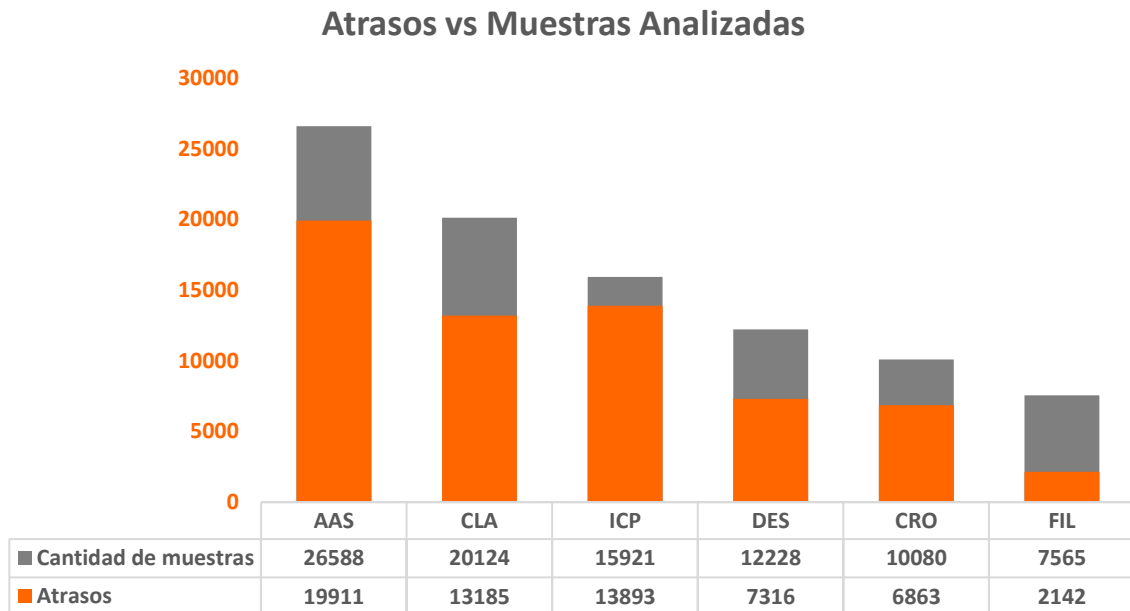
1. Absorción Atómica
2. ICP
3. Análisis Clásico
4. Cromatografía
5. Filtros
6. Destilación

Cada una de estas áreas, trabajan con diferentes recursos, estos recursos acompañan a las muestras en todo el proceso de análisis, hasta que se informa al cliente de los resultados. Al existir una serie de recursos en cada una de las fases que conforman el proceso de cada área, estos están sujetos a diferentes factores, que hacen que el proceso no se desarrolle de forma idónea, y que afectan directamente la productividad del laboratorio, haciendo que los procesos de cada una de las áreas se vean afectados, no cumpliendo a tiempo con los requerimientos del cliente.

El nivel de atraso mensual promedio en la entrega de los resultados al cliente, durante el año 2017, alcanzó las 63.310 muestras atrasadas de un total de 92.506 ingresadas, es decir los atrasos alcanzaron el 68% del total, lo que conlleva a que la calidad del servicio entregada por SGS se vea afectada.

En la *Figura 2.1* se muestra un resumen de la cantidad de muestras atrasada por cada una de las 6 áreas

*Figura 2.1 Atrasos vs Muestras Ingresadas*

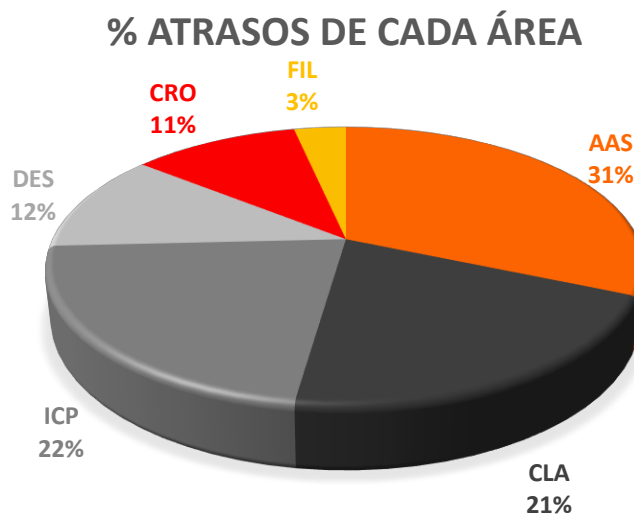


Fuente: Elaboración Propia, en base a la información entregada por sistema CCLAS

El sistema SLIM (CCLAS) registra todas las fechas relacionadas con el analito. Dentro de estas fechas se encuentra la fecha cuando se completa el análisis y la fecha de cuando lo

requiere el cliente. Es por eso que utilizando estas dos variables se obtuvieron los atrasos promedio mensuales de cada área. El área más crítica es absorción atómica quien alcanza el 75% de análisis atrasados del total ingresado mensualmente al área. Además, representa el 31% del total de los atrasos del laboratorio, análisis clásico 21%, ICP 22%, destilación 12%, cromatografía 11% y filtros 3%. Todos estos porcentajes mencionados se observan en la *Figura 2.2*.

*Figura 2.2 Porcentaje de atraso de cada área según total*



Fuente: Elaboración Propia, en base a la información entregada por sistema CCLAS

En base a este problema en el servicio entregado por SGS, se hace necesario desarrollar un estudio que permita proponer el aumento de la productividad, en cuanto a la eliminación de los diferentes errores del proceso, que lleven a una optimización del proceso productivo. En base a esta optimización, se tiene como consecuencia la eliminación de tiempo perdido, lo que hará que el proceso dentro del laboratorio sea más eficiente. Por lo tanto, si se realiza esta propuesta, las áreas podrán analizar mayor cantidad de analitos (aumento de la capacidad productiva), lo que permitirá cerrar los requerimientos del cliente a tiempo, cumpliendo con las fechas estipuladas por este.

## **Capítulo 3 : Objetivos**

### **Objetivo General**

“Proponer el mejoramiento de los procesos del laboratorio Environmental, Health y Safety, que permita el aumento de la productividad”

### **Objetivos específicos**

- 1) Desarrollar una evaluación y diagnóstico de los procesos actuales del laboratorio
- 2) Identificar los factores más relevantes que originan el problema.
- 3) Desarrollar propuestas de mejoras que permitan eliminar, simplificar, modificar o ajustar el 100% de los factores indeseados más relevantes del proceso.
- 4) Cuantificar monetariamente las propuestas de mejoras y sus beneficios.

## Capítulo 4 : Marco Teórico

En este capítulo se mostrarán estudios relacionados con las mejoras de procesos de diferentes empresas y se describirán diferentes metodologías que permitirán guiar este trabajo hacia el cumplimiento de los objetivos definidos.

### 4.1. Marco Referencial

El uso de investigaciones preliminares tiene una gran relevancia, debido a que dan a conocer la metodología de trabajo para diferentes temas relacionados con este estudio y cómo sus autores realizaron los diferentes análisis, en base a los datos tomados. Además, muestra cómo estos desarrolladores proponen soluciones y recomendaciones a los diferentes problemas detallados, lo que permitirá darle un enfoque objetivo a este estudio, orientándose a la metodología que más se ajusta al problema definido en esta investigación.

*Mohr, P. (2012).* Este estudio relacionado con la mejora de procesos fue realizado en la Universidad Austral de Chile. El autor habla sobre una “propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en las líneas de procesos de sección de mantequilla en la industria láctea”. En esta investigación se utilizó el método de la OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia General de los Equipos, orientada a la línea de mantequilla, donde hace referencia que el proponer esta metodología les permitirá a las compañías de la industria láctea reducir costos, tomar decisiones de inversión y reducir los problemas por tiempo muerto, cuellos de botellas, mermas, reprocesos, etc. Además, se midieron las tres variables que influyen en este indicador que es disponibilidad, rendimiento y calidad, teniendo como resultado la medición del indicador OEE en cada una de las máquinas de la línea, donde la más afectada obtuvo un 41% de rendimiento, que es considerado como inaceptable. Mohr, P. identifica a esta metodología como una herramienta potente e ideal al momento de querer saber el desempeño de un proceso que este compuesto principalmente de maquinarias y equipos.

*Zambrano, C. & Rodriguez, S. (2013).* Estos dos autores realizaron un estudio para la Universidad Politécnica Salesiana, en el que hablan de una “Propuesta de un Modelo de Mejora Continua en los Procesos del Laboratorio Ambiental Ipsomary S.A. Basado en un

Sistema de Gestión de Calidad Bajo la ISO 9001:2008". Dentro de esta investigación hacen referencia a las quejas constante por parte de los clientes, debido a la baja calidad del servicio entregado por la compañía, donde realizan el estudio. Los autores mencionan la importancia de trabajar bajo sistema de calidad, que lleve a la empresa a una mejora en su imagen, reforzar la relación con el cliente, aumento de la productividad, apertura de nuevos mercados, etc. Para lograr esto Zambrano y Rodriguez utilizan la hipótesis de que, si implementan el modelo de mejora continua, incrementará la satisfacción del cliente, por lo que deciden utilizar la metodología de la ruta de la calidad (ocho pasos de la calidad), donde mencionan que es de fácil aplicación, necesita baja inversión, con resultados cuantificables y satisfactorios en cuanto a costo y calidad.

Albornoz, G. & Loayza, K. (2013). En su investigación elaborada para la Universidad de Valparaíso, proponen una mejora del proceso productivo de una empresa elaboradora de flotadores para la pesca de cerco a través de la metodología DMAIC. En primera instancia hacen referencia al problema que existe dentro de esta compañía, el cual es el aumento en las perdidas por productos defectuosos. Los autores deciden utilizar DMAIC, debido a que hacen referencia a lo útil de esta herramienta al momento de querer mejorar la calidad de un proceso, aumenta la rentabilidad, además es aplicable a cualquier área de la empresa, ayuda a la toma de decisiones basadas en datos estadísticos, etc.

En el estudio Albornoz & Loayza hablan de lo necesario que es solucionar el problema al que hacen referencia a través de DMAIC y lo hacen a través de la selección de diversos proveedores, la estandarización del proceso, la inspección en la recepción para materias primas, y control de todas las variables del proceso.

## 4.2. Métodos de Mejora de Procesos

Una de las formas de solucionar los problemas dentro de los procesos productivos es a través de la aplicación de distintos métodos de mejoras, que permitan eliminar cualquier despilfarro de los procesos productivos.

En el caso del laboratorio EHS, si bien existen diferentes procesos para cada área, este se engloba en un proceso general, el cual trabaja con procesos mixtos, es decir procesos manuales, realizados por personal especializado y procesos que son realizados por equipos de lectura (maquinaria).

A continuación, se detalla de manera macro, las distintas metodologías que se adaptan a la investigación de este estudio.

### 4.2.1. Método SMED (Cambio Rápido de Herramientas)

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales. *(Hernandez, J. & Vizán A., (2013))*

Es una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue resultados rápidos y positivos, generalmente con poca inversión, aunque requiere método y constancia en el propósito.

La reducción en los tiempos de preparación merece especial consideración y es importante por varios motivos. Cuando el tiempo de cambio es alto, los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios.

Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para aumentarla, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

Cabe destacar que en las empresas japonesas la reducción de tiempos de preparación no sólo recae en el personal de producción e ingeniería, sino también en los Círculos de Control de Calidad (CCC). Precisamente, SMED hace uso de las técnicas de calidad para resolución de problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas clásicas: ¿Qué? – ¿Cómo? – ¿Dónde? – ¿Quién? – ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué? Todas estas técnicas se usan a los efectos de detectar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas de preparación a partir de identificar la causa raíz que determinan tiempos elevados de preparación o cambio de técnicas. En este sentido conviene tener presente las posibles causas que originan elevados tiempos de cambio:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- Utilización de equipos inadecuados.
- No haber aplicado la mejora a las actividades de preparación.
- Los materiales, las técnicas y las plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- Número de operaciones de ajuste elevado.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.
- Variaciones en los tiempos de preparación de las máquinas.

Según Hernandez, J. & Vizán, A. en su libro llamado “Lean Manufacturing Conceptos Tecnicas e Implementación” mencionan que para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben realizar estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. Estos estudios suelen encuadrarse en cuatro fases bien diferenciadas:

**a) Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna**

Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona. El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa. Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última, son esenciales los puntos siguientes:

- Preparar previamente todos los elementos: plantillas, técnicas, troqueles y materiales.
- Realizar el mayor número de reglajes externamente.
- Mantener los elementos en buenas condiciones de funcionamiento.
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Utilizar tecnologías que ayuden a la puesta a punto de los procesos.
- Mantener el buen orden y limpieza en la zona de almacenamiento de los elementos principales y auxiliares (5S).

**b) Fase 2: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones**

Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas los siguientes puntos:

- Estudiar las necesidades de personal para cada operación.
- Estudiar la necesidad de cada operación.
- Reducir los reglajes de la máquina.
- Facilitar la introducción de los parámetros de proceso.
- Establecer un estándar de registro de datos de proceso.
- Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.

**c) Fase 3: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo**

Todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades. La siguiente fase debe enfocarse a la mejora del equipo:

- Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones de forma asistida.
- Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.
- Incorporar a las máquinas dispositivos que permitan fijar la altura o la posición de elementos como troqueles o plantillas mediante el uso de sistemas automáticos.

**d) Fase 4: Preparación Cero**

El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia. Los beneficios de la aplicación de las técnicas SMED se traducen en una mayor capacidad de respuesta rápida a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), permitiendo la aplicación posterior de los principios y técnicas Lean como el flujo pieza a pieza, la producción mezclada o la producción nivelada.

**I. Técnica Nº 1: Estandarizar las actividades de preparación externa**

Las operaciones de preparación de los moldes, herramientas y materiales deben convertirse en procedimientos habituales y estandarizados. Tales operaciones estandarizadas deben recogerse por escrito y fijarse en la pared para que los operarios las puedan visualizar.

Después, los trabajadores deben recibir al correspondiente adiestramiento para dominarlas.

**II. Técnica Nº 2: Estandarizar las partes necesarias.**

Si el tamaño y la forma de todos los troqueles se estandarizan completamente, el tiempo de preparación se reducirá considerablemente. Pero dado que ello resulta de un costo elevado, se aconseja estandarizar solamente la parte de la función necesaria para las preparaciones.

**III. Técnica N° 3:** Utilizar sistemas de fijación rápida

Se tarda mucho en unir un troquel o unas mordazas directamente a una prensa. Por consiguiente, dispositivos como troqueles o mordazas deben unirse a una herramienta complementaria en la fase de preparación externa, y luego en la fase de preparación interna esta herramienta puede fijarse en la máquina casi instantáneamente. Para hacer ello factible es necesario proceder a la estandarización de las herramientas complementarias como por ejemplo, mesas móviles giratorias o dispositivos de acoplamiento rápido accionados neumáticamente.

**IV. Técnica N° 4:** Hacer uso de operaciones en paralelo.

Una prensa de troquelar grande o una máquina grande de colada a presión tendrán muchas posiciones de fijación en sus cuatro costados. Las operaciones de preparación de tales máquinas ocuparán mucho tiempo al operario. Pero, si se procede a aplicar a tales máquinas operaciones en paralelo por dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse así el tiempo de preparación.

**V. Técnica N° 5:** Utilización de un sistema de preparación mecánica.

Al poner el troquel, podría hacerse uso de sistemas hidráulicos o neumáticos para la fijación simultánea de varias posiciones en cuestión de segundos. Por otra parte, las alturas de los troqueles de una prensa de troquelar podrían ajustarse mediante un mecanismo automático.

## 4.2.2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

Según Hernandez, J. & Vizán A., (2013). El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

- a. Maximizar la eficacia del equipo.
- b. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
- c. Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- d. Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pérdidas” que restan eficacia a los equipos, las cuales se presentan en la *tabla 4.1*.

**Tabla 4.1 Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos**

Pérdida en los Equipos	
Tipo	Perdida
Tiempo Muerto	1 Averías debidas a fallas en equipos
	2 Preparación y ajustes. Ejemplos, cambio de utillajes, moldes, ajustes de herramientas
Perdidas de velocidad	3 Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampa, etc.).
	4 Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).

Defectos	5	Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6	Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable

Fuente: Lean Manufacturing, Conceptos, Técnicas e Implementación, Hernandez, J., Vizán A., (2013)

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el automantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente.

En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. De una forma esquemática, el proceso de implantación TPM se puede desplegar en las siguientes fases:

### **Fase preliminar**

En una fase preliminar es necesario modelizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.

#### **Paso 1.- Volver a situar la línea en su estado inicial**

El objetivo debe ser dejar la línea en las condiciones en las que fue entregada por parte del proveedor el día de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc.

#### **Paso 2.- Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso**

Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpie continuamente, sigue generando suciedad. Estas fuentes de suciedad hay que considerarlas como causas de un mal funcionamiento o anomalías de los equipos, aunque está claro que unas repercutirán más que otras en el rendimiento de las instalaciones.

#### Paso 3.- Aprender a inspeccionar el equipo

Para el proceso de implantación del TPM es fundamental que el personal de producción, poco a poco, se vaya encargando de más tareas propias de mantenimiento, hasta llegar a trabajar de forma casi autónoma. Para ello es imprescindible formación para transmitir los conocimientos necesarios a los operarios de la línea sobre el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Esta formación cada vez será más detallada y abarcará más tareas multidisciplinarias.

#### Paso 4.- Mejora continua

En este paso los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma, se hacen cargo de las técnicas necesarias y proponen mejoras en las máquinas que afecten a nuevos diseños de línea. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta. En esta fase cobra vital importancia la determinación de las causas de averías para la cual se pueden utilizar las mismas técnicas de calidad total que se usan en SMED.

Una vez iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser auditada por el departamento de mantenimiento de cara a controlar los costes, comprobar que las actividades planificadas se han realizado y plantear objetivos para siguientes fases.

En este punto conviene definir un sistema de indicadores accesible y fiable para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados y desviaciones respecto al objetivo de manera metódica y fiable. Indicadores como el rendimiento de la mano de obra, las horas dedicadas a trabajos urgentes, los costes de reparación o la disponibilidad son válidos para estos sistemas, aunque en el entorno Lean cobra vital importancia el indicador numérico natural para el TPM,

denominado Índice de Eficiencia Global del Equipo, conocido como OEE (Overall Equipment Efficiency).

#### **4.2.2.1. Eficiencia General de los Equipos (OEE)**

OEE es un indicador que se calcula diariamente para un equipo o grupos de máquinas y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si todo hubiera ido perfectamente, y las unidades sin defectos que realmente se han producido. Para la utilización de este indicador, se utilizan los índices de Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

$$**OEE (Eficiencia Global de Equipos Productivos) = D * E * C**$$

El coeficiente de disponibilidad (D) es la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas. Para su cálculo se parte del tiempo disponible, también llamado tiempo de carga, que es el tiempo total de operación menos el tiempo muerto, planificado o necesario, tal como la interrupción del programa de producción, tiempos de descanso y reuniones diarias de taller. El tiempo operativo es el tiempo de carga menos el tiempo que la máquina está parada debido a averías, preparaciones, ajustes, cambio de técnicas y otras paradas.

El coeficiente de eficiencia (E) mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas por una velocidad operativa más baja que la de diseño.

Por último, el coeficiente de calidad (C) mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores. Disponer de un OEE de, por ejemplo, 60% significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber fabricado, sólo ha producido 60. Este tipo de cálculo hace que el OEE se convierta en un examen severo. Por ejemplo, si los tres índices son del 90%, el OEE será 72,9%. En general, se considera que un muy buen OEE se situaría por encima del 85%. En la práctica, se acepta el establecimiento de objetivos distintos para cada índice, y así, por ejemplo, se podría plantear una disponibilidad

del 90%, una eficiencia del 95% y un índice de calidad del 99,9%, lo que representa un OEE del 85%.

Figura 4.1 Diagrama resumen cálculo OEE



Fuente: Hernandez J. & Vizán A., 2013. Lean Manufacturing.

El cálculo del OEE es interesante porque en un único indicador se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial y constituye una de las claves del Lean. De acuerdo con lo expuesto, la mejora de la eficacia con la que trabajan los equipos y las instalaciones permite el incremento de la eficiencia de todo el sistema productivo. El valor numérico de la eficiencia global es un porcentaje que se determina con anterioridad a la introducción de mejoras para conocer el punto de partida del equipo cuya eficiencia se quiere incrementar. Este indicador permite valorar la progresión Lean a medida que se van introduciendo sucesivas mejoras. La importancia del indicador es tal que muchas

consultoras/implantadoras Lean desarrollan toda su metodología alrededor de la explotación del OEE

### Clasificación OEE

Según Cruelles Ruiz, 2010 en su libro “La Teoría de la Medición del Despilfarro”, el valor de la OEE se clasifica en 5 categorías según el rango de OEE en este caso la eficiencia de la línea, las cuales se muestran en la *Tabla 4.2*

*Tabla 4.2 Clasificación OEE, según categoría*

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
85% < OEE < 95%	Buena	Buena Competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class"
OEE > 95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Cruelles Ruiz, 2010. La Teoría de la Medición del Despilfarro

La OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costos de operación.

La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financieras y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc., de la planificación anual. Finalmente, la OEE es la métrica para cumplir los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000 (Cruelles Ruíz, 2010).

### 4.2.3. JIDOKA

Jidoka es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomización. Esta palabra, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el Lean Manufacturing. Bajo la perspectiva Lean, el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Dado que sólo se producirán piezas con cero defectos, se minimiza el número de piezas defectuosas a reparar y la posibilidad de que éstas pasen a etapas posteriores del proceso. *(Hernandez J. & Vizán A, 2010)*

Con este sistema máquinas y operarios se convierten en un inspector de calidad. No hay distinción entre empleados de la línea (que fabrican los artículos) e inspectores de calidad (que comprueban la bondad de la fabricación). Las fases de inspección, si son necesarias, se realizan dentro de la misma línea y cada operario garantiza la calidad de su trabajo. En esta situación el énfasis se desplaza de la inspección para hallar defectos a la inspección para prevenir defectos. En otras palabras, se muestra más interés en controlar el proceso y menos el producto. Todas las unidades producidas deben ser buenas, no se permite el lujo de tener piezas defectuosas ya que no está prevista la producción de piezas adicionales.

Hernandez & Vazan dicen que la técnica Jidoka se puede aplicar de distintas maneras; en casi todos los casos depende de la creatividad aplicada para evitar que una pieza defectuosa siga avanzando en su proceso. Normalmente se identifican las técnicas Jidoka con sistemas de autonomización de las máquinas o con la capacidad (y autoridad) del operario de parar la línea.

Una máquina autonomatizada es aquella que está conectada a un mecanismo de detención automático para prevenir la fabricación de productos defectuosos; de esta forma, se incorpora a las máquinas la inteligencia humana o un toque humano. La autonomatización modifica también el sentido del uso de la máquina. Cuando trabaja normalmente no es necesario ningún operario; sólo cuando se para como consecuencia de una situación anormal requerirá de la atención del personal. Como resultado, un solo trabajador podrá atender varias máquinas reduciéndose así el número de operarios e incrementando el rendimiento de la producción.

La capacidad de parar la línea por parte del operario es un aspecto fundamental del Jidoka. Cada operario puede pulsar un botón para detener la producción cuando detecta defectos o irregularidades. Cuando el operario pulsa el botón, una señal (andon) indica el problema y alerta a todos los compañeros de la sección de las dificultades de la operación asignada al operario. Este sistema de luces, permite la comunicación entre los operarios. En la práctica funciona de la siguiente manera. Una luz verde significa que no hay problemas, una de color ámbar indica que la producción se está quedando atrás, como consecuencia de un problema, pero el operario que lo ha detectado se ve capacitado para resolverlo personalmente. Una luz roja indica la detección de un problema grave: el proceso se paraliza de manera que los compañeros y el propio encargado deben contribuir decididamente a encontrar una solución factible.

Un ejemplo que combinar ambas técnicas es el utilizado en algunas factorías del sector del automóvil en donde los operarios caminan junto a una línea de montaje móvil, disponiendo de un tiempo limitado para ejecutar su trabajo. Si éste camina más allá de la distancia establecida, pisará una alfombrilla que activará un mecanismo que parará la línea de montaje. Pisar la alfombrilla significa que ha detectado un problema, causante del retraso en sus tareas. Cuando el mecanismo se activa y la línea se detiene, el encargado de sección junto con el operario tendrá un tiempo para resolver el problema y poner de nuevo la línea en marcha.

Según Valpuesta, M. (2016). Los procesos que producen defectos hay que modificarlos para que esos defectos no se produzcan y no tengamos que desechar esos productos defectuosos. Esto implica que el proceso de producción debe de ser lo suficientemente flexible y estar preparado para adaptarse al cambio, de esta manera podremos asegurar la calidad en los procesos que producen defectos.

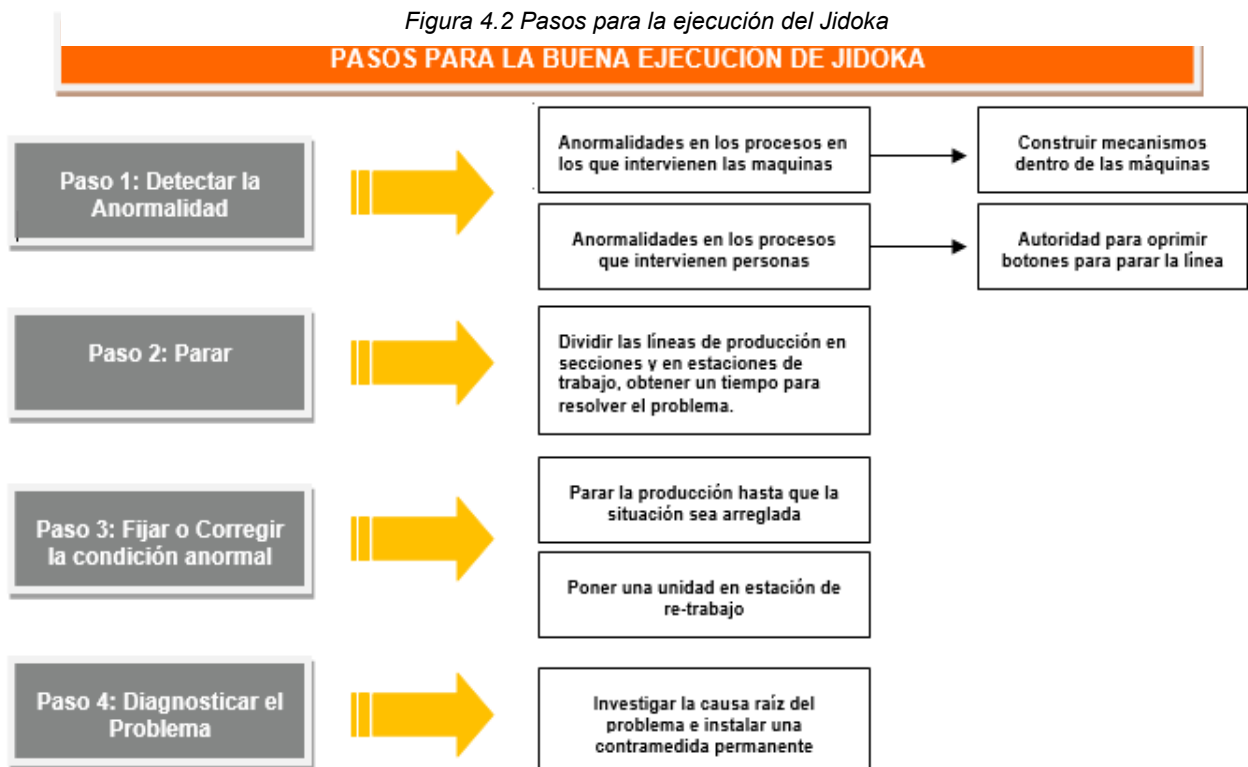
Los 5 pasos de los que consta esta metodología son:

- 1) Localizar el problema:** Este se puede detectar tanto en los procesos en los que intervienen máquinas como en los procesos que intervienen personas. En el primer caso, se construyen mecanismos dentro de las máquinas, los cuales detectan

anomalías y automáticamente paran la máquina durante el tiempo de ocurrencia. En el caso de personas, se les da la autoridad para detener una línea entera de producción.

- 2) **Parar:** Se puede pensar que al ocurrir una anomalía toda la producción entra en una gran parada hasta que el problema sea resuelto. En realidad, las líneas de producción se pueden dividir en secciones y estas a su vez en estaciones de trabajo, de forma que cuando una estación de trabajo avisa de su problema, la línea sigue produciendo, teniendo un tiempo de ciclo para resolver el problema hasta que la sección de la línea entra en parada.
- 3) **Fijar o Corregir la Condición Anormal:** Se establecen soluciones rápidas para corregir los efectos del problema. Así se puede reanudar la producción lo antes posible mientras se busca una solución definitiva.
- 4) **Diagnosticar el Problema:** Investigar y analizar la causa raíz del defecto y tomar las acciones correctivas necesarias, para de esta manera poder implantar una solución definitiva. Para hacer la investigación de la causa raíz podemos utilizar herramientas como la de los 5 porqués.

En la *figura 4.2*. Se muestra el esquema de los 5 pasos de la metodología Jidoka.



Fuente: Cardona, J. (2013). “Modelo para la Implementación de Técnicas Lean Manufacturing en Empresas Editoriales”

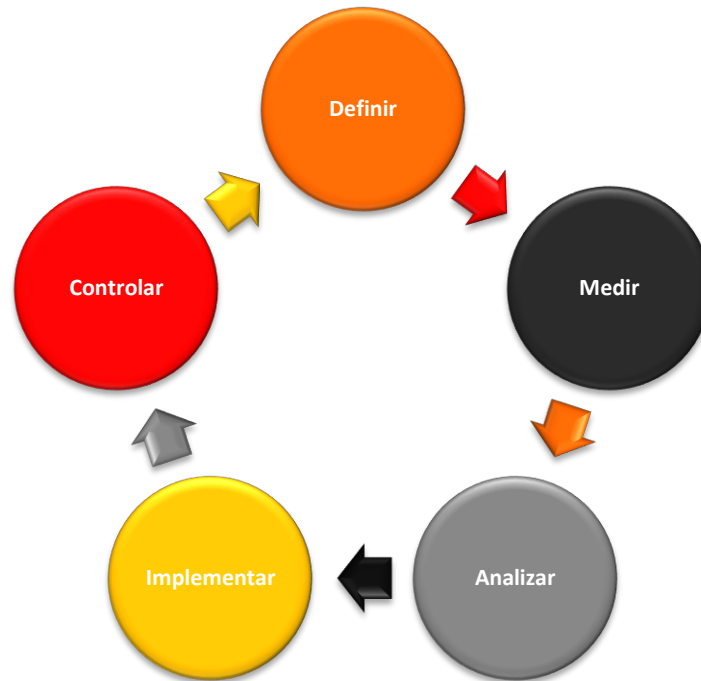
Otro punto clave de las técnicas Jidoka es el sistema de autoinspección o inspección “a prueba de errores”, conocido como poka-yoke en japonés. Se trata de unos mecanismos o dispositivos que, una vez instalados, evitan los defectos al cien por ciento, aunque exista un error humano. En otras palabras, se trata de que “los errores no deben producir defectos y mucho menos aún progresar”. Los poka-yoke se caracterizan por su simplicidad (pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos), su eficacia (actúan por sí mismos, en cada acción repetitiva del proceso, con independencia del operario) y tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos. El diseño de un poka-yoke debe partir de la base de que han de ser baratos, duraderos, prácticos, de fácil mantenimiento, ingeniosos y, preferiblemente, diseñados por los operarios.

#### 4.2.4. DMAIC

En años recientes los conceptos de Seis Sigma junto con su metodología DMAIC se han convertido en la forma estándar de resolver problemas operacionales y de diseño tanto en la manufactura como en los sistemas de servicio. Sin embargo, esta metodología adolece del uso de herramientas de simulación y optimización que tomen en consideración la complejidad asociada con distribuciones estadísticas que no son normales, fallos aleatorios, etc. Este documento realiza un análisis comparativo entre la metodología DMAIC y los pasos seguidos para desarrollar un modelo de simulación y propone una metodología que incorpore ambas herramientas de forma sincronizada para analizar diferentes escenarios en cualquier tipo de sistema que requiera mejora. Se espera que el número cada vez más grande de cinturones verdes y negros disponibles en diferentes empresas puedan usar esta metodología para volver más eficientes sus operaciones mediante la experimentación en modelos virtuales.

Para poder realizar mejoras significativas de manera consistente dentro de una organización, es importante tener un modelo estandarizado de mejora a seguir. DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado. DMAIC consta de 5 fases conectadas de manera lógica entre sí que son: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar. A continuación, en la *Figura 4.3* se muestran las etapas mencionadas.

Figura 4.3 Etapas de la Metodología DMAIC



Fuente: Elaboración Propia, en base a información entregada por el estudio “Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim”, Ocampo, J. & Pavón, A. (2012).

I. **Definir:** En esta fase se definirá el defecto que se quiere corregir, el o los procesos en donde ocurre ese defecto, quienes son el o los clientes de este proceso, el equipo que estará enfocado en la solución del problema, la meta de mejora, los ahorros que se lograrán, los métricos a utilizar y los tiempos de implementación.

a) **Actividades Principales**

- Validar o identificar oportunidades
- Identificar y representar los procesos
- Identificar posibilidades de mejoras y refinar el proceso
- Desarrollar guías para el equipo y reglas básicas

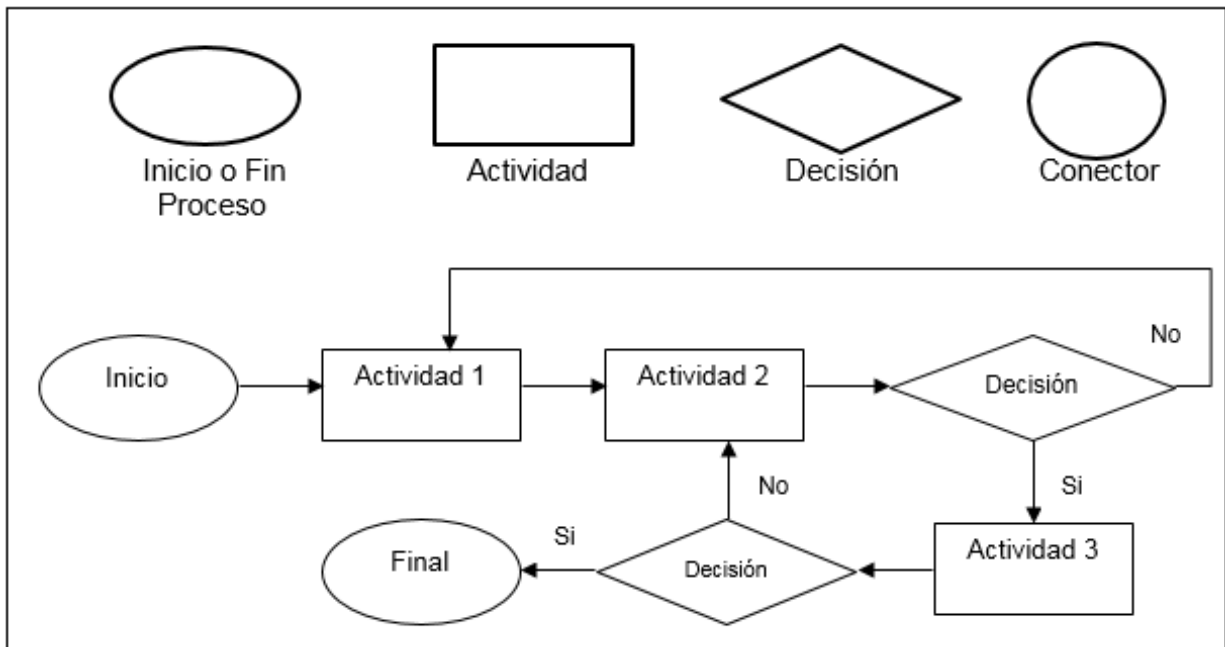
**b) Diagramas de flujo de proceso**

El diagrama de flujo es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Estos diagramas utilizan símbolos con significados bien definidos que representan los pasos del algoritmo y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin de proceso

**Ventajas de los diagramas de flujos:**

- Favorecen la comprensión del proceso a través de mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botellas y los puntos de decisión.
- Muestran las interfases cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas,
- Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso

Figura 4.4 Representación Diagrama de Flujo



Fuente: <http://voyaprendermasalgoritmosydiagramas.blogspot.com/>

### c) Herramienta 5W y 2H

Es una herramienta de planeación a prueba de errores y confusiones, se utiliza para definir con claridad un proyecto, un plan de acción, y la relación de acciones que se deben ejecutar para alcanzar determinada meta.

A continuación, en la *tabla 4.3* se definen cada una de las preguntas que componen esta herramienta, es decir las 5w y las 2h con su descripción.

Tabla 4.3 Descripción de 5w y 2h

Preguntas	Descripción
<b>WHAT/ ¿QUÉ?</b> ¿Qué sucede? ¿Qué estamos haciendo?	Breve descripción del problema
<b>WHEN/ ¿CUÁNDO?</b> ¿Cuándo está usted viendo los problemas? ¿En qué momento del día y/o del proceso?	En qué momento del día o del proceso
<b>WHERE/ ¿DÓNDE?</b> ¿Dónde está viendo los problemas? (Línea/Maquina/Lugar) ¿En qué parte/ lugar del producto/proceso está viendo los problemas?	Donde está viendo los problemas
<b>WHO/ ¿QUIÉN?</b> ¿A Quién le sucede? ¿El problema está relacionado con las habilidades de la/s personas?	Relación con las habilidades de las personas
<b>HOW/ ¿CÓMO?</b> ¿Cómo se diferencia del estado normal (óptimo)? ¿La tendencia es aleatoria o tiene un patrón de recurrencia?	Como se diferencia del estado normal
<b>HOW MUCH/ ¿CUÁNTO?</b> ¿Cuántos en un día? ¿En una semana? ¿En un mes? ¿Cuánto dinero implica?	En un día, en una semana, en un mes
<b>WHY/ ¿POR QUÉ?</b> ¿Por qué sucede el problema?	Causas posibles

Fuente: Escobar, J. 2013. Propuesta para la reducción de detenciones operacionales no programadas para la línea de envasado de una empresa de alimentos

**Medir:** Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso. Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para

recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente. En esta etapa se deben responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el proceso y como se desarrolla? ¿Qué tipo de pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores? ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente?

Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentran:

#### **a) Estudio de tiempos**

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

#### **Elementos y preparación para el Estudio de tiempos**

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

**Selección de la operación.** Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- a) El orden de las operaciones según se presentan en el proceso
- b) Según necesidades específicas.

**Selección del operador.** Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos: Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.

Actitud frente al trabajador

- a) El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos
- b) El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador
- c) No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- d) Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- e) El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

**Análisis de comprobación del método de trabajo.** Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y, por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

### **Estudio de tiempos con cronometro**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

### **b) Diagrama de Causa-Efecto**

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto
- Comunicar las relaciones causas-efecto y
- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados.

El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas.

Las etapas para hacer un diagrama de causas-efecto son las siguientes:

- 1) Decidir el efecto que se quiere controlar y/o mejorar o un problema (real o potencial) específico.
- 2) Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha, tal como se muestra en la figura.

Figura 4.5 Flecha Principal del Diagrama Causa-Efecto

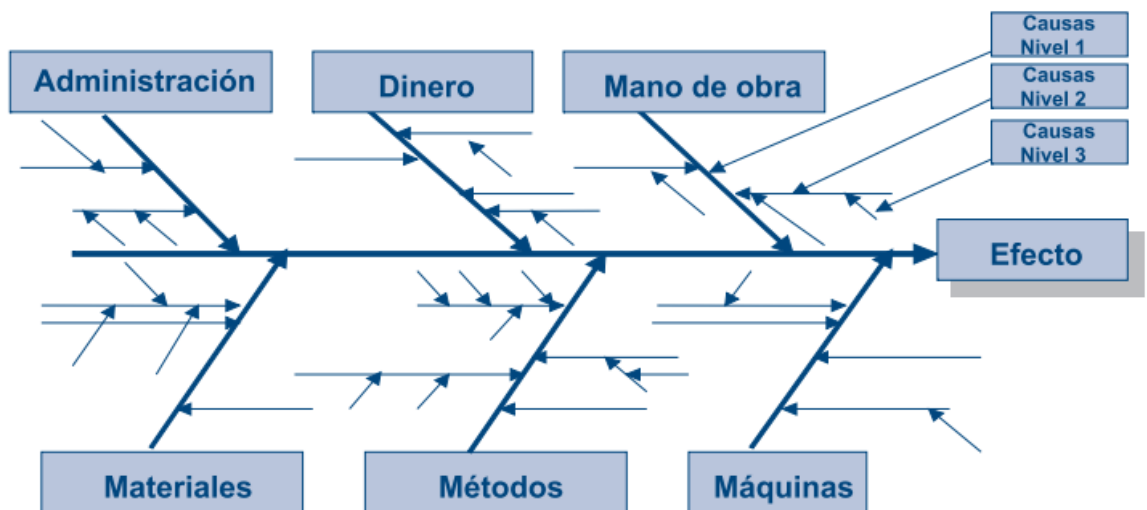


Fuente: UNIT. (2009), Herramientas para la mejora de la calidad.

- 3) Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal (en general se considera aquí los factores de variabilidad más comunes). Cada grupo individual forma una rama.

Como ejemplo las principales categorías consideradas son 6 (Figura 4.6): material, maquinaria, métodos, mano de obra, medida y medio ambiente. Tener presente que no todas las 6 categorías se aplican a todos los problemas. Otras categorías pueden ser: datos y sistemas de información; ambiente; mediciones; etc.

Figura 4.6 Diagrama de Causa-Efecto



Fuente: UNIT. (2009), Herramientas para la mejora de la calidad.

- 4) Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios. Un diagrama

bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles y varias ramas tendrán tres o más niveles

- 5) Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
- 6) Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

Un buen diagrama de causas-efecto es el que se ajusta al propósito para el cual se elabora y que no tiene una forma definida. Un mal diagrama de causas-efecto es aquel que solamente identifica efectos primarios.

### **c) Matriz de Priorización**

Esta herramienta se utiliza para establecer prioridades en tareas, actividades o temas, en base a criterios de ponderación conocidos.

Esta herramienta reemplaza a la herramienta conocida como “Análisis Matricial de datos” que formaba parte del conjunto inicial de las siete herramientas de gestión y planificación. Conociendo esta definición, surge la siguiente pregunta. La Matriz de Priorización es una técnica muy útil que se puede utilizar a efecto de obtener un consenso sobre un tema específico. La matriz ayuda a clasificar problemas o asuntos (usualmente aportados por una tormenta de ideas) en base a un criterio en particular que es importante para su organización. De esta manera podrá ver con mayor claridad cuáles son los problemas más importantes sobre los que se debe trabajar primero. Utilizarlo cuando requiera priorizar problemas o llegar a un consenso sobre un asunto específico. Características

- Facilita la selección de alternativas.
- El criterio de priorización tiende a ser consistente.
- Permite evaluar cuantitativamente.
- Permite análisis de sensibilidad

## Ventajas

La uniformidad de las escalas para todos los criterios facilita el cálculo y evita errores.

## Precauciones

- Asegurarse de que todos entienden bien las opciones que se están considerando.
- Asegurarse de que todos entienden la definición operativa de los criterios y ponerse de acuerdo al respecto.
- La uniformidad de las escalas para todos los criterios facilita el cálculo y evita errores.

## Construcción de las matrices de priorización

### Elaboración

Lleve a cabo una tormenta de ideas sobre problemas que se tengan en el proceso existente.

*Tabla 4.4 Formato Matriz de Priorización*

Problema	Frecuencia	Importancia	Factibilidad	Total de Recursos

Fuente: Vilar, J. Gomez, F. Tejero, M. 1997. Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad

En la primera columna ponga los problemas mencionados en la sesión de tormenta de ideas.

De la segunda a la cuarta columnas, defina el criterio. Ejemplos de criterios típicos son:

- Frecuencia: ¿Qué tan frecuente es el problema?, ¿Ocurre seguido o sólo en raras ocasiones?
- Importancia: Desde el punto de vista de los usuarios, ¿Cuáles son los problemas más importantes? Y ¿Cuáles son los problemas que quiere resolver?
- Factibilidad: ¿Qué tan realista es que podamos resolver el problema?, ¿Será fácil o difícil?

Puede seleccionar otro tipo de criterios si resuelven de mejor manera el asunto en discusión.

Por ejemplo: A efecto de contar con un a comparación más cuantitativa, puede utilizar costos, tiempo invertido, o cualquier otro indicador numérico como criterio.

Si bien no existe un número mínimo o máximo de criterios, tres o cuatro es la cantidad óptima para las matrices. Si tiene más de cuatro la matriz se torna difícil de manejar. Una manera de reducir el número de criterios consiste en decidir si hay algún criterio que todas las opciones deban cumplir.

Otra forma de evitar que la matriz se torne difícil es limitar el número de opciones que se consideran. Si la lista de opciones es muy larga (tiene más de 6 opciones), pueden resultar más fácil acortar la lista primero eliminando algunas.

Por ejemplo, los criterios que se usan más comúnmente para eliminar la consideración de posibles problemas incluyen:

- El problema es demasiado grande o complejo para solucionarlo.
- No es factible efectuar cambios en esta área (más allá del control o la autoridad del equipo)
- Falta de interés por parte del personal para trabajar en el problema.

**II. Analizar:** Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de

mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y si se desea la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso. Las preguntas a contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones? Entre las herramientas más comúnmente usadas se encuentran:

#### **a) El Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto consiste en un método gráfico para determinar cuáles son los problemas más importantes de una determinada situación y, por consiguiente, las prioridades de intervención.

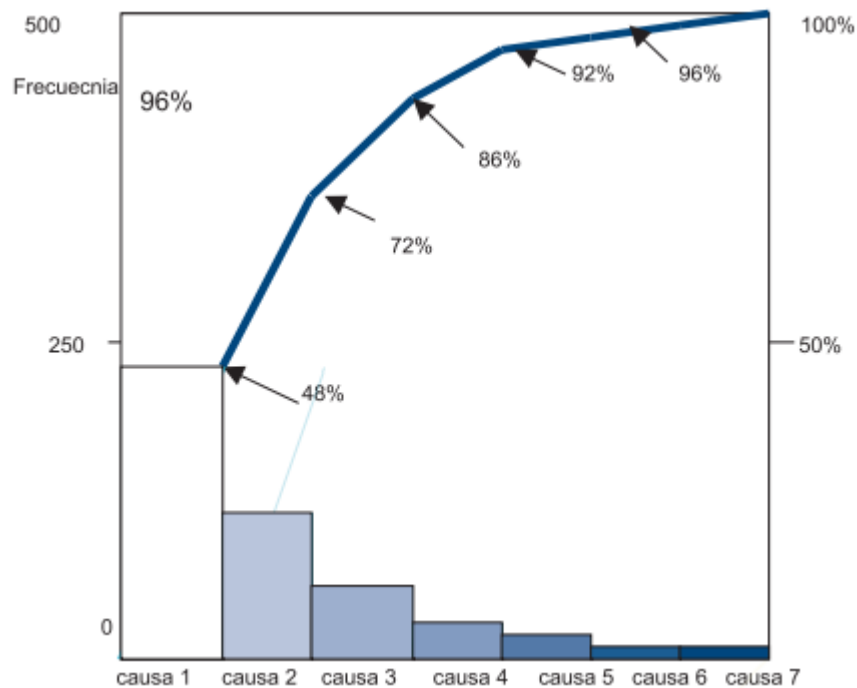
Permite identificar los factores más importantes del proceso, donde pocas causas producen la mayor parte de los problemas y muchas causas carecen de relevancia, es decir no tienen gran influencia en los problemas existentes dentro del proceso.

Para la elaboración del diagrama de Pareto se deben considerar las siguientes etapas:

- Se selecciona los elementos a estudiar
- Se selecciona la unidad de medición para el análisis, por ejemplo: cantidad de sucesos, costos u otra medición de impacto
- Se selecciona el período de tiempo en que se va a analizar los resultados obtenidos
- Se hace un listado de los elementos desde la izquierda hacia la derecha sobre el eje horizontal, de modo que disminuya la magnitud de la unidad de medición. Las categorías que contienen los elementos menores pueden combinarse en una categoría denominada "otros". Esta categoría se coloca en el extremo derecho del eje

- Se construye dos ejes verticales, uno en cada extremo del eje horizontal. La escala del eje izquierdo debería estar calibrada en la unidad de medición y su altura debería ser igual a la suma de las magnitudes de todos los elementos. La escala sobre el eje derecho debe tener la misma altura y calibrarse de 0 a 100 %
- Se dibuja, encima de cada elemento, un rectángulo cuya altura representa la magnitud de la unidad de medición para ese elemento
- Se construye la curva de frecuencia acumulada, sumando las magnitudes de cada elemento, de izquierda a derecha (*Figura 4.7*).
- Se usa el diagrama de Pareto para identificar los elementos más importantes para la mejora de la calidad

Figura 4.7 Diagrama de Pareto



Fuente: UNIT. (2009), Herramientas para la mejora de la calidad.

### b) Matriz AMEF

El Análisis de del Modo y Efectos de Falla es un grupo sistematizado para reconocer fallas potenciales y sus efectos e identificar acciones que reduzcan o eliminen las probabilidades de fallas.

La matriz AMEF está compuesta de cuatro etapas, las cuales se presentan a continuación:

1. Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
2. Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
3. Analizar la confiabilidad del sistema
4. Documentar el proceso.

A continuación, en la tabla 4.5 se muestra un ejemplo de la matriz AMEF.

Tabla 4.5 Ejemplo de Matriz AMEF

Nº	Función del proceso	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Severidad	Causas potenciales de las fallas	Ocurrencia	Control actual del proceso	Detección	RPN
1	CORTAR	Cortar un área menor a la especificada	No se puede armar el bolsillo con las dimensiones correctas. Parte descartada	6	Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso.	4	Inspección simultánea con la operación.	3	72
2	CORTAR	Cortar un área mayor a la especificada	Reproceso de corte hasta lograr las dimensiones correctas	3	Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso.	5	Inspección simultánea con la operación.	3	45
3	CORTAR	Romper el centro de la tela con las tijeras	No se puede ensamblar un bolsillo con rotos en el centro. Parte descartada	8	Falta de pericia del operador; instrumento de corte defectuoso; condiciones de luz	3	Inspección simultánea con la operación/ Inspección final.	3	72
4	CORTAR	Manchar la tela con suciedad de las tijeras	Alteración del color de la tela. Producto terminado conforme	5	Falta de limpieza, orden y estandarización	6	Inspección simultánea con la operación/ Inspección final.	5	150
5	CORTAR	Cortar el cuerpo del operario	Accidente, incapacidad del operario, proceso interrumpido, alteración del color de la tela.	10	Falta de pericia del operador; uso inadecuado o falta de elementos de protección personal.	2	Operario.	1	20
6	CORTAR	Cortar o entregar piezas incompletas	No se puede coser un bolsillo con piezas incompletas. Proceso siguiente afectado. Reproceso.	3	Falta de pericia del operador; carencia de herramientas de control de unidades en proceso	6	Inspección final de corte/ Conteo inicial en costura.	4	72

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

**III. Implementar:** Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema.

Algunas de las preguntas que se deben contestar antes de pasar a la siguiente etapa son: ¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios?

**IV. Controlar:** Finalmente, una vez que es encontrada la manera de mejorar el desempeño del proceso, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto se debe diseñar e implementar una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. Las preguntas a responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?

Para responder a estas preguntas se requerirán de ciertas herramientas tales como el control estadístico mediante gráficos comparativos y diagramas de control y técnicas no estadísticas tales como la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, herramientas de planificación, etc.

### **4.3. Selección de Método**

Para poder abordar el problema descrito anteriormente en esta investigación, se hace recomendable determinar cuál de los métodos presentados en el capítulo N°4, se acerca más a las necesidades que se requieren para las mejoras en el proceso productivo del laboratorio EHS y así cumplir de forma oportuna con la entrega de los informes al cliente.

#### **4.3.1. Criterios de Elección**

Los criterios de elección del método, van relacionados directamente con la mejora de los procesos productivos dentro del laboratorio y a los objetivos específicos descritos en esta investigación.

Criterio N°1: Método para mejora de procesos existentes.

Criterio N°2: Método para procesos mixtos.

Criterio N°3: Método para procesos productivos.

Criterio N°4: Método de medición y mejora de despilfarros.

Criterio N°5: Método involucra a todos los niveles jerárquicos.

Criterio N°6: Método cuenta con herramientas para propuesta de mejoras.

Criterio N°7: Método cuenta con herramientas para implementación de indicadores de control.

Criterio N°8: Método aplicable a empresas de servicios.

Estos son los criterios que se definieron y que son primordiales para poder abordar el problema de esta investigación. En base a estos, se determinará cual de todos los métodos presentados se ajusta más a la situación actual de la organización y a las necesidades de mejora del laboratorio EHS.

### 4.3.2. Matriz de Elección

Para poder definir el método a utilizar en esta investigación, se debe validar por los principales involucrados. En este caso para la validación del método, se le presento a la subgerencia del laboratorio las distintas metodologías con los ocho criterios definidos, los que se realizaron acorde a las necesidades del problema y del proceso.

En conjunto con los supervisores y la subgerencia del laboratorio se realizó la evaluación de las cuatro metodologías a través de una matriz de comparación, donde cada criterio será calificado con ponderaciones. Estas tienen un rango de 0 a 5 y se definen a continuación:

- **Uno (1):** El método aplica en 0% al criterio (Muy Irrelevante)
- **Dos (2):** El método aplica en 25% al criterio (Irrelevante)
- **Tres (3):** El método aplica en 50% al criterio (Medianamente Relevante)
- **Cuatro (4):** El método aplica en 75% al criterio (Relevante)
- **Cinco (5):** El método aplica en 100% al criterio (Muy Relevante)

Ya definida cada una de las 5 ponderaciones se procede a calificar los 8 criterios definidos en el punto 4.3.1. a través de la matriz de elección que se muestra en la *Tabla 4.6*.

*Tabla 4.6 Ponderaciones por Método*

	SMED	TPM	JIDOKA	DMAIC
<b>Criterio N°1</b>	5	5	5	5
<b>Criterio N°2</b>	3	3	3	5
<b>Criterio N°3</b>	5	5	5	5
<b>Criterio N°4</b>	5	5	5	5
<b>Criterio N°5</b>	5	5	5	5
<b>Criterio N°6</b>	5	5	5	5
<b>Criterio N°7</b>	2	5	2	5
<b>Criterio N°8</b>	4	4	4	5
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>40</b>

Fuente: Elaboración propia

De las cuatro metodologías propuestas para trabajar en este estudio, se obtuvieron

las ponderaciones, en base a la evaluación realizada por los involucrados, lo que permitirá decidir cuál es la que más se adapta a los requerimientos del problema y de la compañía.

A continuación, se muestra el porcentaje de representación de cada método según los criterios evaluados.

#### a) **SMED**

La metodología SMED si bien se adapta en cinco de ocho criterios, existen tres criterios donde no cumplen con la relevancia que se requiere, los cuales son de suma importancia para el desarrollo de este estudio. Los tres criterios que no cumplieron al 100% fueron:

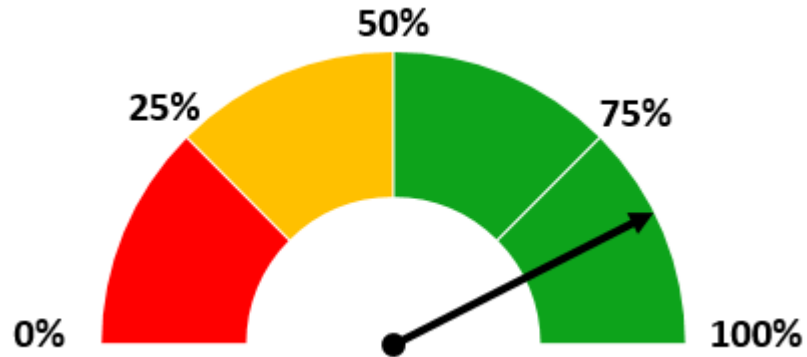
**Criterio N°2 “Método para procesos mixtos”:** En este criterio el método SMED se adapta solo en un 50%, ya que se enfoca a la mejora de eficiencia interna y externa del equipo que participa en el proceso de producción.

**Criterio N°7 “Método cuenta con herramientas para implementación de indicadores de control:** SMED es una metodología que no cuenta con herramientas de control de mejora para realizar seguimiento, a los cambios realizados en el proceso. Por lo que en este criterio SMED obtuvo solo un 25%, es decir es irrelevante para el problema.

**Criterio N°8 “Método aplicable a empresas de servicios”:** En el caso de SGS en vez de entregar o producir un producto para el cliente, lo que hace es entregar un informe de resultados, por lo que SMED si bien se enfoca en el proceso productivo, una parte de su aplicación se enfoca a la producción de productos tangibles y no de resultados, por lo que en este criterio es aplicable en un 75% del problema, ya que se puede adaptar.

En base a esta puntuación se obtuvo una ponderación total de 34 puntos, lo que equivale a un 85% de la ponderación ideal y se representa en la *figura 4.8*.

Figura 4.8 Porcentaje de Ponderación Final "SMED"



Fuente: Elaboración Propia

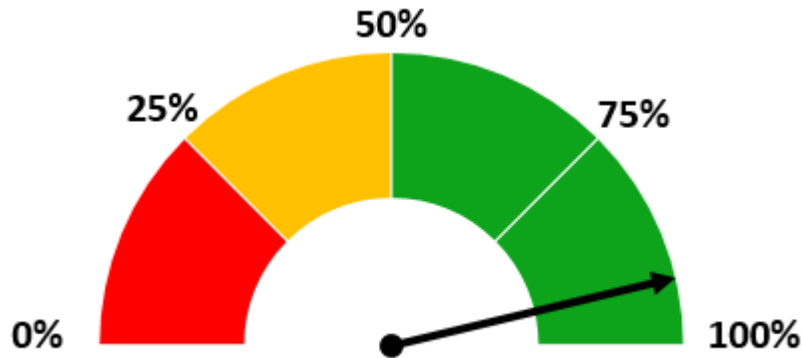
## b) TPM

Este método es el segundo con mayor ponderación, cumple con el 100% en seis de ocho criterios, llegando a los 37 puntos, equivalente a un 93% de la ponderación ideal (*Figura 4.9*). Los criterios que obtuvieron menor ponderación, son dos y se describen a continuación:

**Criterio N°2 “Método para procesos mixtos”:** El método TPM se enfoca en rendimiento, disponibilidad y calidad del equipo, por lo que deja afuera todos los procesos manuales. En esta categoría el TPM obtiene 3 puntos, lo que equivale a que el método es medianamente relevante para ese criterio, es decir aplica en un 50%.

**Criterio N°8 “Método aplicable a empresas de servicios”:** Una de las herramientas que forma parte del TPM es el indicador OEE que mide tres variables primordiales en un proceso productivo y estas son disponibilidad, rendimiento y calidad. La última se enfoca a la calidad del producto, en el caso de SGS, el producto no es tangible sino que son resultados a través de informe al cliente, por lo que en este criterio obtiene el 75% (4 puntos), ya que se puede adaptar al problema, pero enfocado a las fallas que conlleven a una repetición del proceso (resultado) y no del producto.

Figura 4.9 Porcentaje de Ponderación Final "TPM"



Fuente: Elaboración Propia

### c) JIDOKA

El método Jidoka cumple con cinco de ocho criterios, alcanzando los 34 puntos al igual que la metodología SMED, ambos alcanzaron el 85% (*figura 4.10*) de la puntuación ideal.

Los criterios con menor puntuación fueron tres, los cuales se definen a continuación:

**Criterio N°2 “Método para procesos mixtos”:** En este criterio el método Jidoka al igual que SMED, se adaptan en un 50%, ya que Jidoka se enfoca en la automatización del proceso, es decir apunta que el trabajo que realizan las maquinarias sea automático, pero con un toque humano. Lo ideal es que el operario influya lo menos posible en el proceso de producción, su participación se enfoca solo para generar alertas sobre posibles problemas, que conlleven a la salida de productos defectuosos.

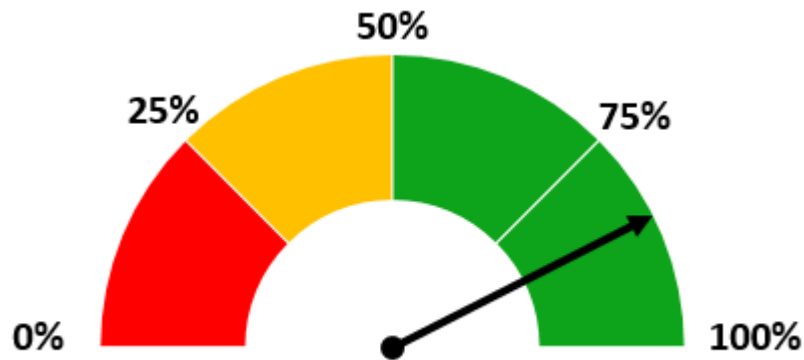
En el caso de SGS la mayoría de sus procesos intervienen los operarios, es decir la mayor parte de los procesos que se realizan son manuales, debido a que son muy variados y complejos. Si bien existen procesos donde hay equipos que realizan la lectura de los análisis, los operarios tienen que ingresar las muestras para que sean leídas, por lo tanto, en este caso el método Jidoka es medianamente relevante para el proceso existente en SGS.

**Criterio N°7 “Método cuenta con herramientas para implementación de indicadores de control:** Jidoka es una metodología que no cuenta con herramientas de control a través de indicadores para realizar seguimiento a las mejoras realizadas en el proceso, ya que está enfocada a la gestión de problemas in situ para prevenir los defectos de

productos, por lo tanto, está enfocada en la reacción inmediata y no en la gestión de mejoras futuras. En este criterio, Jidoka obtuvo solo un 25%, es decir es irrelevante para el problema.

**Criterio N°8 “Método aplicable a empresas de servicios”:** Jidoka se enfoca a los problemas del proceso a través de la automatización, debido a que previene la producción de productos defectuosos. En el caso de SGS en vez de entregar o producir un producto para el cliente, lo que hace es entregar un informe de resultados, por lo que, en este criterio, el método Jidoka es aplicable en un 75% del problema, es decir es relevante ya que se puede adaptar.

Figura 4.10 Porcentaje de Ponderación Final "JIDOKA"



Fuente: Elaboración Propia

#### d) DMAIC

Este método es el de mayor ponderación, cumpliendo al 100% (Figura 4.11) con la aplicación al problema existente y con los objetivos planteados, por lo que en base al cumplimiento de estos criterios y a las ponderaciones obtenidas, en este trabajo de investigación, se aplicará DMAIC.

La metodología DMAIC es muy relevante para los ocho criterios definidos en este capítulo.

**Criterio N°1: Método para mejora de procesos existentes:** Método obtiene 5 puntos, por lo que se ajusta 100% al criterio, es decir se puede aplicar en procesos que se encuentran vigentes y se desean mejorar.

**Criterio N°2: Método para procesos mixtos:** Es muy relevante para el criterio, por lo tanto, aplica en un 100%, ya que se adapta a procesos donde interviene capital humano y maquinarias.

**Criterio N°3: Método para procesos productivos:** Se enfoca en la mejora de procesos productivo por lo que en este criterio pondera 5 puntos.

**Criterio N°4: Método de medición y mejora de desperdicios:** La segunda etapa de DMAIC es medir y la cuarta es implementar que es donde aplican las herramientas de mejoras de los efectos indeseados, por lo que el método aplica en un 100% a este criterio.

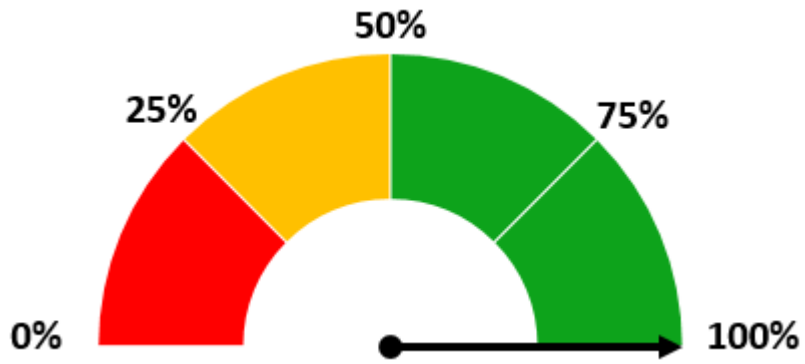
**Criterio N°5: Método involucra a todos los niveles jerárquicos:** DMAIC es una metodología que involucra a todos los niveles jerárquicos, ya que en el caso de SGS el proceso de producción del laboratorio que se requiere mejorar, es primordial y repercute a todos los niveles jerárquicos de la compañía, por lo que el método es muy relevante para el criterio.

**Criterio N°6: Método cuenta con herramientas para propuesta de mejoras:** DMAIC cuenta con distintas herramientas para las propuestas de mejoras, entre las que se encuentran: Lluvia de Ideas, Simulación de eventos discretos y Modo de falla y análisis de efecto, por lo que el método aplica un 100% (5 puntos).

**Criterio N°7: Método cuenta con herramientas para implementación de indicadores de control:** Las herramientas más conocidas del método DMAIC para el control de mejoras a través de indicadores son: control estadístico mediante gráficos comparativos y diagramas de control, técnicas no estadísticas tales como la estandarización de procesos, controles visuales y planes de contingencia. Por lo que el método para este criterio obtiene 5 puntos, es decir es muy relevante.

**Criterio N°8: Método aplicable a empresas de servicios:** DMAIC es aplicable a cualquier tipo de compañía, ya sea de producción o servicios, ya que es homologable a cualquier tipo de proceso. En este criterio DMAIC es aplicable en un 100%, por lo que es muy relevante.

Figura 4.11 Porcentaje de Ponderación Final "DMAIC"



Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo 5 : Metodología Aplicada

En este capítulo se abordará el problema definido a través de la metodología elegida en el capítulo N°4.

El objetivo de esta etapa, es que se den a conocer todas las variables o causas que tienen como consecuencia el atraso en la entrega de informes al cliente. Además, determinar los efectos indeseados más relevantes del proceso para poder abordarlos y proponer una solución a estos.

### 5.1. Aplicación Metodología DMAIC

Seis Sigma ha ido evolucionando desde su mera aplicación como herramienta de calidad a ser incluida dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación Lean. En realidad, no es una herramienta sino una nueva técnica que adquiere su máxima efectividad cuando se combina con Lean Manufacturing. (Hernández, J & Vizán, A, 2013).

DMAIC es una metodología que forma parte de Seis Sigma y cuenta con variadas herramientas para abordar cada una de las etapas que la conforman (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar), estas herramientas ayudan a resolver cualquier tipo de problema, mejorando los procesos y aumentando la productividad.

#### 5.1.1. Definir

Esta es la primera etapa de la metodología DMAIC, donde se presentan todos los datos relacionados al problema planteado, cuyo fin es: identificar los procesos, definir el equipo de trabajo, datos históricos y el planteamiento de preguntas relacionadas con el problema para entender las causas que gatillan el mismo. Esto, se debe realizar antes de comenzar a medir los efectos indeseados, ya que se hace necesario entender la situación actual.

### 5.1.1.1. Equipo de trabajo

Saber quiénes forman parte de un equipo de trabajo es de suma importancia para la gestión de un proyecto de investigación. En el caso de este estudio las funciones que cumplirá cada uno de los involucrado es primordial para entender el proceso, el problema y sus causas.

A continuación, en la *tabla 5.1* se detalla cada una de los recursos (personas) que formaran parte de este equipo, donde su función principal será la entrega de datos, información y cooperación para resolver dudas relacionados con él problema.

*Tabla 5.1 Equipo de trabajo de investigación*

Equipo de Trabajo		
Nombre	Cargo	Función
Atala Martínez de la Rivera	Supervisor AAS e ICP	Entregar información de datos
Carlos Jiménez Troncoso	Supervisor CLA	Entregar información de datos
Elizabeth Rebolledo Peña	Supervisor DES	Entregar información de datos
María Pinto Jeria	Supervisor FIL	Entregar información de datos
Ariel Lestrade González	Supervisor CRO	Entregar información de datos
Ángelo Pérez Valdebenito	Analista de laboratorio AAS	Entregar información del área
Giselle Carrasco Torres	Analista de laboratorio CLA	Entregar información del área
Jocelyn Quinteros Valenzuela	Analista de laboratorio FIL	Entregar información del área
Paz Olivares Hernández	Analista de laboratorio CRO	Entregar información del área
Eugenia Olguín Duran	Analista de laboratorio DES	Entregar información del área
Francisco López Moreira	Analista de laboratorio ICP	Entregar información del área
Juan Luis Pino Díaz	Tesista	Encargado de Investigación

Fuente: Elaboración Propia, según información entregada por la entrevista realizada al personal de laboratorio

El equipo de trabajo lo conforman 12 personas, de los cuales cinco son supervisores, que son los encargados de planificar las labores y administrar cada área, seis analistas de cada uno de los laboratorios y 1 tesista que es el encargado del desarrollo de esta investigación.

Los supervisores y analistas serán los encargados de facilitar la información para acceder a los datos históricos y datos del sistema CCLAS, que contribuyen a cuantificar y complementar la información de este estudio.

### 5.1.1.2. Datos Históricos

Una forma de conocer el comportamiento de la gestión del laboratorio en el tiempo es a través de la información histórica que cuenta la compañía. Esto tiene como fin, visualizar el problema planteado a través de años anteriores y como ha progresado.

#### a) Ingresos, Costos y Utilidad

En la *tabla 5.2* se muestran los ingresos de los últimos 3 años del laboratorio EHS, sus costos y finalmente la utilidad que tiene anualmente.

*Tabla 5.2 Ingresos, Costos y Utilidad del Laboratorio EHS*

	2016	2017	2018 (Ene-May)	Total	Prom. Mensual
<b>Ingresos</b>	\$ 3.953.796.223	\$ 4.166.640.466	\$ 1.816.502.914	\$ 9.936.939.603	\$ 342.653.090
<b>Costos</b>	\$ 2.536.994.231	\$ 2.861.775.457	\$ 1.252.048.125	\$ 6.650.817.813	\$ 229.338.545
<b>Utilidad</b>	\$ 1.416.801.992	\$ 1.304.865.009	\$ 564.454.789	\$ 3.286.121.790	\$ 113.314.544

Fuente: Elaboración Propia, según información entregada por sistema CCLAS

Se puede observar en la *tabla 5.2* que los ingresos anuales del laboratorio han ido en incremento durante los últimos 3 años. Desde el año 2016 al año 2018 el porcentaje de aumento promedio mensual en los ingresos, es de 10,3%, en cuanto a los costos, el porcentaje de alza es de 18,4%. Estos indicadores representan la baja eficiencia en utilización de los recursos, ya que el incremento de los costos debería haber sido menor o igual al de los ingresos.

#### b) Cantidad de Muestras y Atrasos

La información de los atrasos históricos del laboratorio EHS nos servirán para conocer el comportamiento en el tiempo del problema principal.

En la *tabla 5.3* se muestra el total de muestras ingresada durante los últimos 3 años, además de los atrasos del mismo periodo.

*Tabla 5.3 Muestras totales ingresadas vs atrasos*

	2016	2017	2018 (Ene-May)	Total	Prom Mensual
<b>Muestras Totales</b>	1.142.796	1.110.072	471.995	2.724.863	93.961
<b>Atrasos</b>	914.652	759.720	242.735	1.917.107	66.107
<b>Porcentaje Atrasos</b>	<b>80,0%</b>	<b>68,4%</b>	<b>51,4%</b>	<b>70,4%</b>	<b>70,4%</b>

Fuente: Elaboración Propia, según información entregada por sistema CCLAS

Se observa que los atrasos han ido a la baja durante los últimos 3 años, entre el año 2016 y 2018, el porcentaje ha disminuido en un 36%. Este un buen indicador, el cual se pretende bajar aún más con las propuestas de mejoras de este estudio.

### 5.1.1.3. Requerimientos del cliente

Los resultados finales entregados al cliente, es una de las variables más importante en la calidad del servicio que entrega la compañía, debido a que es en esta etapa del proceso donde se evalúa el servicio entregado.

Se hace necesario conocer cada uno de los requerimientos del cliente para saber cuáles son sus necesidades más importantes. SGS ya ha trabajado esta información a través del área comercial del sector Environmental, Helth & Safety con una encuesta a los clientes, donde se definieron las variables de evaluación más relevantes para estos, las cuales se muestran a continuación en la *Tabla 5.4*.

*Tabla 5.4 Requerimientos del cliente externo*

Requerimientos Clientes	Porcentaje de Importancia
Tiempo de respuesta	40%
Precio	25%
Acreditaciones	20%
Calidad de la información	15%

Fuente: Elaboración propia, en base a información entregada por el área comercial de EHS

Se observa que la mayor parte de clientes hace referencia al tiempo de respuesta como la variable más importante entre sus requisitos (40% de importancia), esto se debe

principalmente a que los entes fiscalizadores le exigen al cliente cumplir ciertos plazos en la entrega de informes para el cumplimiento de las normas chilenas establecidas.

La segunda variable que tiene mayor importancia con un 25%, es el precio, debido a que una de las formas de adjudicarse servicios rentables y que le genera un gran beneficio monetario a la compañía es a través de licitaciones, las cuales se evalúan a través de la propuesta técnica-económica.

La tercera variable ms importante son las acreditaciones que tiene la compañía para poder realizar los análisis solicitados por el cliente, debido a que si no es un ETFA (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental) no es reconocido como válido por los entes fiscalizadores de las normas.

Finalmente, está la calidad de la información con un 15% de importancia, es decir que vengan los resultados de los análisis que solicito el cliente y que le permitan cumplir con las normas exigidas.

#### **5.1.1.4. Identificación de procesos**

Anteriormente se definió el equipo de trabajo, el cual en conjunto trabajó en el levantamiento de los procesos para cada área. Estos procesos engloban el funcionamiento del laboratorio, en un proceso general, que hace una referencia a las labores que desempeñan los distintos recursos que interfieren directamente en las etapas más relevantes.

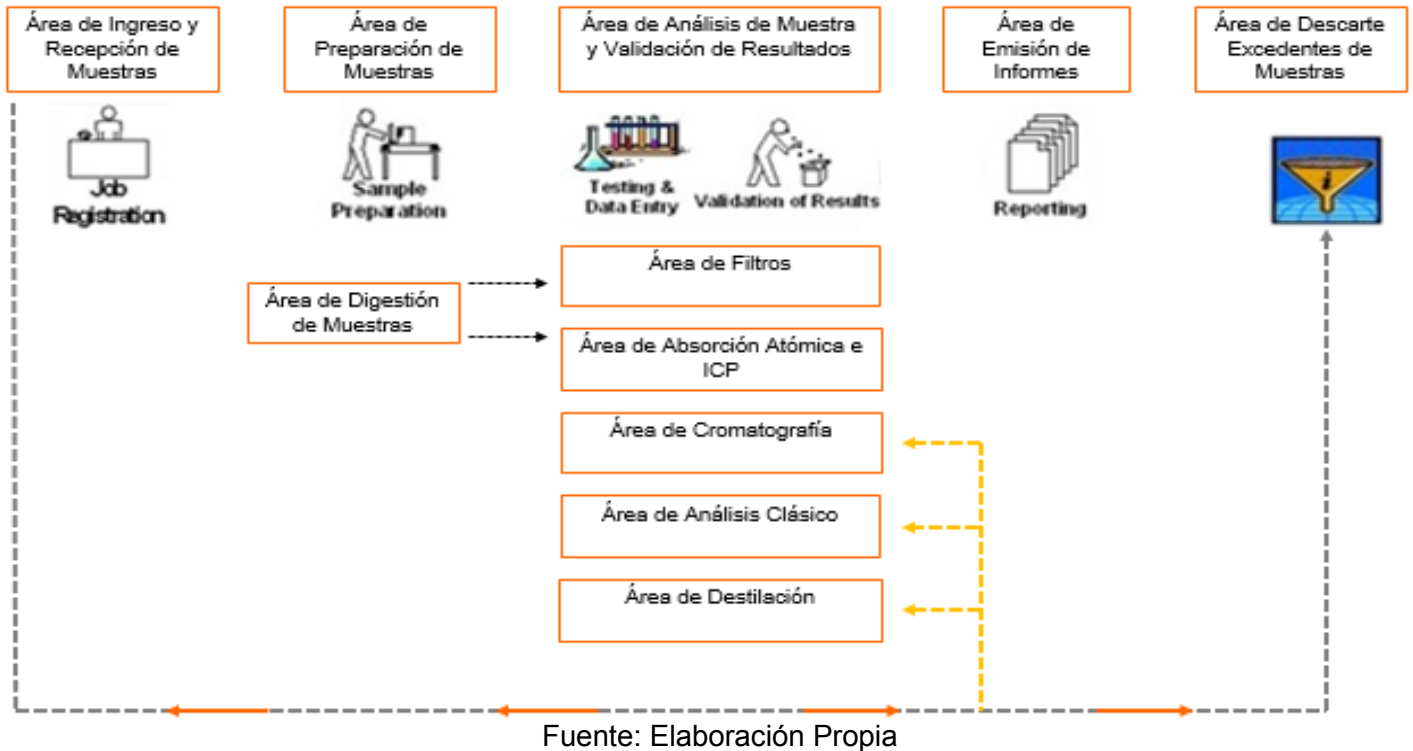
##### **5.1.1.4.1. Proceso General del Laboratorio de Environmental, Health & Safety**

El flujo general dentro del laboratorio, engloba a las seis áreas más relevantes. Este flujo muestra cual es el desarrollo general de la muestra a lo largo del laboratorio, que va desde la entrada de la muestra, hasta la entrega del informe al cliente.

En la *figura 5.1* se representa el proceso general del laboratorio, el cual se basa principalmente en la operación de las distintas áreas involucradas en el proceso y como

interfieren en el estudio y análisis de los distintos productos que son recepcionados dentro de la compañía.

Figura 5.1 Proceso General del Laboratorio de Environmental, Health & Safety



**A. Recepción de Muestras:** En esta área se reciben todas las muestras llevadas por los inspectores o enviadas por el cliente, sean estas líquidas o sólidas (producto), estas son recibidas en forma de botellas por auxiliares de laboratorio, los cuales ordenan, clasifican y verifican los envases, para determinar su aptitud para el ensayo al cual serán sometidos. Posterior a su verificación la muestra junto con toda la información (Cliente, ensayos, Cantidad de envases, tipos de envases, preservación, etc.), que viene estipulada en un documento llamado cadena de custodia, se registra en plataforma SySope, que es la plataforma que conecta la cotización de la venta al cliente con el sistema CCLAS o SLIM ((Laboratory Information Management System), donde se realiza toda la gestión operacional del laboratorio.

Una vez que la cadena de custodia se registra en el sistema, los envases son etiquetados con una identificación interna, los cuales dependerá de su definición de muestreo

para saber cómo serán abordados. La muestra puede ser considerada como crítica o no crítica, si es una muestra crítica, esta tiene fecha de vencimiento, por lo que se debe trabajar de forma inmediata.

En la figura 5.2 se muestra el envase con la etiqueta ya impresa y pegada, la cual genera las ordenes de trabajo e identificación en el sistema.

*Figura 5.2 Envase de Muestra de Agua*



Fuente: Elaboración Propia

**B. Área de Preparación de muestras:** Los envases son recepcionados por analistas de laboratorio en el área de preparación de muestras, estos son entregados directamente por los auxiliares de laboratorio, quienes llevan las muestras desde recepción de muestras, hasta esta área. Dentro de esta área los envases son ingresados como botellas al área de digestión, área que tiene las siguientes funciones:

**1) Digestión de Muestras:** La digestión, es el método tradicional utilizado en la preparación de varios tipos de muestras a fin de transferir por completo los analitos en solución para que puedan ser analizados en forma líquida mediante técnicas analíticas como la espectrometría de absorción atómica e ICP. En esencia, el objetivo de todo proceso de digestión por lo tanto es la solución completa de los analitos y la descomposición total de la muestra evitando la pérdida o contaminación de la sustancia de interés. Los métodos de digestión se usan para reducir interferencias, debido a la presencia de materia orgánica y convertir los metales a una forma en que se puedan analizar (generalmente el metal puro). En la mayoría de casos la digestión es llevada a cabo con ácido nítrico, ya que es adecuado para la

extracción de diversos metales, además de que los nitratos proporcionan una buena matriz para las determinaciones mediante espectrometría de absorción atómica, sin embargo algunas muestras necesitan de la adición de diferentes ácidos fuertes tales como el ácido perclórico, ácido sulfúrico o ácido clorhídrico para producir una digestión ácida lo suficientemente agresiva para lograr una digestión completa. Una vez que se logra esto, las muestras son aforadas en tubos y son trasladadas a las áreas de absorción atómica e ICP para que sean leídas.

**C. Área de análisis de muestras y validación de resultados:** Dentro de esta etapa, se encuentran situadas las 6 áreas de lectura e interpretación de resultados del laboratorio, que son Absorción atómica, Cromatografía, Destilación, Análisis Clásico, Filtros e ICP.

En el caso de absorción atómica e ICP, las muestras que vienen del área de preparación de muestras (digestión), son ingresadas a través de tubos, los cuales vienen ordenados en una gradilla, según el orden del análisis en sistema (fecha de requerido) y el tipo de producto de la muestra.

A continuación, se detalla la función de cada una de las 6 áreas de análisis y lecturas que conforman el laboratorio de Environmental, Health & Safety.

**1) Área de Filtros:** En el área de filtros se analizan todos los filtros que vienen de las mediciones isoscínéticas, que son emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas se asocia a la determinación del nivel de contaminantes emitidos por calderas, hornos e incineradores como resultado de un proceso de combustión o por las actividades relacionadas a un proceso productivo.

El cliente envía la muestra para que sea analizada por la compañía y como resultado muestre todos los componentes que están siendo emitidos hacia el ambiente, desde las diferentes chimeneas, calderas, etc. que se encuentran ubicadas en sus instalaciones.

**2) Área de Absorción Atómica:** Desde el área de digestión las muestras ingresan como tubos, ya que una vez realizada la digestión se logra una mezcla más concentrada del análisis, por lo tanto los analitos son más fácil de leer a través de la

espectroscopia de absorción atómica (a menudo llamada espectroscopia AA o AAS, por atomic absorption spectroscopy) es un método instrumental de la química analítica que permite medir las concentraciones específicas de un material en una mezcla y determinar una gran variedad de elementos. Esta técnica se utiliza para determinar la concentración de un elemento particular (el analito) en una muestra y puede determinar más de 70 elementos diferentes en solución o directamente en muestras sólidas utilizadas en farmacología, biofísica o investigación toxicológica.

**3) Área de ICP:** El mismo caso que absorción atómica las muestras entran en tubos para ser analizadas con una técnica de análisis inorgánico elemental e isotópico capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica.

**4) Área de Cromatografía:** Al área de cromatografía, las muestras ingresan en botellas, una vez adentro son filtradas y traspasada a tubos de vidrios 1/4 más pequeños que los utilizados por absorción atómica, una vez que se completan los tubos suficientes para completar la capacidad del equipo, este se carga y se le aplica una técnica llamada cromatografía de líquidos, es una técnica de separación y no debe confundirse con una técnica cuantitativa o cualitativa de análisis. Es una de las técnicas analíticas ampliamente utilizadas, la cual permite separar físicamente los distintos componentes de una solución por la adsorción selectiva de los constituyentes de una mezcla.

**5) Análisis Clásico:** La muestra ingresada en botella se someten a la técnica clásica, las que se basan en las propiedades químicas de la sustancia que se analiza, es decir, del analito. Algunos de estos métodos son las gravimetrías, las volumetrías y métodos cualitativos clásicos.

Los métodos clásicos de análisis químico cuantitativo generalmente se basan en una reacción química en la que interviene el componente de la muestra que se desea determinar. Basándose en la naturaleza de la medida final del análisis, cuya magnitud es proporcional a la cantidad de analito en la muestra.

En química analítica, el análisis clásico o gravimetría consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el

constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica y sin llevar a cabo el análisis por volatilización. El análisis clásico es uno de los métodos más exacto y preciso.

Los cálculos se realizan con base en los pesos atómicos y moleculares, y se fundamentan en una constancia en la composición de sustancias puras y en las relaciones ponderales (estequiometría) de las reacciones químicas.

**6) Área de Destilación:** Al área de destilación las muestras llegan en botellas las cuales se vierten en probetas, las cuales serán sometidas a destilación, que es un método comúnmente utilizado para la purificación de líquidos y la separación de mezclas con el fin de obtener sus componentes individuales.

La destilación es una técnica de separación de sustancias que permite separar los distintos componentes de una mezcla. Esta técnica se basa fundamentalmente en los puntos de ebullición de cada uno de los componentes de la mezcla. Cuanto mayor sea la diferencia entre los puntos de ebullición de las sustancias de la mezcla, más eficaz será la separación de sus componentes; es decir, los componentes se obtendrán con un mayor grado de pureza.

La técnica consiste en calentar la mezcla hasta que ésta entra en ebullición. A medida que la mezcla se calienta, la temperatura aumenta hasta que alcanza la temperatura de la sustancia con punto de ebullición más bajo mientras que los otros componentes de la mezcla permanecen en su estado original. A continuación, los vapores se dirigen hacia un condensador que los enfría y los pasa a estado líquido. El líquido destilado tendrá la misma composición que los vapores y; por lo tanto, con esta sencilla operación habremos conseguido enriquecer el líquido destilado en el componente más volátil (el de menor punto de ebullición). Por consiguiente, la mezcla sin destilar se habrá enriquecido con el componente menos volátil (el de mayor punto de ebullición).

**D. Área de emisión de informe:** Una vez que se realizan todos los análisis y lecturas en las áreas correspondientes, los resultados son validados por el supervisor del área quien a través del sistema CCLAS realiza esta función. Si el resultado está dentro de los parámetros normales, el análisis es validado de forma directa, si el resultado está fuera de los parámetros, el supervisor revisa el historial del análisis, para saber si en el historial del sistema existe un valor que lo deje dentro de los parámetros, si este valor existe, el resultado se valida, de lo contrario el supervisor pide repetición del análisis, debido a que se cuestiona la calidad de este. Una vez que el último resultado del analito es validado por el supervisor, el sistema envía los resultados al área de informe, quienes consolidan los resultados y son enviados al cliente.

**E. Área de descarte:** Los envases (botellas) recepcionados en el laboratorio una vez que se extrae una parte de ellos que será utilizada para realizar el análisis, estos son llevados a las distintas cámaras de guarda donde serán almacenados por 40 días. Una vez cumplido este plazo, las muestras son llevadas al área de descarte y son eliminados y tratados a través de una planta de riles.

En el caso de la porción sacada de las botellas para ser traspasada a los distintos envases (tubos, matraces, pipetas, etc.), una vez que se realiza el análisis, este contenido es vaciado en bidones plásticos de 20 litros, los cuales se retiran diariamente para ser descartados y tratados.

#### **5.1.1.4.2. Inputs y Outputs de envases dentro del Laboratorio**

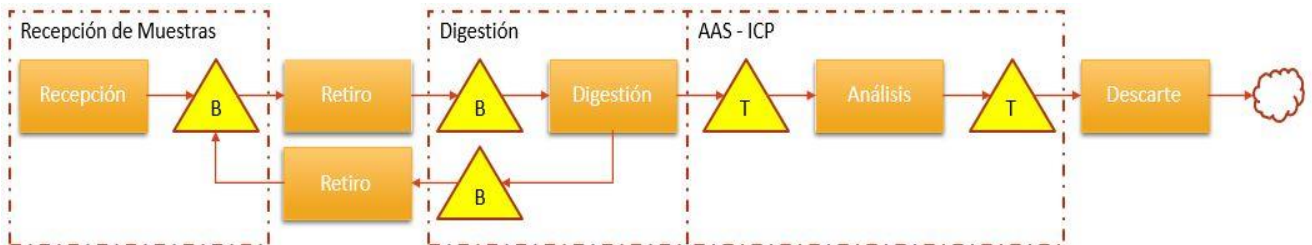
Para llegar a un resultado final del análisis existe un flujo que acompaña a la muestra en todo el proceso del análisis y es el manejo y transporte del envase de la muestra. Existen 3 flujos dentro de las seis áreas del laboratorio, que explican cuáles son los pasos desde que la muestra se recepciona en ingreso de muestras hasta que se descarta.

En los flujos, las muestras pasan por distintos envases, según el origen de la operación, los cuales se explican a continuación:

### a) Absorción Atómica e ICP

Como se muestra en la *Figura 5.3*, estas dos áreas tienen un flujo de manejo de envases homologable, debido a que tienen el mismo proceso desde inicio a fin, en este caso ambos pasan por el área de digestión, área que trabaja con un mismo proceso de preparación para ambas áreas, que es la digestión de la muestra, antes de ser enviada a estas, para que sean leídas en los diferentes equipos espectrofotómetros, que es donde se obtiene finalmente el resultado del análisis.

*Figura 5.3 Proceso de Absorción Atómica e ICP*



Fuente: Elaboración Propia

La muestra se recibe en ingreso de muestra en botellas, las cuales pueden contener distintos volúmenes, según lo especificado por la norma que requiera analizar el cliente. Estas botellas se guardan en diferentes cajas y son llevadas al área de digestión. El área de digestión ordena las botellas según producto (Agua potable, Riles, Aguas varias) y ambienta los vasos donde será depositada la muestra, que posteriormente será digerida en planchas calefactoras y aforada en tubos.

Las botellas una vez utilizadas (vaciar parte del contenido de la botella a los vasos), son devueltas al área de recepción de muestra, quienes son los encargados de almacenar las botellas en las diferentes cámaras de guarda que posee el laboratorio.

Una vez que el contenido del vaso es aforado en tubos, estos tubos son llevados en gradillas a las áreas de absorción atómica e ICP, donde se arman los batch de trabajo en el sistema y se lee la muestra contenida en los tubos. Una vez que estos son leídos y validados por el supervisor en el sistema, estos son vertidos en bidones, los cuales son llevados al área de descarte los cuales son reciclados.

### b) Cromatografía, Destilación y Análisis Clásico

Estas tres áreas comparten el mismo flujo de envases, ya que no tienen un proceso pre-análisis, esto es decir no hay una preparación previa de la muestra, esta pasa directo a las áreas, las cuales son las encargadas de realizar el cambio de envase de la muestra.

A continuación, en la *Figura 5.4* se muestra el flujo de envases de cromatografía, destilación y análisis clásico.

*Figura 5.4 Proceso de Cromatografía, Destilación y Análisis Clásico*



Fuente: Elaboración Propia

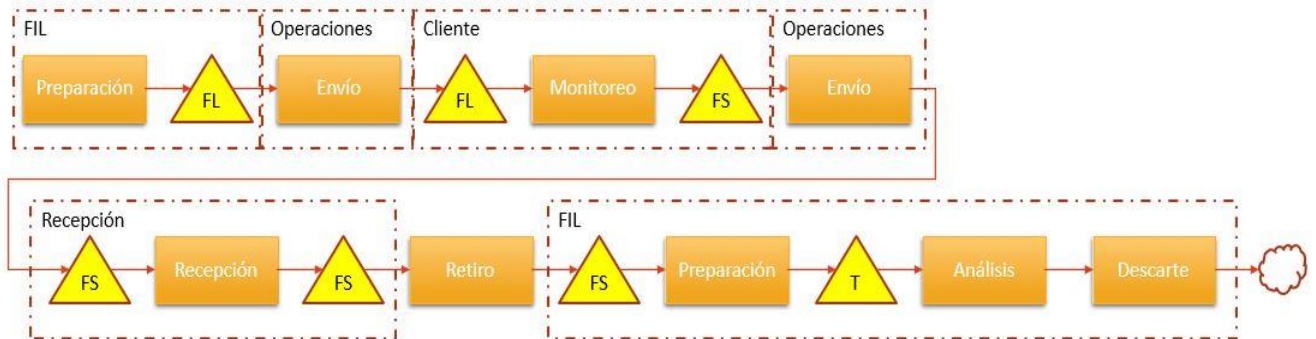
Las muestras llegan a ingreso de muestras en botellas, las cuales son retiradas por auxiliares de laboratorio y son llevadas al área de cromatografía, destilación y análisis clásicos respectivamente. Una vez recepcionada en el área, los analistas de laboratorio extraen parte de la muestra almacenada en las botellas y lo vierten en tubos. Las botellas una vez utilizadas son devueltas al área de ingreso de muestras.

Los tubos son analizados en equipos en el caso de cromatografía y en el caso de destilación y análisis clásico, siguen el curso del análisis de forma manual (método establecido por la norma para diferentes analitos), una vez realizado el proceso de análisis y lectura, el excedente de los tubos es traspasado a bidones, los cuales son llevados al área de descarte para ser reciclados.

### c) Filtros

En la *Figura 5.5* se observa que el área de filtro es la única área que trabaja con un proceso distinto al de las otras áreas, ya que no trabaja con botellas en el proceso si no que, con filtros, los cuales son enviados por el cliente. El flujo de los envases de las muestras de filtro se detalla a continuación.

*Figura 5.5 Proceso Área de Filtros*



Fuente: Elaboración Propia

La muestra es preparada en el área de filtro, la cual dependiendo de la medición que se quiera hacer (ppm), son los filtros que se preparan para ser enviados al área de operaciones quienes son los encargados de la logística del envío de este filtro al cliente. Una vez que el cliente recibe el material para medición, este realiza el monitoreo isoscínético en las chimeneas que se requieren analizar. El cliente una vez que toma la muestra, el filtro sucio (por la muestra) es enviado de vuelta a SGS (el área encargada de gestionar esta logística es el área de operaciones), la cual es recepcionada por ingreso de muestra y llevadas al área de filtros.

Una vez que la muestra se encuentra dentro del área, el filtro es pesado, secado y nuevamente pesado, para determinar el peso real de la muestra. Una vez obtenido este peso, los analistas toman la muestra y se realiza una solución, la cual es enviada mediante tubos al área de absorción atómica, que es la encargada de medir al detalle el nivel de concentración de cada analito requerido por el cliente, una vez realizado el análisis, los tubos son vertidos en bidones para ser llevados al área de descarte.

Dentro de las seis áreas del laboratorio de Environmental, Health & Safety, existen una serie de procesos, en los cuales existen una serie de factores que afectan la productividad. Algunos de estos factores son los cuellos de botellas, tiempos muertos y reprocesos, que afectan la calidad de los análisis realizados, esto tiene como consecuencia un aumento de los atrasos en la entrega de resultados al cliente, lo que llevo a que en el año 2017 se desembolsaran 45 millones por concepto de multas.

### 5.2.1.5. Herramienta 5W & 2H

Tal como se mencionó en el capítulo N°4, la herramienta 5w & 2h, permite conocer de forma más detallada sobre el problema existente en un proceso, a través de siete preguntas esenciales.

En la *tabla 5.5* se responden cada una de estas preguntas sobre el problema existente en el proceso del laboratorio EHS.

*Tabla 5.5 Matriz 5W & 2H*

Preguntas	Descripción
<b>WHAT/ ¿QUÉ?</b> ¿Qué sucede? ¿Qué estamos haciendo?	Existe un 70,4% de atrasos, del total de muestras ingresadas mensualmente, por lo tanto, se atribuye a que la productividad del laboratorio es poco eficiente.
<b>WHEN/ ¿CUÁNDO?</b> ¿Cuándo está usted viendo los problemas? ¿En qué momento del día y/o del proceso?	Ocurre diariamente en las diferentes etapas del proceso
<b>WHERE/ ¿DÓNDE?</b> ¿Dónde está viendo los problemas? (Línea/Maquina/Lugar) ¿En qué parte/ lugar del producto/proceso está viendo los problemas?	Se presenta dentro de cada una de las seis áreas del laboratorio y en los procesos externos a ellas
<b>WHO/ ¿QUIÉN?</b> ¿A Quién le sucede? ¿El problema está relacionado con las habilidades de la/s personas?	Los afectados principales debido a estas causas son los analistas y auxiliares del laboratorio
<b>HOW/ ¿CÓMO?</b> ¿Cómo se diferencia del estado normal (óptimo)? ¿La tendencia es aleatoria o tiene un patrón de recurrencia?	No existe un estado óptimo, ya que estos efectos indeseados, el personal los ha adoptado como función común de su labor diaria
<b>HOW MUCH/ ¿CUÁNTO?</b> ¿Cuántos en un día? ¿En una semana? ¿En un mes? ¿Cuánto dinero implica?	El promedio mensual de muestras atrasadas es de 66.107, diariamente 2.200 análisis, lo que equivale a un ingreso mensual de \$ 24 Millones
<b>WHY/ ¿POR QUÉ?</b> ¿Por qué sucede el problema?	Existen efectos indeseados, que generan tiempo muerto en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia, utilizando la matriz 5w & 2h, en base al problema planteado

## 5.1.2. Medir

En esta etapa de DMAIC, se enfoca en el reconocimiento y cuantificación de todas las causas que influyen en el proceso y tienen como consecuencia un problema en común. En esta etapa es primordial establecer a través de la cuantificación los efectos indeseados más relevantes, con el fin de abordar aquellos con mayor influencia en el problema del proceso y proponer solución.

### 5.2.2.1. Etapas Críticas del Proceso

En base a una evaluación realizada por el equipo de trabajo, se definió que las mudas o errores más relevantes del proceso se producen a lo largo de este, es decir desde que la muestra se recepciona en ingreso de muestra, hasta que el análisis es completado, es por eso que se hizo la evaluación mencionada a lo largo de todo el proceso, identificando los errores que llevan a que salga de su función normal, generando tiempos muertos que tiene como consecuencia el atraso en el análisis de muestras.

### 5.2.2.2. Errores del Proceso (Efectos Indeseados)

Dentro de todos los procesos anteriormente descritos, existen una serie de factores que afectan la productividad y que llevan a que los procesos tarden más del tiempo promedio de producción, es decir desde que se inicia el análisis hasta que se completa el job. En la *Tabla 5.6* se muestran los tiempos promedio por cada laboratorio, cantidad de muestras promedio mensual ingresada y cantidad de muestras que sobrepasan el tiempo de análisis promedio por cada área.

*Tabla 5.6 Resumen tiempos promedios por análisis*

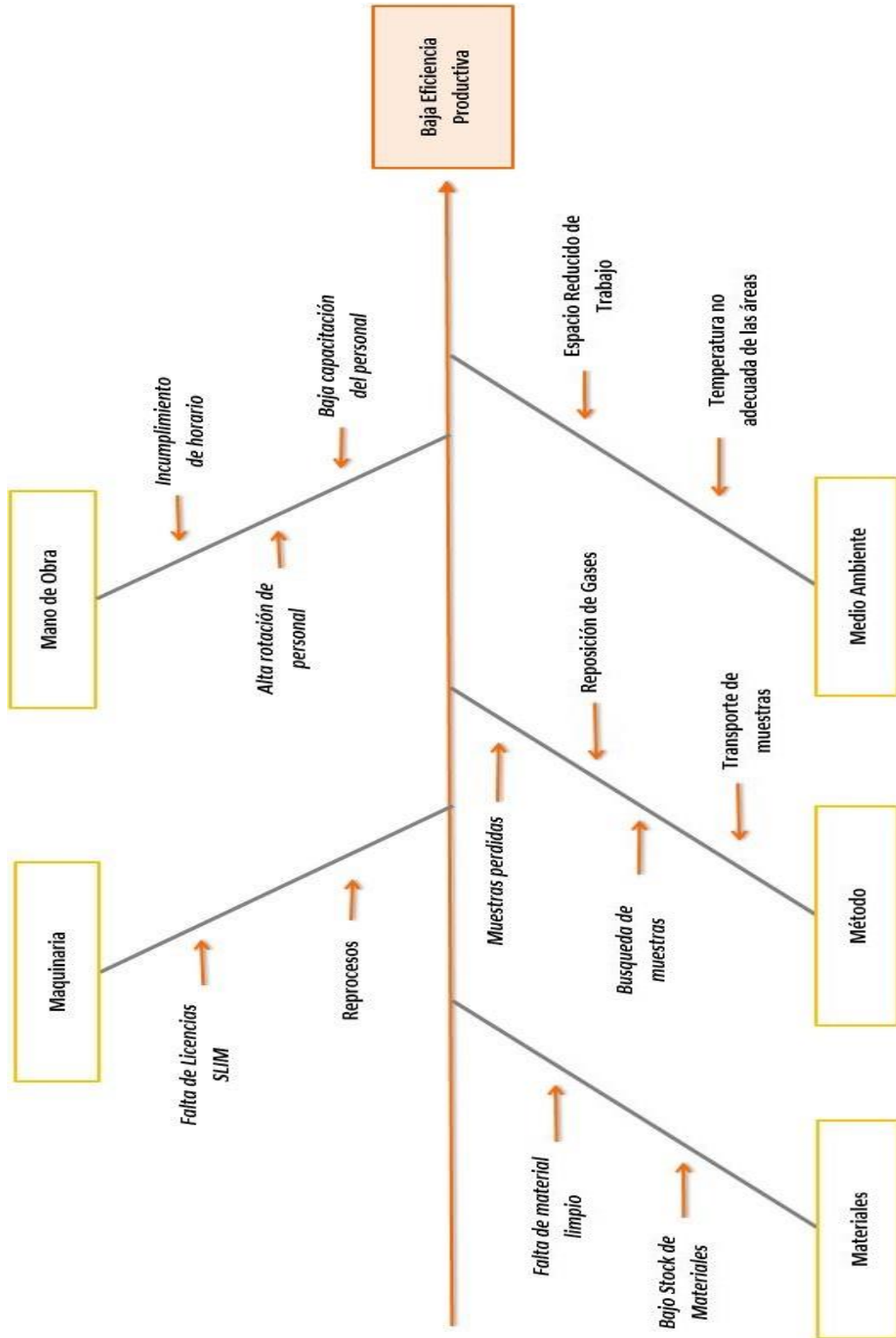
Área	Muestras Ingresadas	Tiempo Análisis (min)	Muestras sobre el tiempo	Porcentaje del total
AAS	27.610	2,11	5.657	20%
CLA	19.485	7,41	2.023	10%
CRO	10.607	17,62	875	8%
DES	12.505	4,09	1.154	9%
FIL	7.740	6,88	356	5%
ICP	16.104	2,74	1.712	11%
<b>TOTAL</b>	<b>94.051</b>	<b>5,72</b>	<b>11.777</b>	<b>13%</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a información entregada por sistema CCLAS.

En la primera columna se muestran las 6 áreas del laboratorio, absorción atómica, análisis clásico, cromatografía, destilación, filtros e ICP. En las siguientes columnas se observa la cantidad de muestras promedio ingresadas mensualmente por cada una de las áreas, el tiempo promedio (horas) que se demora cada analito desde que se inicia el análisis, hasta que se valida el job y finalmente se observa la cantidad de muestras que están sobre el tiempo promedio, con sus porcentajes respectivo en base al total de análisis ingresados. Estos análisis que se encuentran sobre el tiempo son consecuencia de los factores de ineficiencia llamados “mudas”.

Una forma de conocer las causas que provocan un efecto o problema en las áreas del laboratorio, es mediante el diagrama causa-efecto, que también recibe el nombre de diagrama de Ishikawa. Este diagrama causal, tiene como objetivo demostrar de manera gráfica la relación entre las causas que pueden provocar un determinado problema. Esta herramienta facilita el análisis de éste y sus soluciones. A continuación, en la *Figura 5.6* se presenta el “Diagrama de Causa Efecto”, donde se presentan los síntomas de los 5 factores que influyen en la productividad de los procesos.

Figura 5.6 Diagrama Causa-Efecto



Fuente: Elaboración Propia

Se observa en el diagrama de causa-efecto que se analizaron los 5 factores que actualmente influyen en la productividad del laboratorio. Estos factores son globalmente conocidos como las 5M, según el autor E.J. Arnoletto, del libro "Administración de la producción como ventaja competitiva", en el año 2000, plantea que las 5M suelen ser generalmente un punto de referencia que abarca casi todas las principales causas de un problema, por lo que constituyen los brazos principales del diagrama causa-efecto.

En el caso del laboratorio los factores que influyen directamente en el problema principal, están englobados dentro de estas 5 categorías, estos factores o causas tienen en común un problema de raíz, que es "**La Baja Eficiencia Productiva**". Esto genera que el proceso del laboratorio se vea interrumpido e incontinuo, afectando los plazos de entrega al cliente, aumentando costos de recursos y disminuyendo los ingresos de la compañía.

Dentro de las categorías, se encuentran una serie de causas que alteran el flujo continuo de análisis o producción de muestras, las cuales se describen a continuación:

#### **A. Maquinaria**

- 1) Falta o carencia de licencias del sistema SLIM (CCLAS):** Dentro del laboratorio de EHS se trabaja con un software llamado SLIM (CCLAS), sus siglas en inglés significan "Laboratory Information Management System", el cual es el encargado del registro de información y creación de toda la gestión interna del laboratorio, es decir desde el ingreso de las muestras y creación de batch hasta la validación de resultados y entrega de reportes. Es por este motivo que las funciones que realiza este sistema son claves para el desarrollo de las actividades en cada una de las áreas. Una licencia de este sistema tiene un costo de \$25.000 mensuales, actualmente existe una cantidad de 85 licencias, por lo que el costo mensual por este recurso es de \$ 2.125.000. Al no tener licencias disponibles para todo el personal del laboratorio (110 personas), muchas veces las licencias deben ser compartidas entre el personal, lo que tiene como consecuencia que un analista deje de hacer sus funciones por no tener acceso al sistema. Toda labor que realiza el personal, debe ir trabajando con la información que entrega el sistema de gestión de

información del laboratorio (SLIM). Este problema tiene como consecuencia la existencia de tiempos muertos dentro de las áreas de 30 minutos por cada vez que ocurre este tipo de eventos, es decir mensualmente el tiempo de improductividad alcanza los 6.900 minutos mensuales, es decir 115 horas (*Ver anexo N°1*).

- 2) Reprocesos:** Existen análisis que, al ser validado, da como resultado un análisis fuera de los límites establecidos, esto quiere decir que no cumple con la calidad requerida. El sistema arroja una alerta donde informa que los resultados se encuentran fuera de los parámetros, por lo que es necesario la repetición de análisis. Actualmente existe una cantidad de 284 muestras en promedio mensual, que deben ser reprocesados por la baja calidad del análisis realizado, lo que conlleva a una inversión de tiempo de 27 horas mensuales por repetición de análisis.

## **B. Mano de Obra**

- 1) Alta rotación de personal:** Dentro del laboratorio de EHS existe una alta rotación de personal, y esto conlleva a invertir una serie de recursos que afectan directamente la productividad del laboratorio, ya que al ingresar personal nuevo a la compañía se incurre en costos de selección, capacitación (cursos, charlas, etc.), pérdida de producción fluida, fugas de información, imagen de la empresa dañada y baja eficiencia productiva del nuevo personal por no tener experiencia.

Durante el 2017 el índice de rotación de personal dentro del laboratorio alcanzó el 22%, de los cuales lo componen 17 desvinculaciones, 13 renunciaciones y 22 ingresos, en enero de 2017 la dotación del laboratorio alcanzó las 119 personas y ese mismo año cerró con 117 personas.

$$IRP = \frac{\frac{A + D}{2}}{\frac{F1 + F2}{2}} \times 100$$

A: Número de personas contratadas durante el período considerado.

D: Personas desvinculadas durante el mismo período.

F1: Número de trabajadores al comienzo del período considerado

F2: Número de trabajadores al final del período.

- 2) Baja capacitación del personal:** A través de la capacitación y el desarrollo, las organizaciones hacen frente a sus necesidades presentes y futuras utilizando mejor su potencial humano, el cual, a su vez, recibe la motivación para lograr una colaboración más eficiente, que naturalmente busca traducirse en incrementos de la productividad. En el marco de este trabajo, entenderemos por capacitación: *“las actividades culturales y educativas enfocadas a lograr la superación intelectual y el desarrollo de habilidades de sus recursos humanos, por parte de las organizaciones empresariales”* (Silicio, 1995).

Según la información recopilada del área de desarrollo organizacional, el índice de capacitación para personal del laboratorio en cuanto a labores propias de la producción (análisis de muestras) es de solo un 10%, esto quiere decir que sólo 11 personas del total de la dotación han sido capacitadas sobre temas que tienen que ver netamente con su labor dentro del laboratorio. Las capacitaciones que todo personal tiene acceso, se basan en la integridad operacional de las personas, para que estas no incurran en accidentes laborales y en enfermedades relacionadas con él trabajo.

La capacitación del personal es un tema relevante para la optimización de procesos y aumento de la productividad. El personal al no contar con capacitaciones, se ven obligados a trabajar de forma monótona, sin obtener un valor agregado para la compañía, viéndose afectada en ámbitos de competitividad.

**3) Incumplimiento horario de trabajo:** Dentro del laboratorio existe un gran número de analistas que llegan después de la hora de entrada establecida en sus contratos, por lo que comienzan sus labores atrasadas y esto tiene como consecuencia que existan tiempos perdidos dentro de la jornada laboral. Se cuantificaron los minutos perdidos por atrasos de personal, a través del reloj de marcación de entrada y salida que cuenta la compañía y el análisis arroja que el promedio de atraso por persona es de 11,75 minutos, lo que conlleva a que exista un total de 1859 minutos, equivalente a 31 horas mensuales perdidas, por no cumplimiento en el horario de trabajo.

A continuación, en la *Tabla 5.7*, se muestra la cantidad de personas que llegan atrasadas semanalmente. con el tiempo promedio por atraso, este análisis se realizó con la información entregada por el área de recursos humanos, sobre los tiempos de entrada del personal de laboratorio de EHS:

**Tabla 5.7 Horario de entrada del personal del laboratorio EHS**

Promedio Mensual 2018			
Semana	Cantidad de atrasos	Tiempo promedio (min)	Total Minutos
1	36	17	612
2	43	11	473
3	33	12	396
4	27	14	378
<b>Total</b>	<b>139</b>	<b>11,75</b>	<b>1859</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por recursos humanos, año 2017

### **C. Materiales**

**1) Falta Material limpio:** En muchos casos los analistas invierten tiempo en funciones que no le corresponden. Una de las actividades que le genera mayor pérdida de tiempo es el lavado de materiales utilizados el día anterior. Actualmente en el área de lavado actualmente trabajan 3 personas y tienen una demanda de 6.100 envases diarios promedio, que van desde botellas, tubos, matraces, crisoles, vasos, tapas, cassette, placas petri y viales. Estos auxiliares de lavado cubren solo el 85% del total de envases requeridos por el laboratorio diariamente, es decir hay un total de 915 envases diarios que no

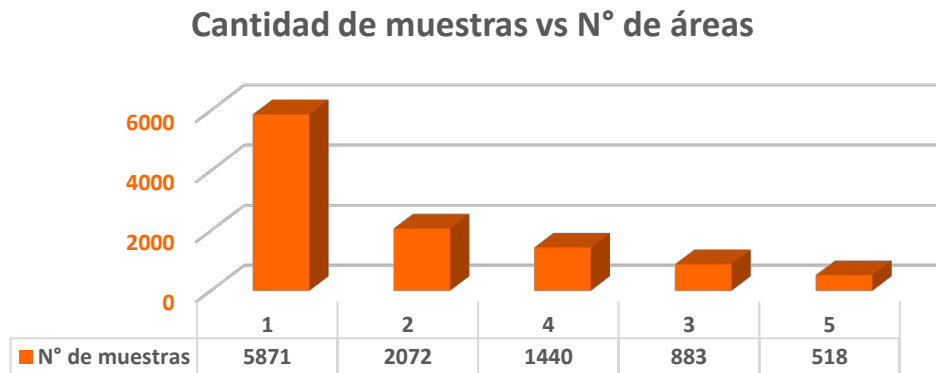
son cubiertos y deben ser lavado por los analistas de laboratorio. Si hacemos un análisis detallado podemos concluir que cada personal de lavado cubre solo el 28%, por lo que el 15% restante debe ser cubierto por analistas químicos, lo que afecta notoriamente la productividad dentro del laboratorio en 58 horas mensuales (Ver Anexo N°2).

- 2) **Bajo stock de insumos:** Dentro del laboratorio diariamente se utilizan distintos reactivos para el análisis de muestras. Estos reactivos son esenciales en el proceso, por lo que se hace indispensable su stock. Muchas veces los encargados de la bodega del laboratorio no prestan el tiempo de respuesta adecuado para la reposición de insumos, lo que hace que las áreas del laboratorio no puedan darle continuidad al proceso de producción. El tiempo promedio mensualmente que se pierde por esta causa asciende a los 2.300 minutos, equivalente a 38 horas mensuales (Ver Anexo N°3).

#### D. Métodos

- 1) **Muestras perdidas:** Cuando se habla de muestras perdidas, se hace referencia principalmente a la locación del envase, esto quiere decir que un envase puede transportarse por más de un área y esto tiene como consecuencia que el envase no se encuentre de forma inmediata. Durante el 2017 el total de envases promedio ingresados mensualmente ascendió a 10.700 aproximadamente, de los cuales el 54% pasa solo por un área y el 46% pasa por dos o más. A continuación, en la *Figura 5.7* se muestra la distribución de envases en las distintas áreas.

Figura 5.7 Cantidad de muestras v/s Cantidad de áreas



Fuente: Elaboración Propia

En la primera barra, de izquierda a derecha, se muestra la cantidad de muestras que pasan por un área, las cuales ascienden a 5.871, en la segunda barra son 2.072 envases que pasan por dos áreas, en la tercera barra 1.440 pasan por 4 áreas, la cuarta barra muestra que 883 botellas pasan por 3 áreas y finalmente 518 envases pasan por 5 áreas. El proceso se complica cuando un envase pasa por más de un área, cuando esto ocurre los analistas de laboratorio tienen que ir en busca de estas muestras para poder cerrar el job del cliente. El tiempo perdido (improductivo) a nivel laboratorio mensualmente es de 69 horas (Ver Anexo N°4).

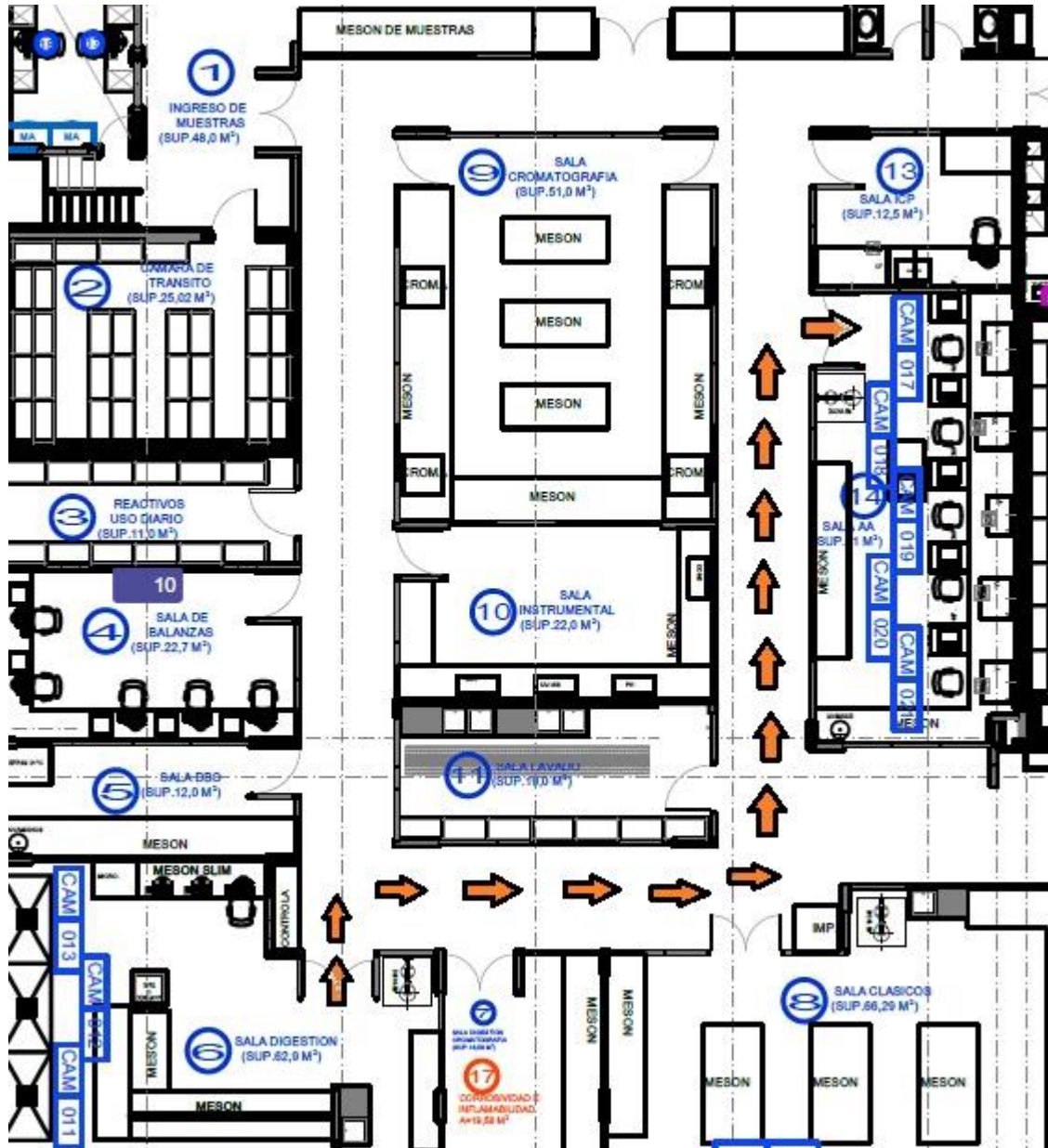
- 2) Búsqueda de muestras:** La búsqueda de muestras en el laboratorio es una actividad que se realiza diariamente, si bien no aplica a todas las áreas, hay algunas que tienen que recurrir a esto, debido a que los auxiliares de laboratorio no abastecen a estas áreas de envases como lo hacen con otras, por lo que los analistas pierden diariamente tiempo de producción en esta labor. El tiempo que se invierte mensualmente es de 15 horas (Ver anexo N°5).
- 3) Reposición de Gases:** Dentro del laboratorio se trabaja con diferentes gases para poder realizar las lecturas y análisis de las muestras, algunos de los gases utilizados son: Acetileno extra puro, aire extra puro, hidrogeno extra puro grado 4.5, nitrógeno gaseoso, óxido nitroso, etc.

Actualmente los analistas no cuentan con alertas de bajo consumo de gases, por lo que se debe parar la producción hasta que estos sean restituidos por los mismos analistas. En base a esta falencia existen tiempos muertos o improductivos que alcanzan las 12 horas mensuales, equivalente a 720 minutos (Ver Anexo N°6).

**4) Transporte de muestras:** Se analizó el transporte de muestras de cada área y se concluyó que el problema mayor radica en el transporte de digestión a absorción atómica e ICP. Estas áreas interactúan entre si constantemente, debido a que digestión una vez que realiza la preparación de muestras, traslada los análisis a digestión. En base a esto, el tiempo perdido mensual es de 19 horas, es decir mensualmente hay un tiempo improductivo de 1.140 minutos (Ver Anexo N°7).

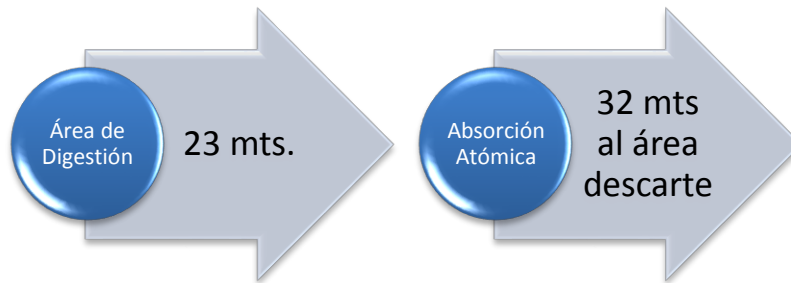
A continuación, en la *Figura 5.8*, se muestra el plano actual del laboratorio y la ubicación de estas áreas, y en la *Figura 5.9* se muestra la cantidad de metros de distancia entre un área y la otra.

Figura 5.8 Layout Laboratorio EHS



Fuente: Plano laboratorio EHS, proporcionado por el área de proyecto

Figura 5.9 Distancia en metros entre áreas



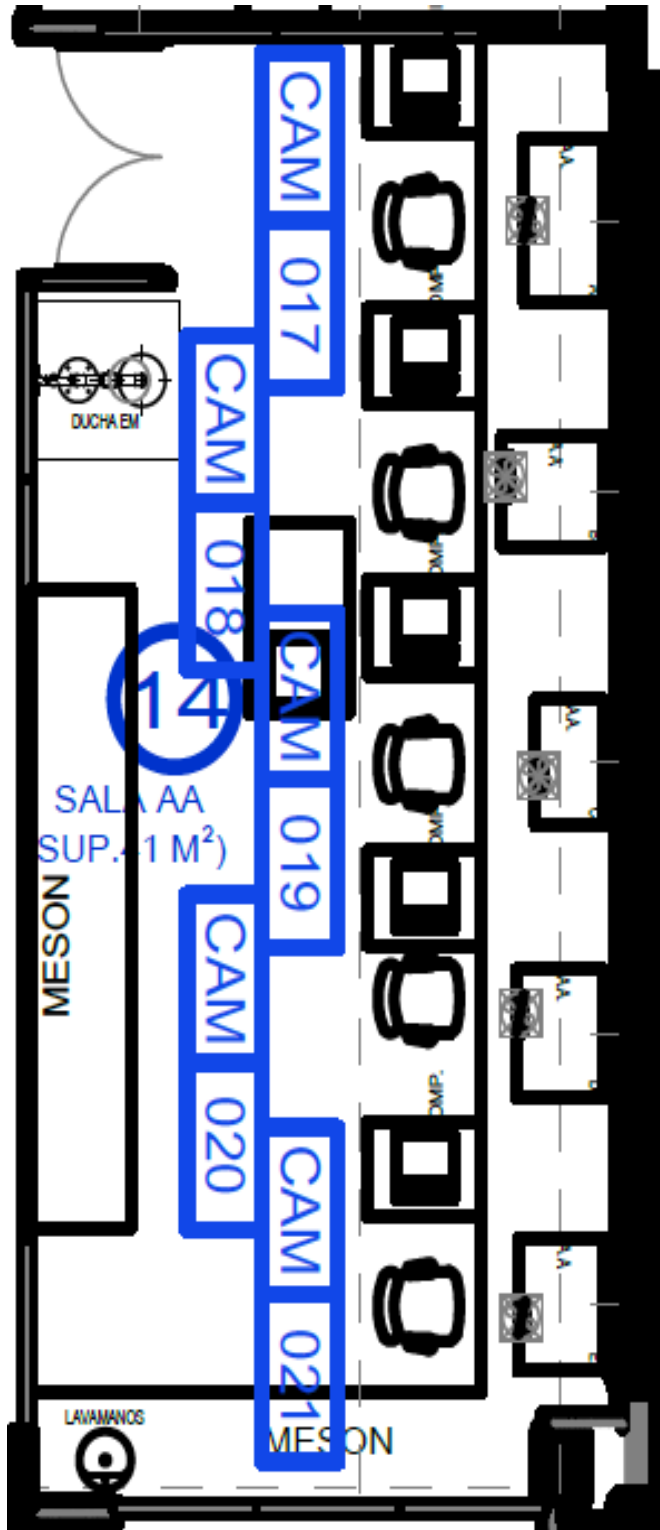
Fuente: Elaboración Propia

#### E. Medio Ambiente

- 1) **Espacio reducido de trabajo:** Existen áreas que no cuentan con el espacio apropiado de trabajo, es el caso de absorción atómica donde existen 5 equipos en un espacio de  $41 m^2$ , además de muebles donde se almacenan los distintos insumos necesarios para realizar los análisis. El problema principal de tener poco espacio en el área son los movimientos innecesarios y la pérdida de tiempo cada vez que un analista necesita retirar o dejar materiales o insumos de los muebles que rodean el área.

A continuación, en la *Figura 5.10* se muestra el espacio físico del área de absorción atómica donde actualmente existe una dotación de 11 personas.

Figura 5.10 Layout Área de Absorción Atómica



Fuente: Plano laboratorio EHS, proporcionado por el área de proyecto.

- 2) **Temperaturas no adecuadas de las áreas:** Una de los requisitos de la inspección de muestras, es que esta debe mantener la cadena de frío, debido a que existen muestras que al exponerse a otras temperaturas se descomponen y no pueden ser analizadas, ya que el resultado del análisis podría mostrarse adulterado. Actualmente en el lugar de almacenaje de envases, no existe un lugar apropiado para dejar las muestras, debido a que están expuestas a temperatura ambiente y muchas veces a temperaturas sobre los 30°, en época de verano. Esto es trágico, debido a que, si la muestra es única y se descompone, la muestra debe ser tomada nuevamente para ser analizada.

### 5.2.2.3. Matriz de Priorización

La matriz de priorización es una herramienta relevante para identificar y cuantificar problemas o causas de estos, ya que las diversas variables que se identifican permiten determinar la importancia de cada uno de los efectos indeseados.

A continuación, en la *Tabla 5.8* se evaluaron 4 variables relevantes para identificar el comportamiento de los problemas existentes en el proceso. Las variables identificadas son: Frecuencia, Importancia, Tipo de Recurso y Total de Recursos invertidos.

- 1) **Frecuencia:** ¿cada cuánto ocurre el efecto indeseado? (Diario, semanal, mensual o anual).
- 2) **Importancia:** El grado de importancia para el cliente interno el efecto indeseado (Alta, media o baja).
- 3) **Tipo de recurso:** Se refiere al tipo de recurso que se ve afectado por estas causas
- 4) **Total de recursos mensual:** Se refiere a la cuantificación del recurso afectado.

Tabla 5.8 Matriz de Priorización de Errores o Fallas

Matriz de Priorización					
Categoría	Problema	Frecuencia	Importancia	Tipo de Recurso	Total Recursos Mensual
Maquinaria	Falta de Licencia SLIM (CCLAS)	Diaria	Alta	Tiempo	115 horas
	Reprocesos	Diaria	Media	Tiempo	27 horas
Mano de Obra	Alta rotación de Personal	Mensual	Alta	Recursos Humanos	22% de Rotación
	Baja capacitación del personal	Anual	Media	Recursos Humanos	10% del personal capacitado
	Incumplimiento de horario	Diaria	Alta	Tiempo	31 horas
Materiales	Falta de material limpio	Diaria	Alta	Tiempo	58 horas
	Bajo stock de materiales	Diaria	Alta	Tiempo	38 horas
Método	Muestras Perdidas	Diaria	Alta	Tiempo	69 horas
	Búsqueda de muestras	Diaria	Alta	Tiempo	15 horas
	Reposición de Gases	Semanal	Alta	Tiempo	12 horas
	Transporte de Muestras	Diaria	Baja	Tiempo	19 horas
Medio Ambiente	Espacio reducido de trabajo	Diaria	Alta	Infraestructura	-
	Temperaturas no adecuadas de las áreas	Diaria	Alta	Infraestructura	-

Fuente: Elaboración propia, en base a tiempos tomados e información entregada por la compañía

El recurso mayormente afectado es el tiempo, el cual se adjudica el 69% de los efectos indeseado (9 de 13), con un tiempo total perdido de 384 horas mensuales.

Si se considera la dotación de 111 personas en el laboratorio, se concluye que por cada trabajador se pierden 3,5 horas mensuales.

El segundo recurso más afectado es recursos humanos con un 22% de rotación y 10% del personal capacitado, es decir anualmente solo 11 personas optan a capacitación.

#### 5.2.2.4. Problema Enfocado por Área

Las causas descritas si bien son a nivel de laboratorio, se hace necesario segmentar los tiempos perdidos por cada área, esto nos permitirá visualizar cuales son las áreas más afectadas por estos efectos no deseados y en cuales enfocarnos para un análisis más detallado.

A continuación, en la *Tabla 5.9*, se muestra el tiempo promedio de duración de análisis de un batch (Lote de 5 analitos), y el tiempo promedio por un analito, este dato nos servirá para el análisis de la *Figura 5.12*.

*Tabla 5.9 Tiempo por Batch y Analito, en cada área*

Resumen	Cantidad de muestras mes	Cantidad Promedio de batch mes	Tiempo por batch	Tiempo por analito
AAS	27.610	5.522	10,55	2,11
CLA	19.485	3.897	37,04	7,41
ICP	16.104	3.221	88,09	17,62
DES	12.505	2.501	20,47	4,09
CRO	10.607	2.121	34,41	6,88
FIL	7.740	1.548	13,72	2,74
<b>TOTAL</b>	<b>94.051</b>	<b>18.810</b>	<b>28,59</b>	<b>5,72</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a información entregada por sistema CCLAS, año 2017

En la *Figura 5.11*, se visualizan los tiempos totales que demandan estos problemas a lo largo del proceso de análisis en cada una de las áreas, esto trae como consecuencia una baja productividad en el laboratorio, es decir, se pierde tiempo efectivo de producción, debido a estas causas.

Figura 5.11 Tiempos total perdido por área, debido a causas no deseadas



Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la *Figura 5.11*, que el área más afectada es absorción atómica (AAS) con 105 horas mensuales perdidas por causas no deseadas, este tiempo representa el 27% del total del tiempo perdido, lo que equivale a dejar de analizar 597 batch o 2.986 analitos.

La segunda área más afectada o con mayor tiempo perdido con un 24%, es análisis clásico (CLA) con 94 horas sin producción efectiva, es decir 152 batch se dejan de analizar, esto es equivalente a 761 análisis.

La tercera área afectada es Cromatografía (CRO) con 79 horas sin productividad efectiva, esta área se queda con el 21%, al igual que análisis clásico, por lo que deja de producir 138 batch, equivalente a 690 analitos.

La cuarta área con más horas invertidas en estas causas, que no le generan valor a la compañía es ICP, con 52 horas, equivalente a un 14%, esto conlleva a que 35 batch o 175 analitos, no sean analizados.

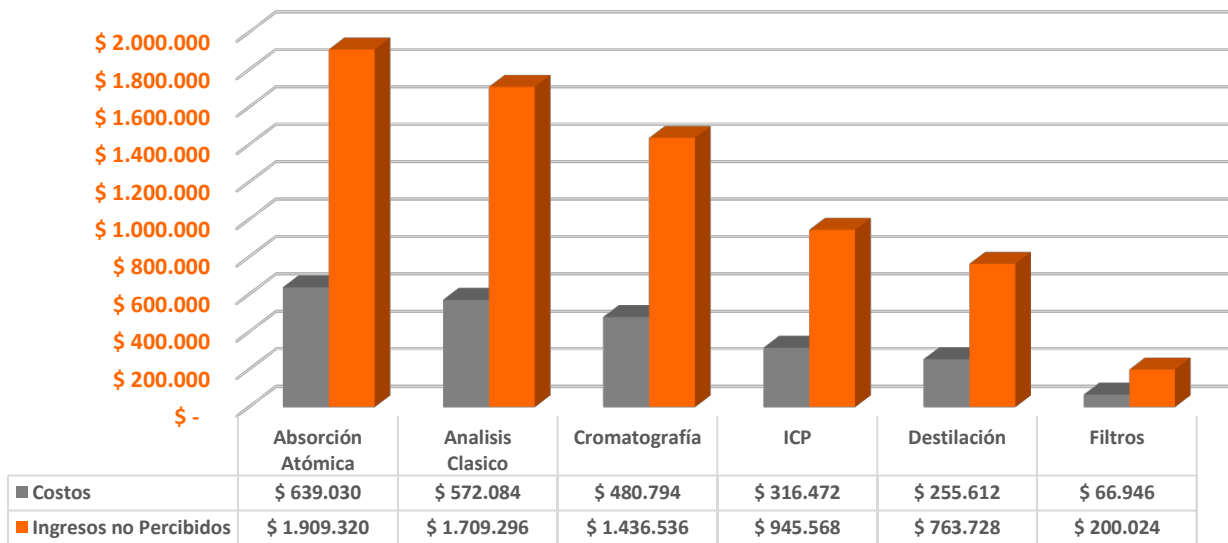
En quinto y sexto lugar se encuentra destilación y filtros. La primera ocupa el 11% del total del tiempo perdido y la segunda ocupa solo el 3%.

### 5.2.2.5. Consecuencia de Errores o Fallas

Las fallas o errores que afectan la productividad dentro del laboratorio tienen como consecuencia, pérdidas para la empresa por costos incurridos, que no le generan valor a la compañía e Ingresos perdidos por análisis realizados en un tiempo más extendido del tiempo promedio del proceso. En base a las 384 horas perdidas por tiempo muerto, se dejan de analizar 1.093 batch, equivalente a 5.465 analitos.

A continuación, en la *Figura 5.12*, se muestran las consecuencias de que existan estos efectos no deseados en el proceso de cada área.

*Figura 5.12 Costos Incurridos v/s Ingresos no Percibidos*



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en la *Figura 5.12*, que los costos mensuales asociados a las causas del problema de baja eficiencia productiva dentro del laboratorio alcanzan los \$2.330.938 de los cuales absorción atómica representa el 27%, análisis clásico 25%, Cromatografía 21%, ICP 14%, destilación el 11% y filtros 2%.

El ingreso no percibido mensual por cada área, debido al tiempo perdido asciende a los \$ 6.964.472, es decir que el laboratorio deja de percibir \$ 83.573.664 anualmente por baja productividad, esto es equivalente a un 24% del total de ingreso mensual.

### 5.1.3. Analizar

En esta etapa de DMAIC, se enfoca en analizar los datos medidos en la etapa anterior (Medir). En esta etapa es primordial establecer a través de la cuantificación los efectos indeseados más relevantes, con el fin de abordar aquellos con mayor influencia en el problema del proceso y plantear posibles soluciones.

#### 5.1.3.1. Causas no deseadas más relevantes (Diagrama de Pareto)

Dentro del total del tiempo perdido en el laboratorio, debido a todas las causas no deseadas, existen ciertos factores (causas), que son más relevantes que otros y tienen una mayor influencia en la baja eficiencia productiva de cada una de las 6 áreas.

Una de las formas para conocer las causas con mayor influencia en los procesos es el “Diagrama de Pareto”. Según el autor A. Galgano, en su libro “Los 7 Instrumentos de la Calidad Total”, en el año 1995, hace referencia a que “dado que, en la vida real, contamos con un tiempo y unos recursos limitados para la consecución de los resultados, es necesario saber centrar los esfuerzos sobre los aspectos prioritarios, para lo que el análisis de Pareto resulta de fundamental importancia”. Es por esta razón que en la *Tabla 5.10* se muestran las causas, con su definición donde posteriormente se graficarán y se analizarán en un análisis de Pareto.

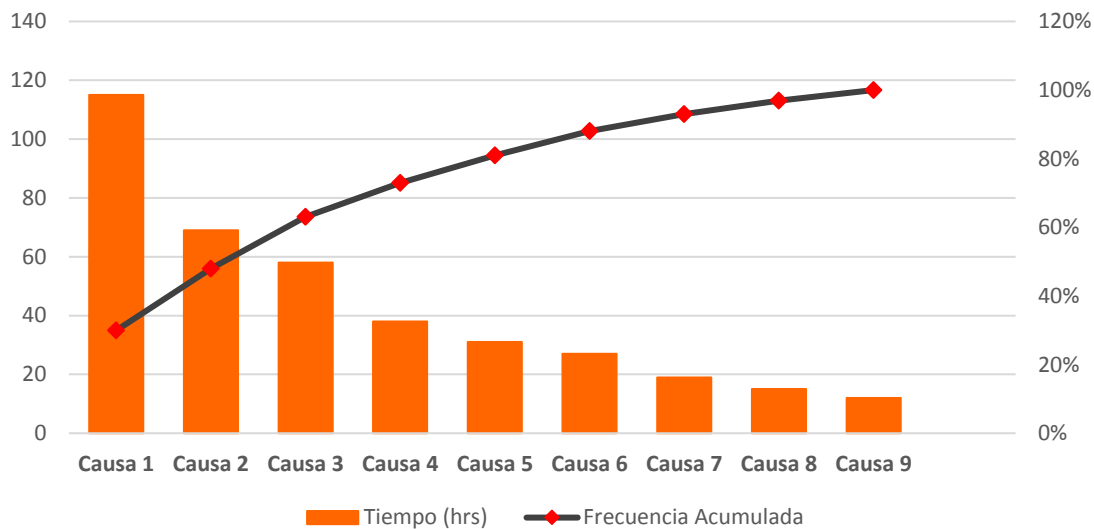
*Tabla 5.10 Definición y Cuantificación de las Causas más Relevantes*

Causas		Tiempo (hrs)	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Causa 1	Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	115	30%	30%
Causa 2	Muestras perdidas	69	18%	48%
Causa 3	Falta de material limpio	58	15%	63%
Causa 4	Bajo stock de materiales	38	10%	73%
Causa 5	Incumplimiento de horario	31	8%	81%
Causa 6	Reprocesos	27	7%	88%
Causa 7	Transporte de muestras	19	5%	93%
Causa 8	Búsqueda de muestras	15	4%	97%
Causa 9	Reposición de Gases	12	3%	100%
<b>Total</b>		<b>384</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a análisis de tiempos tomados en el laboratorio

En la *Tabla 5.10* se detalla cada una de las causas a analizar, con sus respectivos tiempos, su porcentaje de influencia y la frecuencia acumulada que nos servirá para el diagrama de Pareto, el cual se presenta a continuación en la *Figura 5.13*. Este análisis servirá para definir en qué problemas se concentra el 80% del tiempo perdido y saber dónde se concentrará el mayor esfuerzo de este estudio.

*Figura 5.13 Diagrama de Pareto, en base al tiempo total perdido, debido a los problemas del proceso*



Fuente: Elaboración Propia

Se muestra en la *Figura 5.13* que las primeras 5 causas alcanzan el 81% del total del tiempo perdido, es decir que el 56% del total de los efectos no deseados, tienen la mayor influencia en tiempo perdido, alcanzando las 311 horas, teniendo como consecuencia la baja eficiencia productiva.

- a) **Falta de licencias SLIM (CCLAS):** Tiene una demanda de 115 horas mensuales a nivel laboratorio y alcanza el 30% del total del tiempo no productivo.

- b) **Muestras Perdidas:** Es la segunda causa con mayor porcentaje de tiempo no productivo, alcanza el 18%, con 69 horas.
- c) **Falta de material limpio:** La influencia de la baja de productividad en el laboratorio, debido al material sucio alcanza las 58 horas de no producción, es decir un 15% del total del tiempo perdido.
- d) **Bajo Stock de Materiales:** El tiempo perdido por desabastecimiento de las áreas alcanza las 10 horas con un 38%.
- e) **Incumplimiento de Horario:** Finalmente se encuentra el atraso del personal de las áreas con un 8%, alcanzando las 31 horas de tiempo no productivo.

### 5.1.3.2. Matriz AMEF

Para poder analizar las fallas o efectos indeseados, se hace necesario realizar un primer análisis a través de la matriz AMEF, que por sus siglas significa Análisis del Modo y Efecto de Fallas, la cual nos permitirá evaluar cada uno de los efectos indeseados o fallas del proceso, a través de sus posibles modos de fallas, efecto, causas, acciones actuales y finalmente una evaluación a través de ponderaciones donde se evaluarán tres ítems: Probabilidad de Falla, Gravedad de Falla y Probabilidad de no detección de las fallas.

#### 5.1.3.2.1. Posibles Modos de Fallas

Dentro de las causas definidas en el diagrama de Ishikawa existen posibles modos de fallas, es decir cuáles son las posibles maneras de que existan estos errores o efectos indeseados, por lo que a continuación en la *Tabla 5.11*, se presenta cada problema con la descripción de posible modo de falla o error.

*Tabla 5.11 Posibles Modos de Fallas del Proceso*

Fallas	Posibles modos de Fallas
Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	Baja comunicación entre la operación y jefaturas
Reprocesos	Error en la metodología de análisis por parte del analista
Alta Rotación de Personal	Personal insatisfecho con los sueldos entregados por la compañía
Baja Capacitación del Personal	Error del analista en la metodología de trabajo
Incumplimiento de horario	Compañía ubicada en un sector industrial, donde la locomoción colectiva no es frecuente
Falta de material limpio	Baja organización del personal de lavado
Bajo stock de materiales	Retrasos de Bodega
Muestras perdidas	Errores en el manejo de muestra por parte del operario
Búsqueda de muestras	Falta de Auxiliares en el laboratorio
Reposición de Gases	Falta de Auxiliares en el laboratorio
Transporte de muestras	Áreas alejadas
Espacio reducido de trabajo	Áreas con baja capacidad de almacenaje de insumos
Temperaturas no adecuadas del área	Recepción ubicada al aire libre

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.2. Efectos de las Fallas

En base a los posibles modos de fallas o errores que se definieron anteriormente, en la *tabla 5.12*, se describen los efectos de estos problemas, es decir cómo afectan en las labores diarias y de que manera. esto nos permitirá detallar aún más, cada uno de los efectos indeseados definidos en el diagrama de causa-efecto.

*Tabla 5.12 Efecto de los errores*

Fallas	Efecto
Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	Atrasos en las labores del analista
Reprocesos	Tiempo invertido en la repetición del análisis, lo que lleva a postergar la entrada de nuevas muestras al proceso
Alta Rotación de Personal	Baja productividad por personal sin experiencia
Baja Capacitación del Personal	Métodos de trabajo monótonos y sin mejoras y errores frecuentes de las actividades
Incumplimiento de horario	Retrasa el inicio de las actividades diarias del laboratorio
Falta de material limpio	No hay stock de material limpio para comenzar las actividades del laboratorio
Bajo stock de materiales	Retraso en la continuidad del proceso de análisis
Muestras perdidas	Atrasos en las labores del analista y del área que requiere la muestra para su análisis
Búsqueda de muestras	Tiempo perdido de los analistas
Reposición de Gases	Retraso en la continuidad del proceso de análisis
Transporte de muestras	Tiempo perdido en el proceso de análisis
Espacio reducido de trabajo	Interrupción de movimientos entre los analistas
Temperaturas no adecuadas del área	Muestras descompuestas

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.3. Causa de las Fallas

Si bien los errores se detallan en el diagrama de causa-efecto, se hace necesario definir las causas que provocan cada uno de ellos, es decir, descubrir los orígenes que llevan a que existan estos problemas. A continuación, en la *tabla 5.13* se presentan cada uno de los errores o fallas con el factor o causa que lo provoca.

*Tabla 5.13 Causa de los errores*

Fallas	Causa de las Fallas
Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	Comunicación deficiente entre jefatura y operarios
Reprocesos	Metodología de análisis incorrecta
Alta Rotación de Personal	Sueldos por debajo del mercado
Baja Capacitación del Personal	Recursos acotados
Incumplimiento de horario	Irresponsabilidad del personal
Falta de material limpio	Recursos insuficientes en el área de lavado
Bajo stock de materiales	Falta de comunicación entre operación y bodega
Muestras perdidas	Falta de localización de muestras en sistema CCLAS
Búsqueda de muestras	Falta de personal traedor de muestras
Reposición de Gases	No existe red continua de gases
Transporte de muestras	Áreas dependientes alejadas
Espacio reducido de trabajo	Distribución incorrecta de áreas
Temperaturas no adecuadas del área	No existe lugar apropiado de almacenaje

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.4. Acciones actuales de las Fallas

A continuación, en la tabla 5.14 se presentan los errores o efectos indeseados con las acciones que se están haciendo en la actualidad dentro del laboratorio, ya sea por los analistas o bien por las jefaturas o subgerencia del área de EHS.

Con este análisis podremos saber si hay errores o fallas que están siendo abordados y que, en algún corto, mediano o largo plazo tendrán solución.

*Tabla 5.14 Acciones actuales de los errores*

Errores	Acciones Actuales
Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	Revisión
Reprocesos	Ninguna
Alta Rotación de Personal	Ninguna
Baja Capacitación del Personal	Ninguna
Incumplimiento de horario	Ninguna
Falta de material limpio	Ninguna
Bajo stock de materiales	Ninguna
Muestras perdidas	Ninguna
Búsqueda de muestras	Ninguna
Reposición de Gases	Ninguna
Transporte de muestras	Ninguna
Espacio reducido de trabajo	Control Visual
Temperaturas no adecuadas del área	En Gestión

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.5. Determinación de Probabilidad de Ocurrencia

Las fallas o efectos indeseados, deben ser evaluados en base a la probabilidad de ocurrencia dentro del proceso, es decir cuál es la ponderación o posibilidad de que este efecto indeseado vuelva a ocurrir y afecte la continuidad del proceso de análisis del laboratorio. A continuación, en la *tabla 5.15* se define cada uno de los criterios de ocurrencia, con su respectiva ponderación.

*Tabla 5.15 Probabilidad de Ocurrencia de Fallas*

Criterio	Probabilidad de Ocurrencia
Probabilidad Baja	1-3
Probabilidad Moderada	4-6
Probabilidad Alta	7-8
Probabilidad Muy Alta	9-10

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.6. Determinación de Gravedad de las Fallas

Se hace necesario definir la gravedad de las fallas (Tabla 5.16) dentro del proceso, ya que es de gran importancia saber cuáles son los errores que tienen mayor repercusión dentro del proceso, en cuanto a la continuidad de este.

*Tabla 5.16 Determinación de Gravedad de las Fallas*

Criterio	Gravedad de Falla
Gravedad Menor	1-3
Gravedad Moderada	4-6

Gravedad Alta	7-8
Gravedad Peligrosa	9-10

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.7. Determinación de la Probabilidad de No Detección de las Fallas

Dentro del proceso del laboratorio, existe la posibilidad de que las fallas definidas no sean detectadas por ninguno de los involucrados, por lo que es muy importante establecer cuáles de todas ellas están más expuestas a esta condición. En la tabla 5.17, se definen los criterios y su respectiva ponderación.

*Tabla 5.17 Probabilidad de No Detección de las Mudass*

Criterio	Probabilidad de No Detección
Improbable que no sea detectado	1-3
Probable de no ser Detectado	4-6
Alta Probabilidad de No Detección	7-10

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.2.8. Determinación del Número de Probabilidad de Riesgo

Una vez definido cada una de los tres puntos anteriores, en la *tabla 5.18*, se procede a la obtención del número de probabilidad de riesgo, el cual nos permitirá categorizar cada una de las fallas en los parámetros definidos para este indicador, los cuales se definen a continuación:

- a) **Alto Riesgo de Falla:** 500 – 1000
- b) **Riesgo Moderado de Falla:** 125 – 499

c) **Bajo Riesgo de Falla: 1 – 124**

d) **No Existe Riesgo de Falla: 0**

*Tabla 5.18 Numero de Probabilidad de Riesgo*

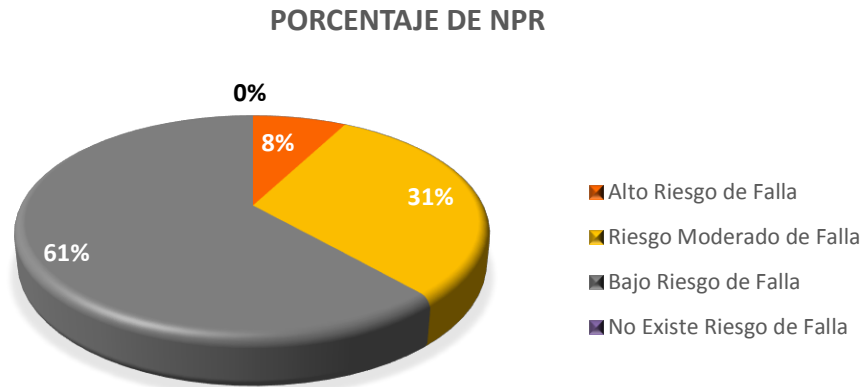
Categoría	Fallas o Errores	Probabilidad de Ocurrencia	Gravedad de Falla	Probabilidad de No Detección	NPR
<b>Maquinaria</b>	Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	7	6	3	126
	Reprocesos	2	3	2	12
<b>Mano de Obra</b>	Alta Rotación de Personal	7	5	3	105
	Baja Capacitación del Personal	5	2	8	80
	Incumplimiento de horario	7	5	5	175
<b>Materiales</b>	Falta de material limpio	9	8	7	504
	Bajo stock de materiales	6	7	2	84
<b>Método</b>	Muestras perdidas	8	7	4	224
	Búsqueda de muestras	6	2	6	72
	Reposición de Gases	5	8	2	80
	Transporte de muestras	5	3	6	90
<b>Medio Ambiente</b>	Espacio reducido de trabajo	5	3	8	120
	Temperaturas no adecuadas del área	5	7	4	140

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 5.18 se presentan las ponderaciones finales para la obtención del número de probabilidad de riesgo. De la totalidad de fallas presentes en el proceso, solo una obtuvo una alta probabilidad de riesgo, es decir solo el 8%. En el caso de la probabilidad moderada de riesgo, cuatro fallas quedaron dentro de esta categoría, es decir un 31% y finalmente las

fallas con baja probabilidad de riesgo fueron ocho, equivalente a un 61%, las cuales se presentan en la figura 5.14. A continuación, analizaremos todas las fallas que se abordarán a través de soluciones, donde se presentarán propuestas de mejoras para lograr el cambio o la eliminación de cada una de ellas.

*Figura 5.14 Porcentaje de NPR*



Fuente: Elaboración Propia

### **Maquinaria**

**Falta de Licencias SLIM (CCLAS):** Este problema que se definió en el diagrama de Causa Efecto, es uno de los que presenta una probabilidad moderada de riesgo, con una ponderación final de 126. En esta falla los analistas pierden tiempo en el análisis de muestras, ya que para acceder al sistema SLIM, se debe tener una licencia. En este sistema, es donde se tiene almacenada toda la información relacionada con el análisis, por lo que es primordial resolver esta falla, donde se pierden 115 horas mensuales en total y donde su probabilidad de riesgo es moderada (media).

### **Mano de Obra**

**Incumplimiento de horario:** El incumplimiento de horario se da primordialmente al inicio de las actividades diarias, es decir en la mañana, lo que mensualmente lleva a un tiempo perdido de 31 horas. Esta falla obtuvo una ponderación total de 175 y se sitúa en una probabilidad moderada de riesgo.

### **Materiales**

**Falta de Material Limpio:** Esta falla es la que mayor ponderación tuvo en la evaluación con 504 puntos, por lo que su probabilidad de riesgo es alta, si bien no es una de las fallas que mayor tiempo de improductividad posee, no obstante está expuesta a una mayor probabilidad de ocurrencia, debido a que no existen los recursos necesarios para cumplir con la demanda del laboratorio, tiene una gravedad alta, debido a que si no existe material limpio, no se puede iniciar el análisis, ya que si se utiliza material sucio, el análisis se contamina y el resultado saldrá adulterado y finalmente tiene una alta probabilidad de no ser detectado, debido a que ya es costumbre en el laboratorio y lo toman como parte de su labor diaria.

### **Método**

**Muestras Perdidas:** Las muestras perdidas representan la segunda causa con mayor tiempo perdido (69 horas mensuales). Además, se sitúa dentro de la categoría con una probabilidad moderada de riesgo con una ponderación de 224 puntos (Segunda más alta). Su efecto en el proceso es que atrasa al área que requiere la muestra para analizarla y tener los resultados a tiempo. Su causa se debe a que no se utiliza la herramienta de localización disponible en el sistema CCLAS.

### **Medio Ambiente**

**Temperaturas no adecuadas del área:** Esta falla entra en la categoría de probabilidad moderada de riesgo con 140 puntos. Su efecto es la descomposición de muestras y se debe a que no existe un lugar apropiado de almacenaje de muestras en el laboratorio. Esta falla no será abordada, debido a que en la *tabla 5.14* se menciona que actualmente la solución para esta falencia está en gestión.

El proyecto que se está desarrollando, es la construcción de una bodega cerrada para el almacenaje de muestras, el cual estará compuesto además de un sistema de clima, el cual estará a temperatura adecuada para la conservación de las muestras.

### 5.1.3.3. Propuestas de Mejoras

Una vez que se definieron las fallas del proceso y se analizaron las causas más relevantes, se procede a plantear soluciones para poder eliminar, ajustar, modificar o simplificar cada una de ellas. Esto permitirá saber cómo serán abordadas cada una de las fallas y como ayudará al laboratorio en el ahorro de recursos, mejora de productividad y mejora de ingresos a la compañía.

A continuación, en la tabla 5.19 se muestran las fallas más relevantes del proceso con su propuesta de solución.

*Tabla 5.19 Fallas y Propuesta de soluciones*

Categoría	Fallas o Errores	Probabilidad de Ocurrencia	Gravedad de Falla	Probabilidad de No Detección	NPR	Propuesta de Mejora
<b>Maquinaria</b>	Falta de Licencias SLIM (CCLAS)	7	6	3	126	Compra de Licencias SLIM
<b>Mano de Obra</b>	Incumplimiento de horario	7	5	5	175	Campaña de información al personal, sobre descuentos de salarios por atrasos
<b>Materiales</b>	Falta de material limpio	9	8	7	504	_Contratación de Personal para Lavado _Adquisición de Lavadora para Material de Laboratorio
<b>Método</b>	Muestras perdidas	8	7	4	224	Utilización de Modulo de Locación de muestra en el sistema CCLAS

Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.3.1. Matriz Costo-Impacto

Cada una de las mejoras tendrá un costo asociado y generará diferentes niveles de impacto en el proceso del laboratorio, por lo que en la figura 5.15 se clasifican las mejoras en los diferentes cuadrantes (I, II, III, IV), esto ayudará a definir cuáles son las mejoras que a la empresa le conviene implementar.

- a) Mejora 1: Compra de Licencias SLIM.
- b) Mejora 2: Campaña de información al personal, sobre descuentos de salarios por atrasos.
- c) Mejora 3: Contratación de Personal para Lavado.
- d) Mejora 4: Adquisición de Lavadora para Material de Laboratorio.
- e) Mejora 5: Utilización de Modulo de Locación de muestra en el sistema CCLAS.

Figura 5.15 Matriz Costo-Impacto



Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.3.3.2. Propuesta de Mejora para la Falta de Licencias SLIM (CCLAS)

#### **Propuesta de Mejora: Compra de 15 Licencias SLIM**

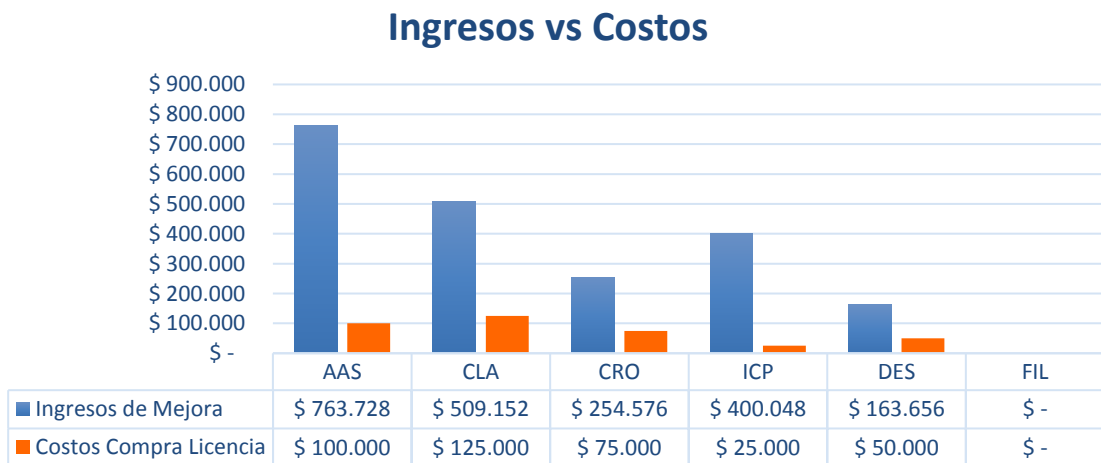
Esta mejora nos permitirá eliminar el problema actual que existe en las áreas del laboratorio, que tiene como consecuencia la pérdida de productividad en el proceso.

Actualmente existen 85 licencias para un total de 100 analistas, el cual tiene un costo mensual de \$ 2.125.000.

La mejora consta en la compra de 15 licencias SLIM, la cual cubriría la totalidad de la demanda de licencia para la utilización del sistema, esto permitirá aumentar la productividad en 115 horas. El costo de esta mejora asciende a los \$ 375.000 mensuales, lo que sumado al costo que ya existía, el monto asciende a los \$2.500.000

A continuación, en la figura 5.16 se presenta el impacto en ingreso vs costos por área que tendrá esta mejora, esto ayudará a definir si es rentable implementarla o si es mejor buscar otra alternativa.

*Figura 5.16 Ingreso vs Costos en la compra de Licencia SLIM*



Fuente: Elaboración Propia

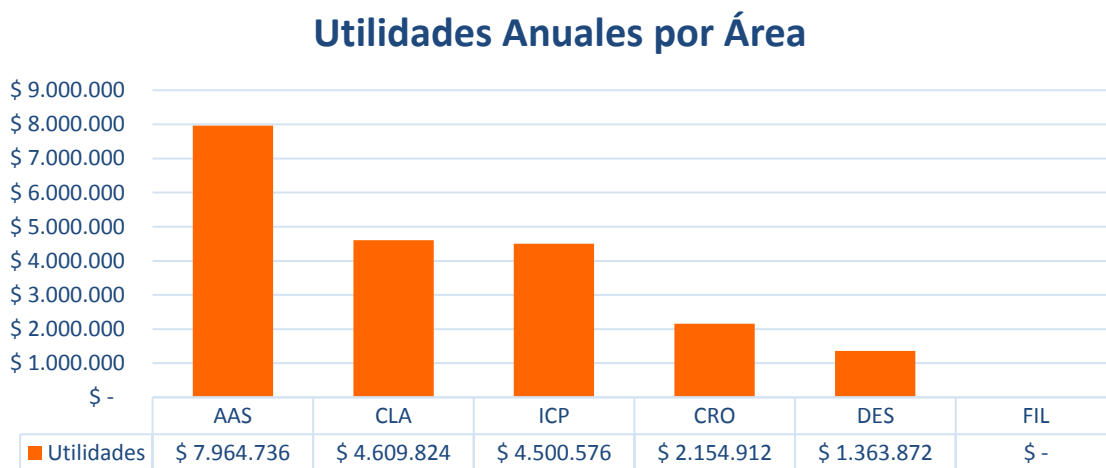
Se observa en la figura 5.16 que el costo total de esta mejora es de \$ 375.000, el cual se distribuye en las 6 áreas de la siguiente forma:

- a) En Absorción Atómica la compra de 4 licencias para los analistas conlleva un costo de \$100.000 mensuales, pero tendrá un retorno de \$763.000 mensuales en ingresos por aumento de la productividad. En base a este aumento en la productividad se eliminarán 42 horas de ocio por falta de licencias SLIM, es decir se analizarán 240 batch más, equivalente a 1.200 analitos mensuales. El costo anual por la implementación de esta mejora en el área de Absorción Atómica asciende a \$1.200.000 y el ingreso anual percibido por producir en este tiempo (42 horas), asciende a los \$9.156.000. En este caso el costo representa el 13% del ingreso anual.
- b) En Análisis Clásico la mejora consta en la compra de 5 licencias, lo que permitirá un aumento en la productividad de 28 horas, es decir, se analizarán 45 batch más, equivalente a 225 analitos mensuales. El costo asociado a esta compra de licencias SLIM, es de \$125.000 mensuales, equivalente a \$1.500.000 anual. El ingreso por aumentar la productividad en 28 horas o eliminar este tiempo de ocio, alcanza los \$509.152 mensuales, equivalente a \$6.109.824 al año. En base a esto el costo anual alcanza el 24,5% del ingreso total.
- c) En Cromatografía se requieren 3 licencias SLIM para eliminar las 14 horas de improductividad que actualmente existen. El costo asociado a esta compra alcanza los \$75.000 mensuales, lo que trae como efecto, un ingreso de \$254.576 mensuales, es decir el costo anual por esta mejora asciende a los \$900.000 y los ingresos alcanzan los \$3.054.912 al año.
- d) En ICP la dotación de personal es pequeña (4 personas), por lo que se requiere solo 1 licencia para el sistema SLIM, pero que, a pesar de ser el área con menor dotación, el aumento en la productividad por la compra de esta licencia sería de 22 horas mensuales. El costo asociado a esta compra de licencia es de \$25.000 mensuales, equivalente a \$300.000 al año. El retorno de esta mejora alcanza un ingreso mensual de \$400.048, lo que anualmente corresponde a un monto de \$4.800.576.

- e) En el área de destilación la compra de 2 licencias, hará aumentar la productividad mensual en 9 horas, lo que conllevará a un gasto anual de \$600.000, pero que permitirá aumentar el ingreso en \$1.963.872 al año.

En base a los datos presentado anteriormente, en la figura 5.17 se muestran las utilidades anuales que obtendrá cada área por la implementación de esta mejora. La productividad total anual, aumentará en 1.380 horas, lo que conlleva a una utilidad total de \$20.593.920 al año, igual a un 18% de la utilidad mensual del laboratorio.

*Figura 5.17 Utilidades por Área*



Fuente: Elaboración Propia

### **5.1.3.3.3. Propuesta de Mejora para el Incumplimiento de Horario**

#### ***Propuesta de Mejora: Campaña de información al personal, sobre descuentos de salarios por atrasos***

Esta mejora se trata de una campaña informativa al personal, sobre las consecuencias que produce el incumplimiento de horario en sus salarios mensuales.

Dentro de la gerencia de laboratorio se encuentra el área de control de gestión quienes serán los encargados de generar los indicadores mensuales entregados y creados en esta investigación, los cuales serán presentados en reuniones mensuales al personal con mayor incumplimiento en el horario de trabajo.

Esta mejora consta de 5 etapas las cuales se definen a continuación:

- 1) Solicitar la información de libro de asistencia al área de Recursos Humanos.
- 2) Calculo de descuento de salario por atraso.
- 3) Realización de indicadores.
- 4) Reunión mensual con personal.
- 5) Comunicado semanal de buenas prácticas.

#### **Libro de Asistencia**

El libro de asistencia (figura 5.18) será proporcionado por el área de Recursos Humanos, el cual entrega toda la información relacionada con los horarios del personal, es decir, hora de ingreso a trabajar, entrada y salida a almuerzo, salida del trabajo, ausencias, vacaciones, atrasos, horas extras, etc. En base a esto se tendrá toda la información para continuar con las etapas siguientes.



Fuente: En base a información entregada por Recursos Humanos, Julio 2018

### **Calculo de descuento de salario por atraso**

En esta etapa se debe hacer el cálculo del descuento de salarios por concepto de atrasos, en este caso utilizaremos la información entregada por el libro de asistencia de la figura 5.17 para poder hacer los cálculos correspondientes en el siguiente ejemplo.

**Cargo:** Analista de Laboratorio.

**Salario:** \$ 440.000.

**Horas trabajada mes:** 209.

**Salario por Hora:** \$ 2.105.

**Horas de Atraso:** 2,88.

$$\text{Descuento Salario} = \text{Salario por Hora} * \text{Horas de Atraso}$$

$$\text{Descuento Salario} = \$ 2.105 * 2,88$$

$$\text{Descuento Salario} = \$ 6.062$$

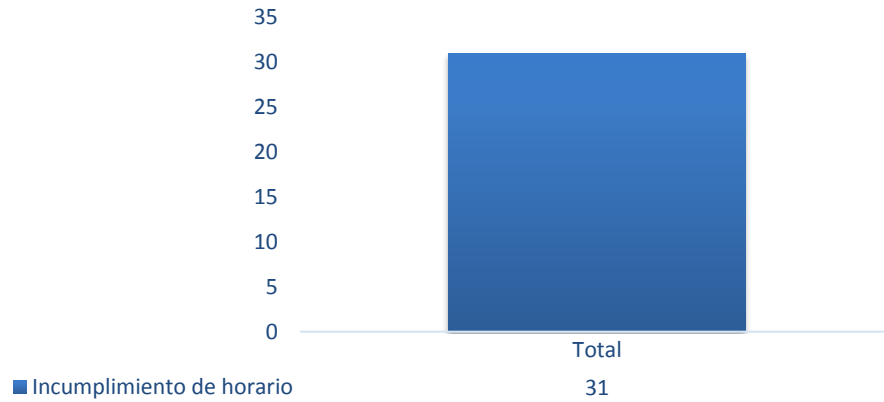
### **Realización de indicadores**

La realización de indicadores deberá llevarse a cabo por el área de control de gestión de la gerencia de laboratorio, la cual debe tener una frecuencia mensual. En esta etapa de la mejora se proponen indicadores de control, los cuales pueden ser complementados con nuevos indicadores desarrollados por el sector, que deben ajustarse a las necesidades del laboratorio. A continuación, se proponen los diferentes indicadores que se realizan en base a la situación actual del laboratorio, es decir el tiempo perdido real por incumplimiento de horario por área que existe hoy.

- 1. Cuantificación General:** En la figura 5.19 se muestra un escenario total o macro de los atrasos que existen en el laboratorio, lo que permitirá conocer de forma general la cuantificación en horas de los incumplimientos de horario o atrasos.

Figura 5.19 Indicador General Laboratorio

**Total Horas de Atraso Laboratorio**

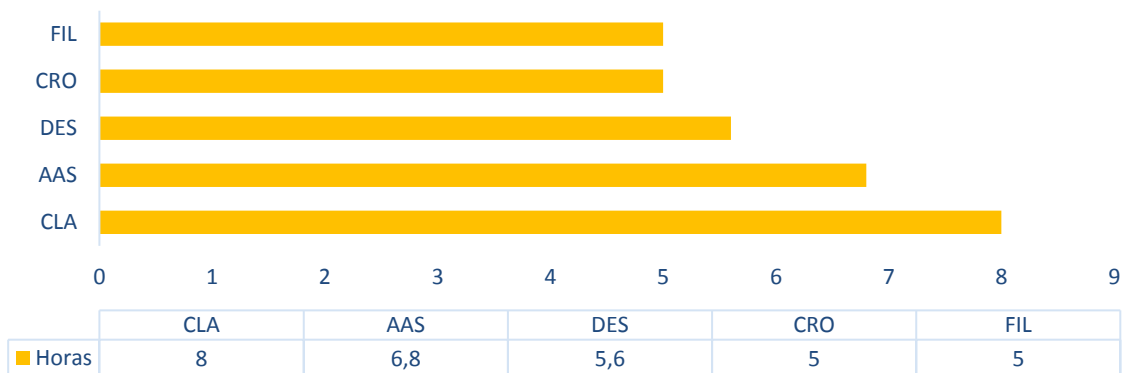


Fuente: Elaboración Propia

**2. Cuantificación por Área:** En la figura 5.20 se muestra el total de horas por área de los atrasos que existen, lo que permitirá enfocar los esfuerzos de gestión en las áreas más afectadas por el incumplimiento de horario.

Figura 5.20 Cuantificación por Área

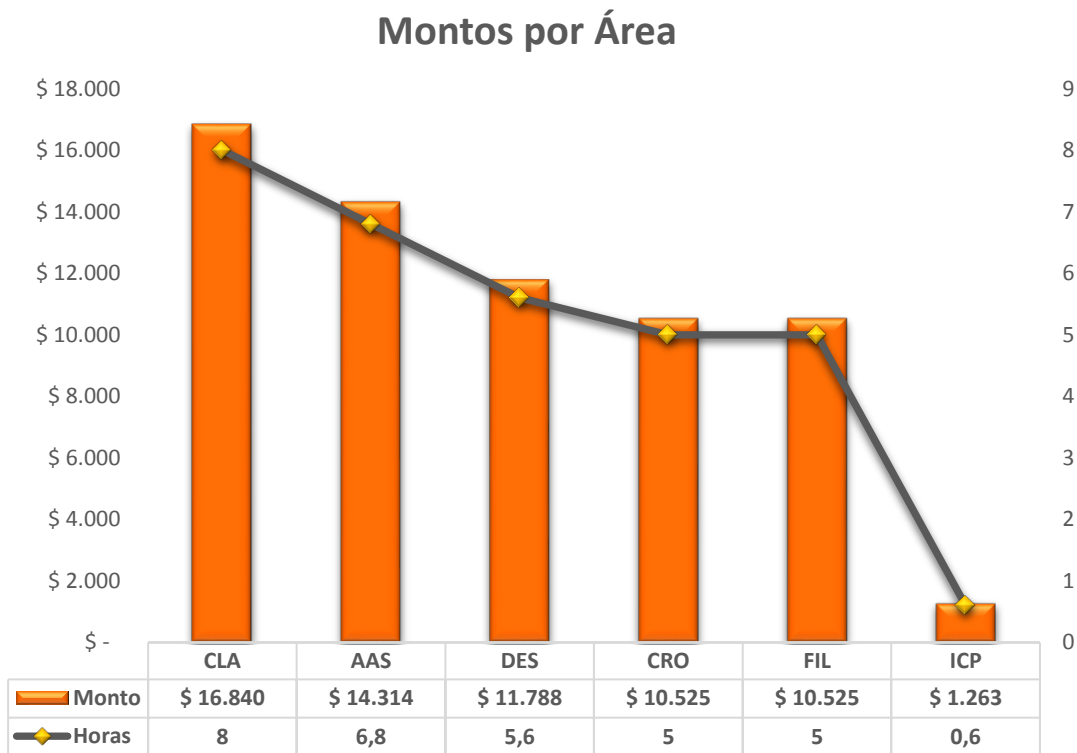
**Total Horas de Atraso por Área**



Fuente: Elaboración propia, en base a la situación actual del laboratorio

- 3. Cuantificación Monetaria por Área:** En la figura 5.21 se muestra el total de dinero que no perciben los trabajadores por área, por el incumplimiento de horario. Esto se realizará con el sueldo promedio del analista de laboratorio utilizado anteriormente.

Figura 5.21 Montos por Área



Fuente: Elaboración Propia

- 4. Detalle por Trabajador:** En la tabla 5.20 se muestra el total de horas de atrasos y el dinero que dejan de percibir cada uno de los trabajadores por el incumplimiento de horario.

Monto y horas por Trabajador				
Área	Nombre	Cargo	Horas	Monto
Análisis Clásico	GONZALEZ ARAYA, JOSE	ANALISTA LABORATORIO	2,5	\$ 5.263
	MORENO REYES, MARIO	ANALISTA QUIMICO	1,5	\$ 3.158
	ZAMORA GUERRA, MARCELA	ANALISTA LABORATORIO	0,7	\$ 1.474
	SALAZAR CASTILLO, VALESKA	ANALISTA LABORATORIO	0,3	\$ 632
	MALDONADO SANCHEZ, SABRINA	ANALISTA QUIMICO	2	\$ 4.210
	CARRASCO TORRES, GISELLE	ANALISTA LABORATORIO	1	\$ 2.105
Absorción Atómica	VERA VILLARROEL, MARIELA	ANALISTA LABORATORIO	1,5	\$ 3.158
	CERRO RISCO, CLAUDIO	ANALISTA LABORATORIO	2	\$ 4.210
	VILLAGRA BURGOS, FERNANDO	ANALISTA LABORATORIO	1,6	\$ 3.368
	VERGARA CIFUENTES, OSCAR	ANALISTA LABORATORIO	1,7	\$ 3.579
Destilación	OLGUIN DURAN, EUGENIA	ANALISTA LABORATORIO	1,3	\$ 2.737
	FERNANDEZ VARGAS, MARIA	ANALISTA LABORATORIO	0,9	\$ 1.895
	SANCHEZ VALENZUELA, NOELIA	ANALISTA LABORATORIO	1	\$ 2.105
	ARIAS BAEZA, ROCIO CATALINA	ANALISTA LABORATORIO	1,8	\$ 3.789
	VALENZUELA FLORES, CAROL	ANALISTA LABORATORIO	0,6	\$ 1.263
Cromatografía	VIDAL QUIJADA, SANDRA	ANALISTA LABORATORIO	1,3	\$ 2.737
	LEIVA DUARTE, VALDIR	ANALISTA LABORATORIO	3	\$ 6.315
	FLORES QUIJON, VANESSA	ANALISTA LABORATORIO	0,7	\$ 1.474
Filtros	MORAGA GARRIDO, GLADYS	ANALISTA LABORATORIO	1	\$ 2.105
	LABORDA CASTILLO, ADRIANA	ANALISTA LABORATORIO	1,2	\$ 2.526
	OCAÑA SEPULVEDA, CAMILA	ANALISTA LABORATORIO	1,5	\$ 3.158
	MUÑOZ PARRA, DANIELA	ANALISTA LABORATORIO	1,3	\$ 2.737
ICP	SOTO ANTILAO, JAVIERA	ANALISTA LABORATORIO	0,6	\$ 1.263

Fuente: Elaboración Propia

### **Reunión Mensual con Personal**

Las reuniones deben tener frecuencia mensual, donde se expondrán los indicadores antes propuestos. La reunión estará compuesta por los trabajadores que están incumpliendo el horario de trabajo, supervisores y subgerencia del laboratorio, para informarles sobre las consecuencias que tienen los atrasos en sus remuneraciones y lo importante que es para el laboratorio que esto se corrija, debido a que permitirá aumentar la productividad del laboratorio.

### **Comunicado Semanal de Buenas Practicas**

Se reforzará el cumplimiento de horario del personal a través de un comunicado semanal de buenas prácticas, donde se informará a los trabajadores la importancia de cumplir el horario de trabajo y se les entregará conductas claves para lograr con el objetivo final de esta mejora, que es reducir los tiempos de atrasos.

A continuación, en la *figura 5.22* se muestra un ejemplo del comunicado que se propone para enviar semanalmente al personal del laboratorio.

*Figura 5.22 Comunicado Semanal Propuesto*

INTERNAL NEWS
[View the web version](#)

## BUENAS PRÁCTICAS

### CUMPLIMIENTO DE HORARIO

Estimados Colaboradores:

Se informa que se comenzó a trabajar en la campaña de Buenas Prácticas del laboratorio EHS, con el objetivo de informar al personal sobre la importancia del cumplimiento de horario, lo que permitirá aumentar la productividad en el laboratorio y fomentar el beneficio en las remuneraciones del trabajador.

Queremos orientar a cada uno de los usuarios a cuidar sus recursos a través de un adecuado **cumplimiento de horario**, entregando información sobre los puntos relevantes para lograr el objetivo principal que es reducir los tiempos de atrasos del personal.


**Conductas Claves:**

- Identificar la ruta optima, en cuanto a tiempo para el trayecto domicilio-trabajo.
- Salga con anticipación de su casa, por si ocurre algún evento en el trayecto, esto le permitirá garantizar la llegada a tiempo a su lugar de trabajo.
- Procure marcar bien su huella en el marcador, esto ayudará a evitar errores de marca.

Esperamos contar con su colaboración, para que juntos hagamos de estas prácticas un hábito y un beneficio para nuestros sectores.

Saludos cordiales,

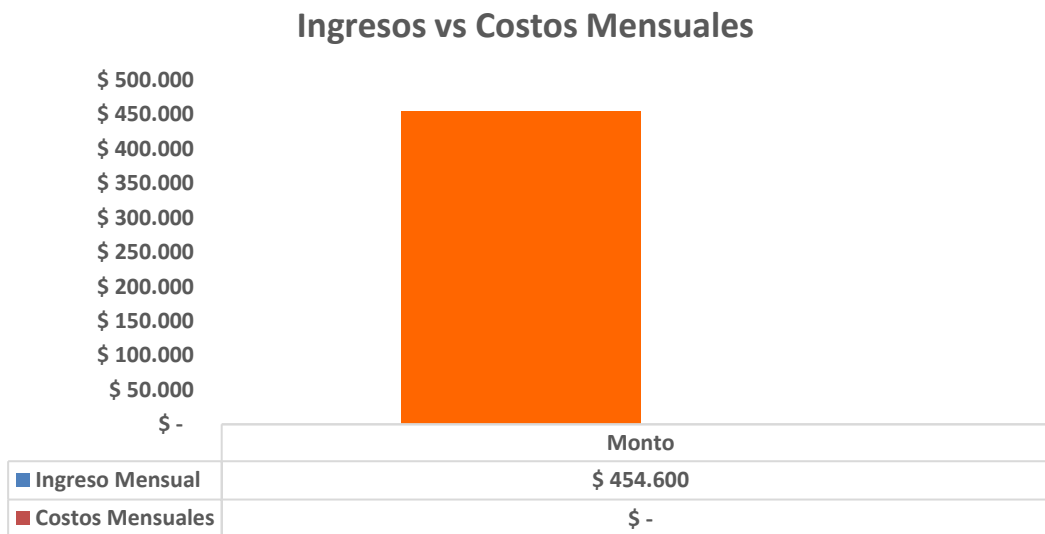
Equipo de Laboratorio EHS  
Grupo SGS en Chile



Fuente: Elaboración propia, formato entregado por comunicaciones SGS, agosto 2018.

Esta mejora pretende fomentar la baja en el incumplimiento de horario en un 80%, es decir, de las 31 horas mensuales, se pretende bajar a 6 horas mensuales, por lo que la productividad aumentaría 25 horas. En la figura 5.23 se muestran los ingresos mensuales que se obtendrían por reducir este tiempo de improductividad.

*Figura 5.23 Ingresos vs Costos Mejora*



Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene ingreso mensual de \$454.600, que corresponde a \$5.455.200 al año. Además, esta mejora no tiene costos asociados.

#### **5.1.3.3.4. Propuesta de Mejora Falta de Material Limpio**

##### ***Propuesta de Mejora 1: Contratación de Personal para Lavado***

##### ***Propuesta de Mejora 2: Adquisición de Lavadora para Material de Laboratorio***

##### **Propuesta de Mejora 1 Contratación de Personal para Lavado**

La primera propuesta hace referencia la contratación de una persona para el área de lavado lo cual servirá como apoyo para cubrir la demanda diaria de material sucio en el laboratorio. El proceso de contratación se hará de la siguiente manera.

1. Creación de perfil del cargo.
2. Levantar Necesidad a Recursos Humanos.
3. Reclutamiento.
4. Entrevista Técnica.
5. Entrevista Psicológica.
6. Exámenes Médicos.
7. Incorporación a la compañía.
8. Inducción.

El tiempo perdido por lavado de material por los analistas de laboratorio asciende a las 58 horas mensuales, las cuales se distribuyen en las distintas áreas. En la figura 5.24 se muestra, el tiempo improductivo por este error que se genera en cada una de ellas.

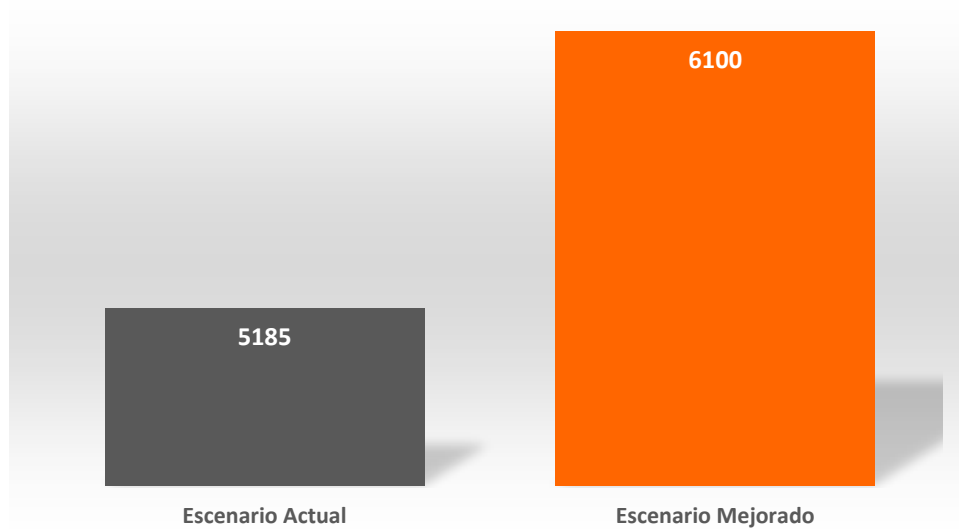
Figura 5.24 Horas de Improductividad por Falta de Material Limpio (horas)



Fuente: Elaboración Propia

El contratar a una persona más en el área de lavado se podrá cumplir con la demanda total del laboratorio, es decir se lavarán 915 envases diarios más que en la actualidad aumentando un 15% el material limpio disponible para ser utilizado diariamente. En la figura 5.25 se muestra el escenario actual diario y el escenario futuro diario una vez implementada la mejora.

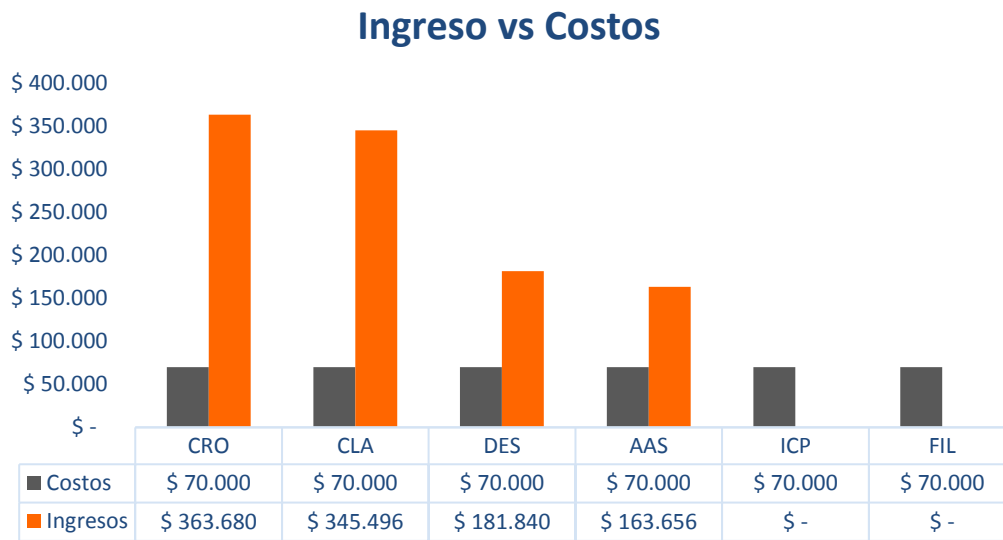
Figura 5.25 Actualidad vs Mejora (unidades de envase diarias)



Fuente: Elaboración Propia

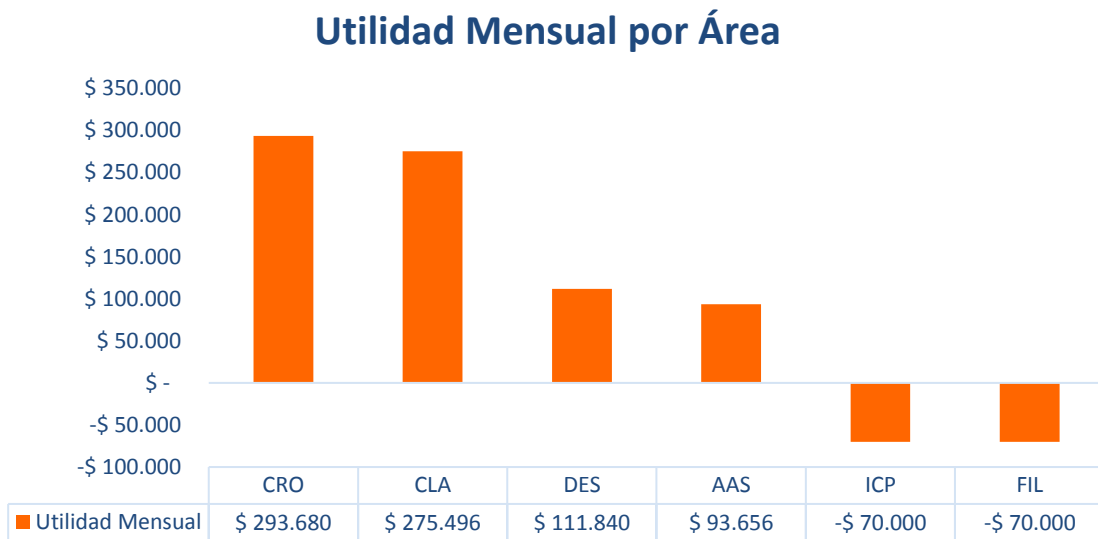
El costo mensual relacionado con esta mejora asciende a los \$420.000, costo que se distribuye en cada una de las áreas por partes iguales. Además, aumentará el ingreso en un total de \$1.054.672 mensual, es decir el ingreso anual por eliminar las 58 horas de improductividad asciende a los \$12.656.064 con una utilidad de \$7.616.064 al año. A continuación, en las figuras 5.26 y 5.27 se muestran el ingreso vs costos por área que tendrá esta mejora y la utilidad por cada una de ellas mensualmente.

Figura 5.26 Ingreso vs Costos Mejora 1 (\$)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.27 Utilidad mensual por Área



Fuente: Elaboración Propia

## **Propuesta de Mejora 2: Adquisición de Lavadora para Material de Laboratorio**

La propuesta N°2 consta de la adquisición de una lavadora de material de laboratorio, donde este recurso ayudará al igual que la propuesta anterior a cubrir la demanda diaria del material sucio en el laboratorio, es decir se lavarán 915 envases diarios, equivalente a 20.100 envases mensuales, por lo que ayudará a reducir las 58 improductivas que existen en el laboratorio por lavado de material sucio.

Junto al área de Procurement (Adquisiciones), se solicita la cotización a la empresa Merck Millipore, de una lavadora para material de laboratorio. La oferta que se envía es de una maquina lavadora, modelo Steamscrubbers, marca Labconco, la cual tiene ciertos requerimientos técnicos que se describen a continuación:

### **1. Agua caliente:**

- a. Suministro de agua caliente de al menos 49 ° C
- b. Presión de entre 20 a 120 psi.
- c. Verificar que el caudal sea de 4,7 L / min
- d. Conexión de agua caliente con 3/8 de tubo de cobre OD "
- e. requiere instalación de válvula de cierre de entrada de agua caliente y una bobina de 3 "de diámetro extra de tubería de cobre
- f. detrás de la lavadora para permitir un fácil mantenimiento.

### **2. Requisitos Agua purificada:**

- a. Lavadora puede estar conectado a un sistema de agua purificada a presión o por gravedad desde un recipiente de almacenamiento de agua purificada.
- b. Verifique que el caudal requerido de 3,4 L / min
- c. Cada ciclo de lavado requiere un total de 13,0 L por lavado con agua pura.
- d. Conectar con un tubo de ID de 3/8 "

### **3. Requisitos eléctricos:**

- a. Se requiere circuito de 20 amperios para 230V.

b. Conexión a tierra.

Además, dentro de la cotización realizada se presupuestó un Rack inferior con 36 pinzas removibles, el cual acomoda distintos tipos de materiales para poder ingresarlos a la lavadora y comenzar el ciclo de lavado. A continuación, en la figura 5.27 se muestra la lavadora Steamscrubbers con el rack con 36 pinzas removibles para acomodar materiales.

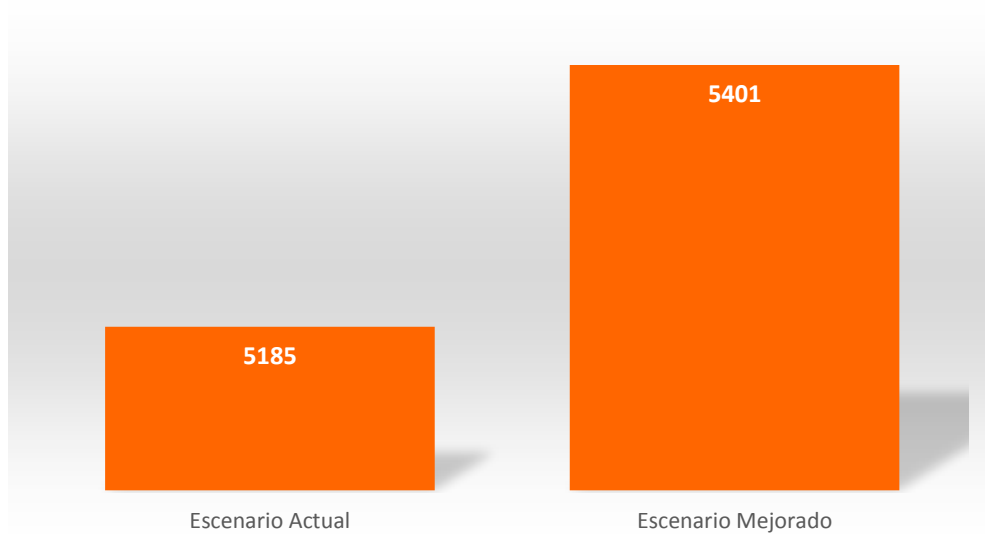
*Figura 5.28 Lavadora Steamscrubbers con Rack Inferior con 36 Pinzas Removibles*



Fuente: Especificaciones técnicas de máquinas FlaskScrubber & SteamScrubber

La capacidad de la lavadora es para 36 envases por ciclo de lavado. Cada ciclo de lavado tiene una duración de 86 minutos, por lo que diariamente se trabajaría con 6 ciclos de lavado lo que asciende a un lavado de 216 envases al día, lo que es solo un 24% de lo que no se alcanza a lavar diariamente, por lo que la reducción del tiempo perdido por este error es de 14 horas mensuales de un total de 58 horas. En la figura 5.28 se muestra la cantidad de envases que se lavan en la actualidad y cuantos se lavarían una vez instalada la lavadora.

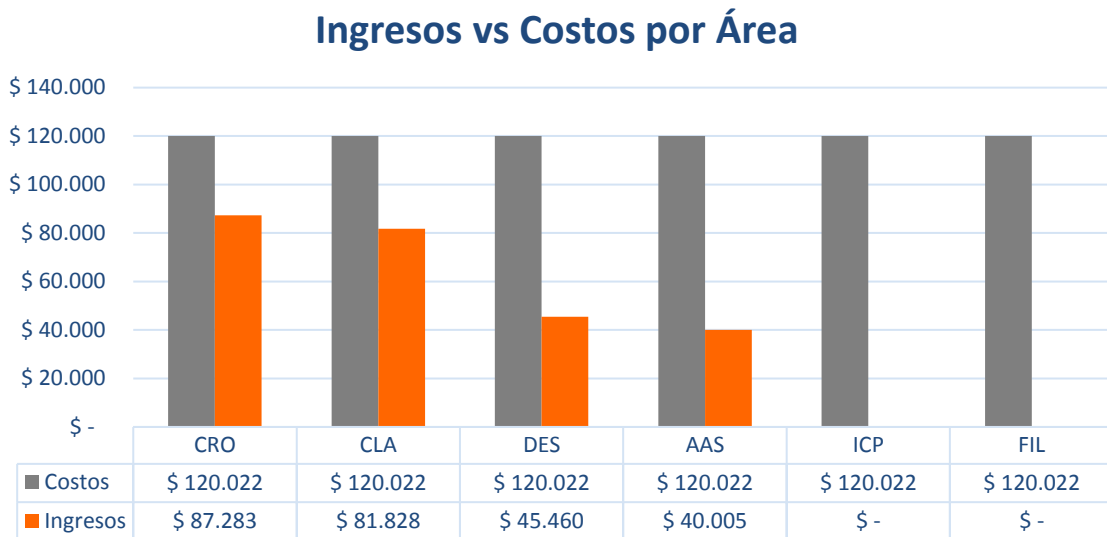
*Figura 5.29 Actualidad vs Mejora (unidades de envase diarias)*



Fuente: Elaboración propia, en base a especificaciones técnicas de máquinas FlaskScrubber & SteamScrubber

El costo total por la lavadora y el rack asciende a los \$ 8.041.617 como inversión total, además la lavadora tiene una mantención semestral, la cual tiene un costo aproximado de \$300.000, por lo que el costo por mantención anual asciende a los \$600.000, el cual se distribuye en cada uno de los sectores. En esta mejora se hará el prorrateo del costo en un año, es decir los \$8.041.617 se dividirá en 12 meses y se dividirá en las seis áreas, esto permitirá medir la utilidad anual que obtendrá el laboratorio una vez implementada esta mejora. En la figura 5.30 se muestra los ingresos y costos mensuales por área que tendrá esta mejora, cabe señalar que el costo de la Lavadora se prorrateó en 12 meses.

Figura 5.30 Ingreso vs Costos por Área (\$)



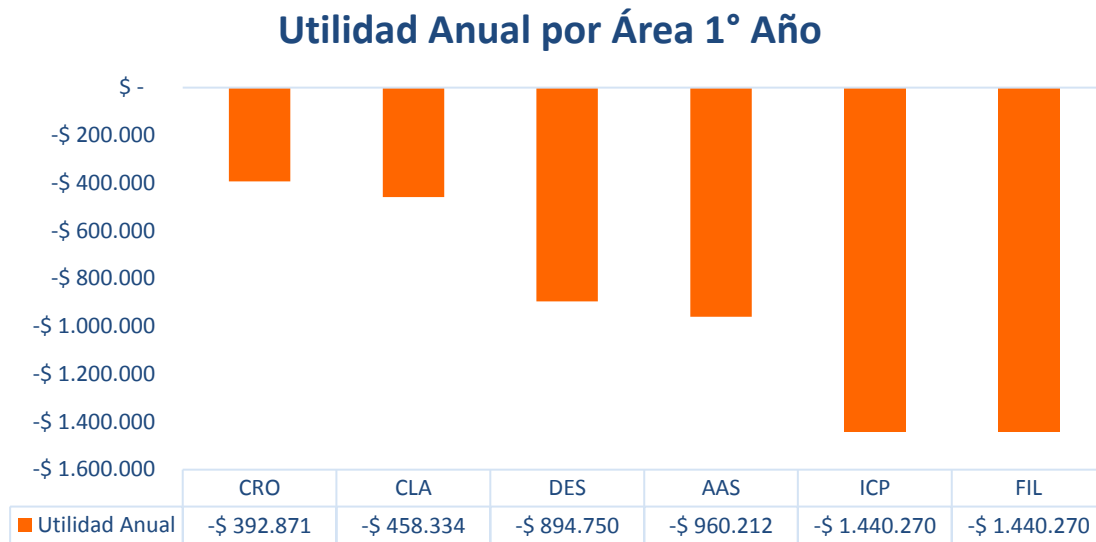
Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en la figura 5.30 que la utilidad mensual en cromatografía, que es el área más afectada por material sucio en el laboratorio se ve afectada por una pérdida de -\$32.739, en el área de Análisis Clásico tiene una pérdida de -\$38.194 en el área de destilación la pérdida es de -\$74.562, absorción atómica -\$80.017 mensuales, en ICP y Filtros la pérdida es aún mayor, ya que al ser las áreas más pequeñas no tienen problema de material sucio, pero igual financian el costo de la mejora.

A continuación, en la figura 5.31 se muestra la utilidad anual que tiene cada área en el primer año de implementada la mejora, en este caso se genera una pérdida total de -\$5.586.705.

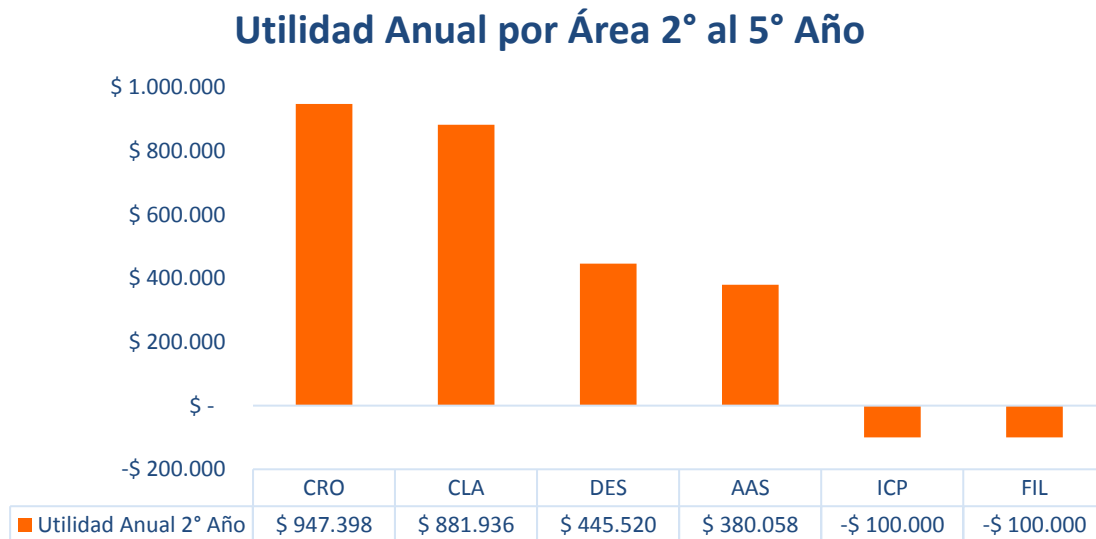
En la figura 5.32 se muestra la utilidad que tendrá el laboratorio al segundo año de haberse implementado la mejora, esta asciende a los \$2.454.912, esta ganancia se mantendrá hasta el quinto año que es la vida útil de la lavadora.

Figura 5.31 Utilidad anual por área en el primer año



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.32 Utilidad Anual por Área a Partir del 2° Año



Fuente: Elaboración Propia

En base a estos análisis realizados en las dos propuestas se concluye que es más rentable la mejora N°1 ya que tiene una utilidad anual de \$7.616.064 a diferencia de la mejora N°2 que tiene una pérdida en el primer año de -\$ 5.586.705 y a partir del segundo año tiene una utilidad anual de \$ 2.454.912.

Si se realiza una comparación entre ambas mejoras, en el primer año existe una diferencia de \$13.202.769, es decir la mejora N°1 tiene utilidad y la mejora N°2 tiene pérdida.

A partir del segundo año la diferencia entre utilidades asciende a los \$5.161.152, es decir la mejora uno tiene una rentabilidad mayor que genera la diferencia antes mencionada, por lo que se recomienda a la compañía implementar la mejora N°1, debido a su rentabilidad y tiempo de implementación.

### 5.1.3.3.5. Propuesta de Mejora para las Muestras Perdidas

#### ***Propuesta de Mejora: Utilización de Modulo de Locación de muestra en el sistema SLIM***

Esta mejora se basa en la utilización de un módulo llamado Sample Storage que se encuentra en el sistema CCLAS (SLIM) y que en estos momentos no está siendo utilizado. Esta mejora fue estudiada con el apoyo de la ingeniera de procesos de la gerencia de laboratorio, la cual cuenta con licencia CCLAS para ingresar al sistema y la super user del sistema SLIM quien hace todos los cambios e implementaciones en el sistema. El objetivo es bucear la información y evaluar la factibilidad de la mejora, que permita localizar la muestra dentro del laboratorio y reducir en un 80% las 69 horas de improductividad, es decir se aumentará la productividad en 55 horas.

Para poder desarrollar el módulo, el sistema deberá ser alimentado de información a través de un dispositivo que lea códigos de barras. Para esto la compañía deberá adquirir un lector, que tendrá la función de entregar la información al sistema sobre la locación de la muestra. En este caso este dispositivo será conectado al sistema a través de puerto USB, donde traerá la información de las etiquetas puestas en los envases, estantes y áreas. En la figura 5.33 se muestra el tipo de lector de códigos de barras que se requiere para poder desarrollar el módulo.

*Figura 5.33 Lector de Códigos de Barras*



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lector de c%C3%B3digo de barras](https://es.wikipedia.org/wiki/Lector_de_c%C3%B3digo_de_barras)

El etiquetado de las áreas y estantes es primordial para que la mejora funcione, ya que esto permitirá definir la locación de la muestra a través de codificación. A continuación, en la tabla 5.20 se muestra la codificación que se propone para cada área, el cual está compuesto por su nombre (3 letras) y 5 números, generalmente 0000n.

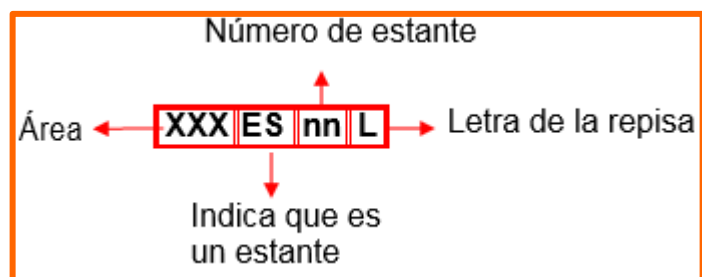
Tabla 5.20 Codificación de las Áreas

Área	Código
Ingreso de Laboratorio	ING00001
Sala Digestión	DIG00001
Sala Absorción Atómica	AAS00001
Sala Análisis Clásico	CLA00001
Sala Destilación	DES00001
Sala Cromatografía	CRO00001
Sala Filtros	FIL00001
Sala ICP	ICPO0001
Sala de Descarte	FIN00001

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los estantes la codificación se define en la figura 5.34 y está compuesta de la siguiente manera:

Figura 5.34 Codificación de los estantes



Fuente: Elaboración Propia, en base a lo establecido con la gerencia de laboratorio

#### Ejemplo:

**DIGES01A:** Este envase está ubicado o localizado en el área de digestión (DIG), en el primer estante (ES01) y en la primera repisa o repisa "A".

En el caso de las cámaras de frío, el código tiene el mismo formato, pero en vez de indicar el área se indica la cámara, es decir “CAMn”, donde n es el número de la cámara de frío.

### **Proceso de Localización**

Es importante definir cómo se trabajará con el módulo Sample Storage para el manejo de muestra, en este caso para localizar los envases dentro del laboratorio.

1. **Ingreso al sistema:** Se debe abrir el CCLAS (Figura 5.35) en la pestaña Profile, luego en el icono de Job, dar click en la lista desplegable que se encuentra en la barra al lado del icono nuevo, y seleccionar la opción Sample Storage (Figura 5.36)

*Figura 5.35 Icono Sistema CCLAS*



Fuente: Sistema CLAS (SLIM)

Figura 5.36 Ingreso al módulo Sample Storage

The screenshot displays the CCLAS software interface. At the top, there is a menu bar with options like 'Archivo', 'Editar', 'Ir a Ver', 'Ventana', and 'Ayuda'. Below it is a toolbar with icons for 'Nuevo', 'Comando', 'Estadus', 'Abrir', 'Prop', 'Copiar', 'Eliminar', 'Actualizar', and 'Ver'. The main window is titled 'Trabajos' and contains a table with columns: Job Number, Client, Contact, #Sta, #Cpl, Rec (yy-mm-dd), Required, Started, Completed, and Prelim Rep. The 'Sample Storage' menu item is highlighted in red. Below the table, there are several sub-menus: 'Maintain Userdata', 'Maintain Report Signatures', 'Maintain Uncertainties', and 'Sample Storage'. The 'Sample Storage' sub-menu is expanded, showing options like 'View Pending worklists', 'Report Preview', 'Edit Prices', 'Invoice Preview', 'Invoice Summary for Paste to BOSS', 'WTP Invoice', 'Results Viewer', 'Results Validation', 'Report: Gen +jobs', 'Mgmt TA Chart', 'Mgmt Dashboard', 'Archive jobs', 'Cleanup directories', and 'XML Export'. On the right side, there is a panel with various controls, including a date field set to '15/ jun /2018 00:00:00', several dropdown menus, and checkboxes for 'ns', 'ni', 'nr', and 'nc'. At the bottom, there is a 'Client Ident' section with fields for 'Client', 'Project code', 'Job number', 'Order number', 'Registered', 'Registered by', and 'Owner'.

Job Number	Client	Contact	#Sta	#Cpl	Rec (yy-mm-dd)	Required	Started	Completed	Prelim Rep
GT18-00171	CASINO DE JU...		0	0	18-08-13 04:51	18-08-24 04:51	18-08-13 05:02		
GT18-00170	SGS Chile Ltda		0	0	18-08-09 08:53	18-08-12 08:53			
GT18-00139	MANTOS COPP...	LUISA BOADA	0	1	18-07-27 09:35	18-08-01 09:35	18-07-28 11:31		
GT18-00138	MANTOS COPP...	LUISA BOADA	0	7	18-07-27 09:32	18-08-01 09:32	18-07-27 10:53		
GT18-00128	CELULOSA AR...		0	0	18-07-03 15:36	18-07-08 15:36			
ES18-50197	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:53	18-08-22 12:53			
ES18-50196	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:47	18-08-22 12:47			
ES18-50195	ANGLO AMERI...	Claudio Camak	0	0	18-08-14 12:45	18-08-17 12:45			
ES18-50194	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:43	18-08-22 12:43			
ES18-50193	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:40	18-08-17 12:40			
ES18-50192	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:33	18-08-22 12:33			
ES18-50191	BIODIVERSA S.A.	MARIA EUGE	0	0	18-08-14 12:32	18-08-19 12:32			
ES18-50190	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:30	18-08-22 12:30			
ES18-50189	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:27	18-08-22 12:27			
ES18-50188	AGUAS DEL AL...	Hilda Valenzuk	0	0	18-08-14 12:21	18-08-22 12:21			
ES18-50187	FUERZA-AREA ...	MANUEL PAF	0	0	18-08-14 12:21	18-08-22 12:21			
ES18-50186	MINERA ESCO ...	Marela Floa	0	0	18-08-14 12:14	18-08-26 12:14			

2. **Contenido Módulo Sample Storage:** Una vez realizado el paso anterior se abrirá una nueva ventana, la cual se muestra en la figura 5.37, en la que se podrá buscar (Localizar) y/o modificar una muestra o un envase en particular. En la parte inferior de la pantalla aparecen varios ítems, los cuales son relevantes en la información de la muestra. A continuación, se definen los ítems que actualmente se utilizan y servirán para la implementación de la mejora.

- Client: Cliente.
- Ident: Código muestra.
- Type: Número de envase de la muestra.
- Product: Tipo de producto (agua potable, riles, aguas varias, etc.).
- Location: Lugar donde se encuentra la muestra (Puede ser un área, un estante o cámara).
- Action: Tiempo de duración de la muestra.
- Container: Tipo de envase
- Date in: Fecha de ingreso
- Retained date: Fecha en la que se debería descartar

Figura 5.37 Contenido Módulo Sample Store

Simple SamTrack

Change details to

Job/Sample: [Green Bar] Location: % Container: % Action: % Located date(s): % Product: % Hazard type: % Disp. type: % Retained date: %

Sample:  Available:  Client: % Exclude:  Type: %

Location: % Container: % Action: % Note: %

register  sample scan  sample/location scan  sample search

13/sep/18 13:39

Client	Ident	Type	Product	Location	Action	Container	Notes	Date in	Status/Date	Status	Retained date	STGroup/Sch
1												

Sheet1 / Sheet2

Fuente: Sistema CCLAS

3. **Ingreso de envases a una ubicación:** Para ingresar un envase a un área o cambiar la ubicación de este, se debe seleccionar la opción *Sample Scan* posicionarse en *Location (Change details to)*, escanear la ubicación (Está predeterminada la ubicación según área donde se encuentre el escáner o lector), luego la muestra y presionar *Enter*. Automáticamente se cambiará la ubicación, esto se ve reflejado en la columna *Location* de la hoja de cálculo ubicada en la parte baja de la ventana, tal como se muestra en la figura 5.38.

Figura 5.38 Ingresar ubicación de la Muestra en CCLAS

Simple SamTrack

Change details to

Job/Sample: [Green Bar] <<<  Sample

Location: %

Container: %

Action: %

Located date(s): %

Product: %

Hazard type: %

Disp. type: %

Retained date: %

Location: %

Container: %

Action: %

Note: %

Client: %

Exclude NA+IS-LNR: %

Type: %

sample based: %

register:

sample scan:

sample/location scan:

sample search:

13/sep/18 13:39

Client	Ident	Type	Product	Location	Action	Container	Notes	Date in	Status/Date	Status	Retained date	STGroup/Sch
1												

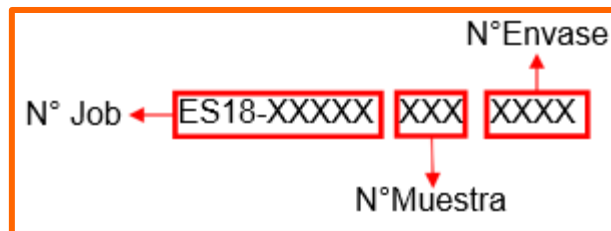
Fuente: Sistema CCLAS

Para cambiar varios envases de ubicación se debe seleccionar la opción Sample Scan posicionarse en Location (Change details to), escanear la ubicación (etiqueta del área, estante o cámara de frío), posterior a esto se escanea la etiqueta de la primera muestra y se presiona Enter, luego escanear la segunda muestra y presionar enter y así sucesivamente con todas las muestras que se requiera, es decir, después de cada escaneo de la etiqueta de la muestra (envase) se debe presionar Enter.

Para que esta mejora de localización de la muestra se desarrolle de forma eficiente, se debe cambiar la ubicación de la muestra siempre que ingresa a un área, estante o cámara de frío. Cuando esta salga y sea trasladada o dejada en otro lugar, se debe realizar el mismo proceso de cambio de ubicación en el sistema.

4. **Búsqueda de muestra en el sistema:** Si el usuario requiere utilizar una muestra, pero no sabe dónde está ubicada, él puede acceder al sistema y buscar una muestra/envase. Para esto debe seleccionar la opción Sample Search, posicionarse en el cuadro de Job/sample, escanear el código buscado y presionar la tecla Enter. También se puede digitar, siempre y cuando se mantenga el siguiente formato, descrito en la figura 5.39.

*Figura 5.39 Formato Correcto de Etiquetado del Envase*



Fuente: Código establecido por la compañía en el etiquetado de envases

**Ejemplos:**

ES18-11111.001: Se busca la muestra número 1 del Job ES18-111111.

ES18-11111.001.0002: Se busca el envase número 2 de la muestra número 1 del Job ES18-111111.

A continuación, en la figura 5.40 se muestra una simulación de búsqueda a través de los ejemplos descritos anteriormente.

Figura 5.40 Simulación de búsqueda a través del código del JOB

**Simple SamTrack**

**Change details to**

Job/Sample: ES18-49137.002.0004 (highlighted)

Location: CAMTES01A

Container: %

Action: %

Located date(s): 14/ago/18 16:20

Product: %

Hazard type: Exclude NAHS-LINP

Disp. type: %

Retained date: %

Sample  
 Available  
 register  
 sample scan  
 sample/location scan  
 sample search (highlighted)

Client	Ident	Type	Product	Location	Action	Container	Notes	Date in	Status	Rel.
1	BIODIVERSA S.A.	ES18-49137.002	0004	AGUA SERVIDA	CAMTES01A	30 dias	Botella	14-08-2018 16:21:12		13-09-20

Fuente: Sistema CCLAS

5. **Búsqueda de muestra por ubicación:** Para buscar todos los envases que están en una ubicación determinada (Áreas, Cámaras de Frío, etc.), se debe escribir un signo porcentaje (%) en la casilla Job/Sample, posicionarse en Location, escanear la ubicación buscada o elegirla del menú desplegable y luego presionar Enter. El resultado aparecerá al final de la ventana, tal como se muestra en la figura 5.41.

Figura 5.41 Simulación de Búsqueda por Ubicación

Simple SamTrack

Change details to

Job/Sample: % <<<< [DIG00001] Sample

Location: % [DIG00001]

Container: %

Action: %

Located date(s): %

Product: %

Hazard type: %

Disp. type: %

Retained date: %

Available:  Available

Client: %

Exclude N/A's: LNR

Type: %

sample based

register

sample scan

sample/location scan

sample search

Action date: 14/ago/18 15:26

Client	Ident	Type	Product	Location	Action	Container	Notes	Date in	Stat
1	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE ES18-49232.001	0001	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:13	
2	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE ES18-49232.001	0002	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:13	
3	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE ES18-49232.001	0003	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:13	
4	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE ES18-49232.001	0004	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:13	
5	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE ES18-49232.001	0005	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:13	
6	SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE ES18-49232.001	0006	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:14	
7	CLENNV02 ES18-495642.001	0002	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:44:21	
8	CLENNV02 ES18-495642.002	0002	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:44:06	
9	CLENNV02 ES18-495642.003	0002	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:43:56	
10	CLENNV02 ES18-495642.004	0002	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:44:15	
11	CLENNV02 ES18-495645.001	0006	AGUA SERVIDA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:43:44	
12	CLENNV02 ES18-495648.001	0006	AGUA SERVIDA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:46:10	
13	CLENNV02 ES18-495649.001	0002	AGUA RESIDUAL	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:44:43	
14	CLENNV02 ES18-495657.001	0002	AGUA SERVIDA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:42:20	
15	CLENNV02 ES18-495660.001	0001	AGUA SUBTERRANEA	DIG00001	30 dias	Botella		13-08-2018 11:44:58	

Client: Sheet1 Sheet2

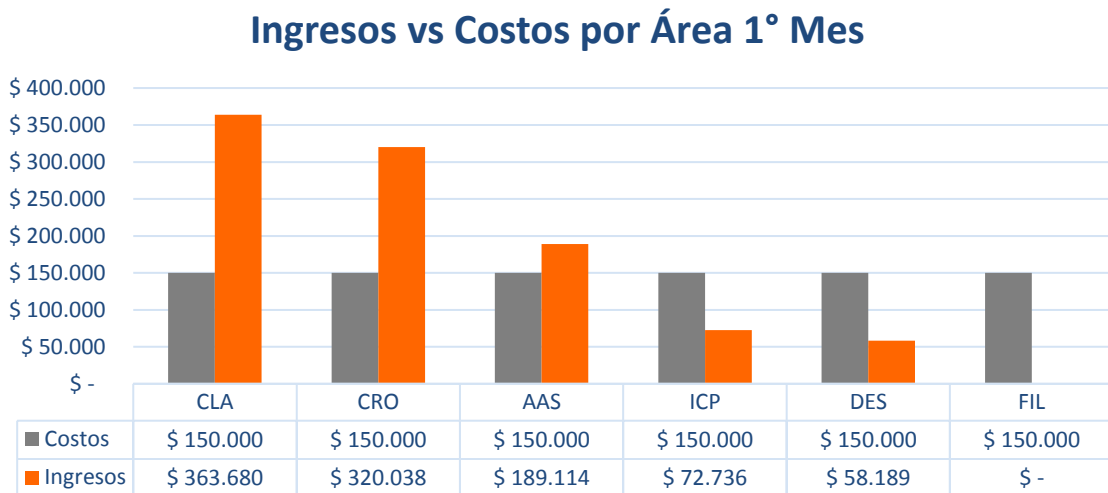
Fuente: Sistema CCLAS

Los costos asociados a esta mejora son principalmente la adquisición de nuevos escáneres para cada una de las áreas, cámaras de frío y estantes, es decir que se deberán adquirir aproximadamente 15 lectores o escáner de códigos de barra, con un costo total de \$900.000, los 15 lectores se distribuirán de la siguiente manera:

- Áreas: 9 Escáner de códigos de barra
- Cámaras de Frío: 2 Escáner de códigos de barra
- Estantes Digestión: 1 Escáner de códigos de barra
- Estante Análisis Clásico: 1 Escáner de códigos de barra
- Estante Destilación: 1 Escáner de códigos de barra
- Estante Cromatografía: 1 Escáner de códigos de barra

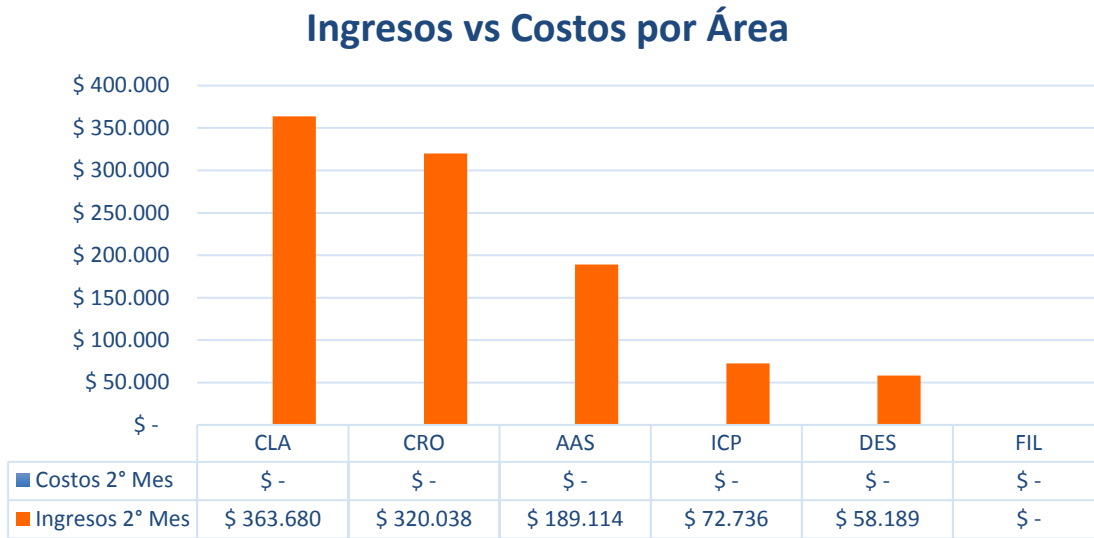
Esta mejora permitirá reducir los tiempos de inproductividad por pérdida de muestras, en un 80%, es decir se reducirán los tiempos muertos de 69 horas a 14 horas, esto permitirá aumentar el ingreso de la compañía, debido a que el aumento de la productividad en 55 horas permitirá analizar 652 analitos más que en la actualidad. En la figura 5.42 se muestra el ingreso vs costos mensual por la implementación de la mejora. Cabe señalar que el costo será absorbido en el primer mes y a partir del segundo mes no habrá costos asociados a la mejora, solo existirán ingresos los cuales se muestran en la figura 5.43.

Figura 5.42 Ingresos vs Costos por Área en el 1° Mes (\$)



Fuente: Elaboración Propia

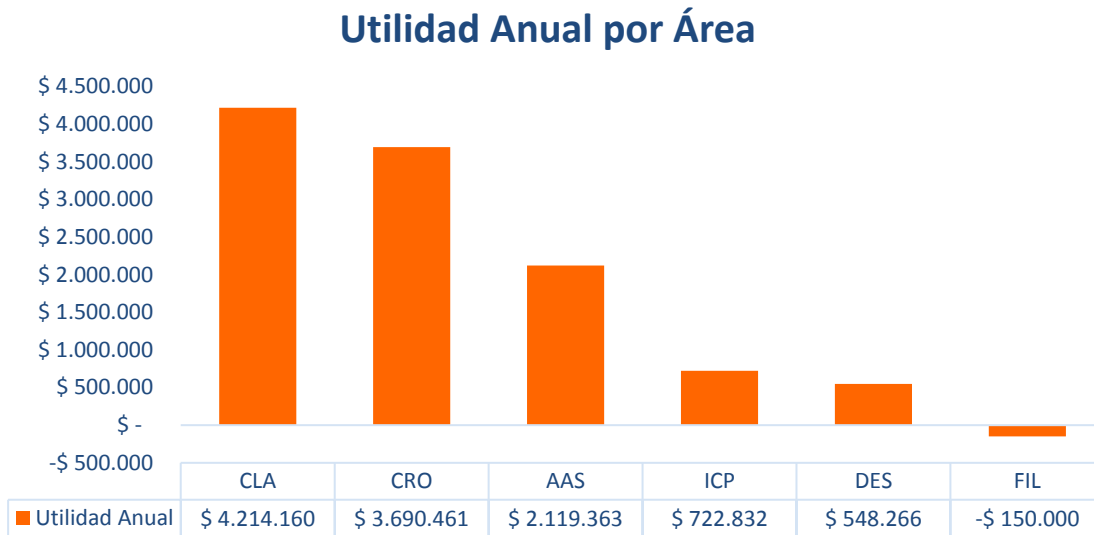
Figura 5.43 Ingresos vs Costos por área a partir del segundo mes (\$)



Fuente: Elaboración Propia

La utilidad que tendrá el primer año alcanza los \$11.145.082 (Figura 5.44), el cual a partir del segundo año aumentará a \$12.045.082, debido que no existirá inversión.

Figura 5.44 Utilidad Anual por Área (\$)



Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo 6 : Conclusiones y Recomendaciones

En la industria de los laboratorios, existe mucha competencia, por lo que los clientes cada vez son más exigentes en sus requerimientos. Es por esto que, para aumentar la ventaja competitiva de SGS en el mercado, se decidió realizar un estudio con el fin de optimizar los procesos del laboratorio a través de la eliminación de las mudas (errores) de este y que permita conseguir un aumento en la productividad.

Se analizaron todos los procesos del laboratorio, donde junto al equipo formado por el personal de cada una de las áreas, se comenzó a detectar los errores más frecuentes y donde existía mayor tiempo de improductividad. En base a este levantamiento de información se logró cumplir con los objetivos específicos N°1 “Desarrollar una evaluación y diagnóstico de los procesos actuales del laboratorio” y N°2 “Identificar los factores más relevantes que originan el problema”

Como primera instancia, se realiza una evaluación de la metodología a utilizar, la cual debe ser aplicada de forma generalizada, es decir que sirva desde el levantamiento de proceso hasta las propuestas de soluciones. Además, esta metodología debe adaptarse mayormente a los ocho criterios establecidos, los cuales permitirán definir cuál es el método que se adapta en un porcentaje mayor al problema principal.

Una vez que la metodología quedó establecida se comenzó a trabajar en la situación actual del laboratorio y en el levantamiento de los procesos. Esto permitió medir cada una de las mudas, las cuales tienen como consecuencia una pérdida total mensual de productividad de 384 horas. Estas horas perdidas corresponden a un total de 5.880 analitos que se dejan de analizar, esto lleva a que la compañía mensualmente aumente en un 50% su tasa de atraso, lo que es complejo al momento de que el cliente decida hacer una evaluación de la calidad de los servicios de SGS.

Se encontraron 13 errores en el proceso, los cuales a través de distintas herramientas de ingeniería se evaluaron los más relevantes, en cuanto a tiempo, gravedad, probabilidad de

ocurrencia y probabilidad de no detección. En base a este análisis se decidió proponer soluciones a cuatro problemas o errores los cuales se describen a continuación.

1. Falta de Licencias SLIM (CCLAS)
2. Incumplimiento de horario
3. Falta de material limpio
4. Muestras perdidas

El primero tiene un tiempo de improductividad mensual total de 115 horas, lo cual se traduce a 2.082 analitos que se dejan de analizar.

El segundo error tiene un tiempo perdido total de 31 horas, equivalente a 414 analitos no analizados

El tercero alcanza las 58 horas de improductividad, es decir 625 analitos dejan de ser analizados

Finalmente, el cuarto tiene una demanda mensual de tiempo improductivo de 69 horas, lo que equivale a 815 analitos que se dejan de analizar.

Para estos errores se recomienda a la compañía implementar las siguientes soluciones, que tendrán como beneficio un aumento en la productividad en 253 horas mensuales.

1. Compra de Licencias SLIM
2. Campaña de información al personal, sobre descuentos de salarios por atrasos
3. Contratación de Personal para Lavado
4. Utilización de Modulo de Locación de muestra en el sistema CCLAS

Estas mejoras permitirán aumentar el ingreso mensual del laboratorio en \$4.604.189, con una utilidad anual de \$44.810.266. Además, estas mejoras permitirán disminuir el atraso de muestras mensuales en 3.936 analitos.

La cantidad de atrasos mensuales en el laboratorio asciende a los 11.777 analitos, si se implementaran estas mejoras, estas disminuirían en un 33% los atrasos, aun así, no se

eliminaría la totalidad de estos, por lo que se puede concluir que la demanda que existe actualmente en el laboratorio es mayor a la capacidad de análisis de este. Si se optimizaran los procesos a través de estas mejoras igualmente se entregarán 7.841 analitos atrasados mensualmente al cliente.

Esta medición, análisis y cuantificación, conlleva a que se cumplan los objetivos específicos N°3 “Desarrollar propuestas de mejoras que permitan eliminar, simplificar, modificar o ajustar el 100% de los factores indeseados más relevantes del proceso” y N°4 “Cuantificar monetariamente las propuestas de mejoras y sus beneficios”.

En base a esta conclusión la compañía deberá estudiar dentro de cada una de las áreas la posibilidad de reducir errores que permitan hacer más eficiente la productividad y que tiene como consecuencia, una disminución de los atrasos en la entrega de los informes al cliente.

Como recomendación extra, se hace necesario que la gerencia en conjunto con la operación, trabajen en la mejora continua de los procesos del laboratorio, es decir reaccionar rápidamente cuando se detecten errores en el proceso para evaluarlos y buscar una solución rápida de eliminación, sustitución o modificación de la muda. Esto permitirá aumentar constantemente la productividad del laboratorio.

En cuanto al objetivo general “Proponer el mejoramiento de los procesos del laboratorio Environmental, Health y Safety, que permita el aumento de la productividad” fue conseguido por medio del cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos establecidos en este estudio.

## Bibliografía

Díaz, F. (2009). Lecturas de Ingeniería 6 “La Manufactura Esbelta. México: Cautitlán Izcalli.

Arnoletto, E.J.: (2007) Administración de la producción como ventaja competitiva, Edición electrónica gratuita. Texto completo en [www.eumed.net/libros/2007b/299/](http://www.eumed.net/libros/2007b/299/)

Galgano, A.: (1995) Los 7 instrumentos de la calidad, Ediciones Diaz de Santos.

Silicio. (1995). Antecedentes de la capacitación. Cancún. Cengage learning.

Lean Solutions. (2015). VSM, Value Stream Mapping. Marzo, 2015, de Lean Solutions Sitio web: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

CDI LEAN. (2016). TPM: Mantenimiento Productivo Total. 2016, de CDI LEAN Sitio web: <http://www.cdiconsultoria.es/metodo-tpm-mantenimiento-productivo-total-valencia>

GEO Tutoriales. (2017). Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto. marzo, 2017, de GEO Tutoriales Sitio web: <http://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

San Jose, R. (2011). Algoritmos y Diagramas de Flujos. Sitio web: <http://voyaprendermasalgoritmosydiagramas.blogspot.com/>

Hernandez, J. & Vizán A., (2013), Lean Manufacturing. Conceptos, tecnica e implementación Madrid, España: Fundación

MOHR, P. (2012). Propuesta de Metodología para la Medición de Eficiencia General de los Equipos en Lineas de Procesos de Sección Mantequilla en Industria Láctea (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile.

**Zambrano, C. & Rodriguez, S. (2013). Propuesta de un Modelo de Mejora Continua en lo Procesos del Laboratorio Ambiental Ipsomary S.A. Basado en un Sistema de Gestión de Calidad Bajo la ISO 9001:2008". Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.**

**Albornoz, G. & Loayza, K. (2013). Propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa elaboradora de flotadores para la pesca de cerco, mediante la metodología DMAIC. Universidad de Valparaíso, Chile.**

**Mondaca, D. (2012). Diseño de un Modelo de Control de Gestión para la Cámara Regional del Comercio y la Producción, Asociación Gremial de Valparaíso. Universidad de Valparaíso Chile.**

**"¿Qué Es La Productividad Empresarial?". *Emprende Pyme*. N.p., 2017. Web. 7 June 2017.**

**Escobar, J. (2013). Propuesta para la reducción de detenciones operacionales no programadas para la línea de envasado de una empresa de alimentos. Universidad de Valparaíso, Chile.**

**García, R. (2005). Estudio del trabajo. México: McGraw Hill.**

**Cruelles, J.A. (2010). La Teoría de la Medición del Despilfarro. España: Artef S.L.**

**Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). (2009), Herramientas para la mejora de la calidad. Uruguay.**

**Vilar, J. Gomez, F. Tejero, M. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad. España. FC Editorial.**

**Ocampo, J. & Pavón, A. (2012). "Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim". Honduras**

**Valpuesta, M. (2016). “Ejemplo de aplicación de herramientas Lean en una fábrica del sector automoción. Universidad de Sevilla, España.**

**Cardona, J. (2013). “Modelo para la Implementación de Técnicas Lean Manufacturing en Empresas Editoriales”. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.**

# Anexos

## 1. Anexo N°1: Tiempos Falta de Licencias Cclas

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Licencia Cclas	12-03-2018		x				x	x	x		2	42		4	AAS
2	Falta de Licencia Cclas	12-03-2018		x				x	x	x		1	13		3	CLA
3	Falta de Licencia Cclas	12-03-2018		x				x	x	x		1	3		2	CRO
4	Falta de Licencia Cclas	12-03-2018		x				x	x	x		1	4		2	ICP
5	Falta de Licencia Cclas	12-03-2018		x				x	x	x					0	DES
6	Falta de Licencia Cclas	13-03-2018		x				x	x	x		2	45		5	AAS
7	Falta de Licencia Cclas	13-03-2018		x				x	x	x		2	13		4	CLA
8	Falta de Licencia Cclas	13-03-2018		x				x	x	x			25		1	CRO
9	Falta de Licencia Cclas	13-03-2018		x				x	x	x		1	16		2	ICP
10	Falta de Licencia Cclas	13-03-2018		x				x	x	x					0	DES
11	Falta de Licencia Cclas	14-03-2018		x				x	x	x		1	36		3	AAS
12	Falta de Licencia Cclas	14-03-2018		x				x	x	x		1	14		3	CLA
13	Falta de Licencia Cclas	14-03-2018		x				x	x	x		1	10		2	CRO
14	Falta de Licencia Cclas	14-03-2018		x				x	x	x		1	22		3	ICP
15	Falta de Licencia Cclas	14-03-2018		x				x	x	x			34		1	DES
16	Falta de Licencia Cclas	15-03-2018		x				x	x	x		2	5		3	AAS
17	Falta de Licencia Cclas	15-03-2018		x				x	x	x			53		2	CLA
18	Falta de Licencia Cclas	15-03-2018		x				x	x	x			33		1	CRO
19	Falta de Licencia Cclas	15-03-2018		x				x	x	x			59		2	ICP
20	Falta de Licencia Cclas	15-03-2018		x				x	x	x		1	6		2	DES
21	Falta de Licencia Cclas	16-03-2018		x				x	x	x		1	41		3	AAS
22	Falta de Licencia Cclas	16-03-2018		x				x	x	x		1	2		2	CLA
23	Falta de Licencia Cclas	16-03-2018		x				x	x	x			31		1	CRO
24	Falta de Licencia Cclas	16-03-2018		x				x	x	x			58		2	ICP
25	Falta de Licencia Cclas	16-03-2018		x				x	x	x			34		1	DES

26	Falta de Licencia Cclas	19-03-2018	x				x	x	x	1	53		3	AAS
27	Falta de Licencia Cclas	19-03-2018	x				x	x	x	2	1		4	CLA
28	Falta de Licencia Cclas	19-03-2018	x				x	x	x				0	CRO
29	Falta de Licencia Cclas	19-03-2018	x				x	x	x	1	45		3	ICP
30	Falta de Licencia Cclas	19-03-2018	x				x	x	x		42		2	DES
31	Falta de Licencia Cclas	20-03-2018	x				x	x	x		51		2	AAS
32	Falta de Licencia Cclas	20-03-2018	x				x	x	x	1	35		3	CLA
33	Falta de Licencia Cclas	20-03-2018	x				x	x	x	1	12		2	CRO
34	Falta de Licencia Cclas	20-03-2018	x				x	x	x	1	13		3	ICP
35	Falta de Licencia Cclas	20-03-2018	x				x	x	x	1	0		2	DES
36	Falta de Licencia Cclas	21-03-2018	x				x	x	x	2	14		4	AAS
37	Falta de Licencia Cclas	21-03-2018	x				x	x	x	1	8		2	CLA
38	Falta de Licencia Cclas	21-03-2018	x				x	x	x		56		2	CRO
39	Falta de Licencia Cclas	21-03-2018	x				x	x	x	1	1		2	ICP
40	Falta de Licencia Cclas	21-03-2018	x				x	x	x				0	DES
41	Falta de Licencia Cclas	22-03-2018	x				x	x	x	1	28		3	AAS
42	Falta de Licencia Cclas	22-03-2018	x				x	x	x	1	34		3	CLA
43	Falta de Licencia Cclas	22-03-2018	x				x	x	x	1	10		3	CRO
44	Falta de Licencia Cclas	22-03-2018	x				x	x	x	1	24		3	ICP
45	Falta de Licencia Cclas	22-03-2018	x				x	x	x	1	13		2	DES
46	Falta de Licencia Cclas	26-03-2018	x				x	x	x	3	12		5	AAS
47	Falta de Licencia Cclas	26-03-2018	x				x	x	x		26		1	CLA
48	Falta de Licencia Cclas	26-03-2018	x				x	x	x		31		1	CRO
49	Falta de Licencia Cclas	26-03-2018	x				x	x	x		41		1	ICP
50	Falta de Licencia Cclas	26-03-2018	x				x	x	x				0	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos		
1	Falta de Licencia Cclas	27-03-2018		x				x	x	x		2	12		4	AAS
2	Falta de Licencia Cclas	27-03-2018		x				x	x	x		1	33		3	CLA
3	Falta de Licencia Cclas	27-03-2018		x				x	x	x			47		2	CRO
4	Falta de Licencia Cclas	27-03-2018		x				x	x	x			48		2	ICP
5	Falta de Licencia Cclas	27-03-2018		x				x	x	x					0	DES
6	Falta de Licencia Cclas	28-03-2018		x				x	x	x		1	18		2	AAS
7	Falta de Licencia Cclas	28-03-2018		x				x	x	x			54		2	CLA
8	Falta de Licencia Cclas	28-03-2018		x				x	x	x			33		1	CRO
9	Falta de Licencia Cclas	28-03-2018		x				x	x	x		1	29		3	ICP
10	Falta de Licencia Cclas	28-03-2018		x				x	x	x			32		1	DES
11	Falta de Licencia Cclas	29-03-2018		x				x	x	x		3	26		6	AAS
12	Falta de Licencia Cclas	29-03-2018		x				x	x	x		2	12		4	CLA
13	Falta de Licencia Cclas	29-03-2018		x				x	x	x					0	CRO
14	Falta de Licencia Cclas	29-03-2018		x				x	x	x			34		1	ICP
15	Falta de Licencia Cclas	29-03-2018		x				x	x	x			56		2	DES
16	Falta de Licencia Cclas	02-04-2018		x				x	x	x		1	23		3	AAS
17	Falta de Licencia Cclas	02-04-2018		x				x	x	x			26		1	CLA
18	Falta de Licencia Cclas	02-04-2018		x				x	x	x		1	2		2	CRO
19	Falta de Licencia Cclas	02-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
20	Falta de Licencia Cclas	02-04-2018		x				x	x	x		1	7		2	DES
21	Falta de Licencia Cclas	03-04-2018		x				x	x	x		1	43		3	AAS
22	Falta de Licencia Cclas	03-04-2018		x				x	x	x		1	4		2	CLA
23	Falta de Licencia Cclas	03-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
24	Falta de Licencia Cclas	03-04-2018		x				x	x	x		1	17		3	ICP
25	Falta de Licencia Cclas	03-04-2018		x				x	x	x			46		1	DES

26	Falta de Licencia Cclas	04-04-2018	x			x	x	x	2	43		5	AAS
27	Falta de Licencia Cclas	04-04-2018	x			x	x	x		37		1	CLA
28	Falta de Licencia Cclas	04-04-2018	x			x	x	x	1	26		3	CRO
29	Falta de Licencia Cclas	04-04-2018	x			x	x	x	1	6		2	ICP
30	Falta de Licencia Cclas	04-04-2018	x			x	x	x		19		1	DES
31	Falta de Licencia Cclas	05-04-2018	x			x	x	x	2	37		4	AAS
32	Falta de Licencia Cclas	05-04-2018	x			x	x	x	1	43		3	CLA
33	Falta de Licencia Cclas	05-04-2018	x			x	x	x		42		2	CRO
34	Falta de Licencia Cclas	05-04-2018	x			x	x	x	1	35		3	ICP
35	Falta de Licencia Cclas	05-04-2018	x			x	x	x				0	DES
36	Falta de Licencia Cclas	06-04-2018	x			x	x	x	1	47		3	AAS
37	Falta de Licencia Cclas	06-04-2018	x			x	x	x	1	15		3	CLA
38	Falta de Licencia Cclas	06-04-2018	x			x	x	x		48		2	CRO
39	Falta de Licencia Cclas	06-04-2018	x			x	x	x	2	4		4	ICP
40	Falta de Licencia Cclas	06-04-2018	x			x	x	x		48		2	DES
41	Falta de Licencia Cclas	09-04-2018	x			x	x	x	2	35		5	AAS
42	Falta de Licencia Cclas	09-04-2018	x			x	x	x	2	17		4	CLA
43	Falta de Licencia Cclas	09-04-2018	x			x	x	x	1	22		3	CRO
44	Falta de Licencia Cclas	09-04-2018	x			x	x	x		34		1	ICP
45	Falta de Licencia Cclas	09-04-2018	x			x	x	x				0	DES
46	Falta de Licencia Cclas	12-04-2018	x			x	x	x	1	16		2	AAS
47	Falta de Licencia Cclas	12-04-2018	x			x	x	x	2	45		5	CLA
48	Falta de Licencia Cclas	12-04-2018	x			x	x	x		35		1	CRO
49	Falta de Licencia Cclas	12-04-2018	x			x	x	x	1	42		3	ICP
50	Falta de Licencia Cclas	12-04-2018	x			x	x	x				0	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Licencia Cclas	13-04-2018		x				x	x	x		2	35		5	AAS
2	Falta de Licencia Cclas	13-04-2018		x				x	x	x			56		2	CLA
3	Falta de Licencia Cclas	13-04-2018		x				x	x	x			39		1	CRO
4	Falta de Licencia Cclas	13-04-2018		x				x	x	x		1	22		3	ICP
5	Falta de Licencia Cclas	13-04-2018		x				x	x	x					0	DES
6	Falta de Licencia Cclas	16-04-2018		x				x	x	x		1	53		3	AAS
7	Falta de Licencia Cclas	16-04-2018		x				x	x	x		2	43		3	CLA
8	Falta de Licencia Cclas	16-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
9	Falta de Licencia Cclas	16-04-2018		x				x	x	x		1	9		2	ICP
10	Falta de Licencia Cclas	16-04-2018		x				x	x	x			23		1	DES
11	Falta de Licencia Cclas	17-04-2018		x				x	x	x		2	22		4	AAS
12	Falta de Licencia Cclas	17-04-2018		x				x	x	x		1	23		2	CLA
13	Falta de Licencia Cclas	17-04-2018		x				x	x	x		1	16		2	CRO
14	Falta de Licencia Cclas	17-04-2018		x				x	x	x			58		2	ICP
15	Falta de Licencia Cclas	17-04-2018		x				x	x	x		1	0		2	DES
16	Falta de Licencia Cclas	18-04-2018		x				x	x	x		1	46		3	AAS
17	Falta de Licencia Cclas	18-04-2018		x				x	x	x			42		1	CLA
18	Falta de Licencia Cclas	18-04-2018		x				x	x	x		1	5		2	CRO
19	Falta de Licencia Cclas	18-04-2018		x				x	x	x		1	0		2	ICP
20	Falta de Licencia Cclas	18-04-2018		x				x	x	x			11		1	DES
21	Falta de Licencia Cclas	19-04-2018		x				x	x	x		1	5		2	AAS
22	Falta de Licencia Cclas	19-04-2018		x				x	x	x		2	11		4	CLA
23	Falta de Licencia Cclas	19-04-2018		x				x	x	x		1	8		2	CRO
24	Falta de Licencia Cclas	19-04-2018		x				x	x	x			35		1	ICP
25	Falta de Licencia Cclas	19-04-2018		x				x	x	x		1	7		2	DES

26	Falta de Licencia Cclas	20-04-2018	x			x	x	x	2	33		4	AAS
27	Falta de Licencia Cclas	20-04-2018	x			x	x	x	1	52		3	CLA
28	Falta de Licencia Cclas	20-04-2018	x			x	x	x				0	CRO
29	Falta de Licencia Cclas	20-04-2018	x			x	x	x	1	18		3	ICP
30	Falta de Licencia Cclas	20-04-2018	x			x	x	x		39		2	DES
31	Falta de Licencia Cclas	23-04-2018	x			x	x	x	2	51		5	AAS
32	Falta de Licencia Cclas	23-04-2018	x			x	x	x	2	8		4	CLA
33	Falta de Licencia Cclas	23-04-2018	x			x	x	x		33		1	CRO
34	Falta de Licencia Cclas	23-04-2018	x			x	x	x	1	27		3	ICP
35	Falta de Licencia Cclas	23-04-2018	x			x	x	x		0		0	DES
36	Falta de Licencia Cclas	24-04-2018	x			x	x	x	1	9		2	AAS
37	Falta de Licencia Cclas	24-04-2018	x			x	x	x	1	27		3	CLA
38	Falta de Licencia Cclas	24-04-2018	x			x	x	x				0	CRO
39	Falta de Licencia Cclas	24-04-2018	x			x	x	x		26		1	ICP
40	Falta de Licencia Cclas	24-04-2018	x			x	x	x		14		1	DES
41	Falta de Licencia Cclas	25-04-2018	x			x	x	x	2	19		4	AAS
42	Falta de Licencia Cclas	25-04-2018	x			x	x	x	2	0		4	CLA
43	Falta de Licencia Cclas	25-04-2018	x			x	x	x	1	21		3	CRO
44	Falta de Licencia Cclas	25-04-2018	x			x	x	x	1	1		2	ICP
45	Falta de Licencia Cclas	25-04-2018	x			x	x	x		48		2	DES
46	Falta de Licencia Cclas	26-04-2018	x			x	x	x	2	47		6	AAS
47	Falta de Licencia Cclas	26-04-2018	x			x	x	x		39		1	CLA
48	Falta de Licencia Cclas	26-04-2018	x			x	x	x		48		2	CRO
49	Falta de Licencia Cclas	26-04-2018	x			x	x	x		56		2	ICP
50	Falta de Licencia Cclas	26-04-2018	x			x	x	x		17		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Licencia Cclas	27-04-2018		x				x	x	x		1	43		3	AAS
2	Falta de Licencia Cclas	27-04-2018		x				x	x	x		1	3		2	CLA
3	Falta de Licencia Cclas	27-04-2018		x				x	x	x			12		1	CRO
4	Falta de Licencia Cclas	27-04-2018		x				x	x	x			26		1	ICP
5	Falta de Licencia Cclas	27-04-2018		x				x	x	x					0	DES
6	Falta de Licencia Cclas	02-05-2018		x				x	x	x		1	46		3	AAS
7	Falta de Licencia Cclas	02-05-2018		x				x	x	x			36		1	CLA
8	Falta de Licencia Cclas	02-05-2018		x				x	x	x			47		2	CRO
9	Falta de Licencia Cclas	02-05-2018		x				x	x	x			29		1	ICP
10	Falta de Licencia Cclas	02-05-2018		x				x	x	x			24		1	DES
11	Falta de Licencia Cclas	03-05-2018		x				x	x	x		1	44		3	AAS
12	Falta de Licencia Cclas	03-05-2018		x				x	x	x			57		2	CLA
13	Falta de Licencia Cclas	03-05-2018		x				x	x	x			14		1	CRO
14	Falta de Licencia Cclas	03-05-2018		x				x	x	x		1	14		2	ICP
15	Falta de Licencia Cclas	03-05-2018		x				x	x	x			36		1	DES
16	Falta de Licencia Cclas	04-05-2018		x				x	x	x		2	10		4	AAS
17	Falta de Licencia Cclas	04-05-2018		x				x	x	x		1	28		3	CLA
18	Falta de Licencia Cclas	04-05-2018		x				x	x	x					0	CRO
19	Falta de Licencia Cclas	04-05-2018		x				x	x	x		1	36		3	ICP
20	Falta de Licencia Cclas	04-05-2018		x				x	x	x					0	DES
21	Falta de Licencia Cclas	07-05-2018		x				x	x	x		1	20		3	AAS
22	Falta de Licencia Cclas	07-05-2018		x				x	x	x		1	30		3	CLA
23	Falta de Licencia Cclas	07-05-2018		x				x	x	x		1	0		2	CRO
24	Falta de Licencia Cclas	07-05-2018		x				x	x	x			50		2	ICP
25	Falta de Licencia Cclas	07-05-2018		x				x	x	x			53		2	DES

26	Falta de Licencia Cclas	08-05-2018	x				x	x	x	2	8		4	AAS
27	Falta de Licencia Cclas	08-05-2018	x				x	x	x	1	10		2	CLA
28	Falta de Licencia Cclas	08-05-2018	x				x	x	x		28		1	CRO
29	Falta de Licencia Cclas	08-05-2018	x				x	x	x		42		1	ICP
30	Falta de Licencia Cclas	08-05-2018	x				x	x	x		37		1	DES
31	Falta de Licencia Cclas	09-05-2018	x				x	x	x	2	51		5	AAS
32	Falta de Licencia Cclas	09-05-2018	x				x	x	x	2	32		5	CLA
33	Falta de Licencia Cclas	09-05-2018	x				x	x	x	1	12		2	CRO
34	Falta de Licencia Cclas	09-05-2018	x				x	x	x	2	8		4	ICP
35	Falta de Licencia Cclas	09-05-2018	x				x	x	x		50		2	DES
36	Falta de Licencia Cclas	10-05-2018	x				x	x	x	2	22		5	AAS
37	Falta de Licencia Cclas	10-05-2018	x				x	x	x	1	6		2	CLA
38	Falta de Licencia Cclas	10-05-2018	x				x	x	x	1	17		3	CRO
39	Falta de Licencia Cclas	10-05-2018	x				x	x	x	1	0		2	ICP
40	Falta de Licencia Cclas	10-05-2018	x				x	x	x		28		1	DES
41	Falta de Licencia Cclas	11-05-2018	x				x	x	x	2	27		4	AAS
42	Falta de Licencia Cclas	11-05-2018	x				x	x	x	1	0		2	CLA
43	Falta de Licencia Cclas	11-05-2018	x				x	x	x		55		2	CRO
44	Falta de Licencia Cclas	11-05-2018	x				x	x	x	1	25		3	ICP
45	Falta de Licencia Cclas	11-05-2018	x				x	x	x				0	DES
46	Falta de Licencia Cclas	14-05-2018	x				x	x	x	2	45		5	AAS
47	Falta de Licencia Cclas	14-05-2018	x				x	x	x		27		1	CLA
48	Falta de Licencia Cclas	14-05-2018	x				x	x	x		22		1	CRO
49	Falta de Licencia Cclas	14-05-2018	x				x	x	x		57		2	ICP
50	Falta de Licencia Cclas	14-05-2018	x				x	x	x				0	DES

## 2. Anexo N°2: Tiempos Falta de Material Limpio

Cor	Actividad	Fecha	Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Material Limpio	12-03-2018	x					x		x			22		1	AAS
2	Falta de Material Limpio	12-03-2018	x					x		x		1	23		1	CLA
3	Falta de Material Limpio	12-03-2018	x					x		x			45		1	CRO
4	Falta de Material Limpio	12-03-2018	x					x		x			23		1	DES
5	Falta de Material Limpio	13-03-2018	x					x		x			35		1	AAS
6	Falta de Material Limpio	13-03-2018	x					x		x			35		1	CLA
7	Falta de Material Limpio	13-03-2018	x					x		x		1	32		1	CRO
8	Falta de Material Limpio	13-03-2018	x					x		x			17		1	DES
9	Falta de Material Limpio	14-03-2018	x					x		x			16		1	AAS
10	Falta de Material Limpio	14-03-2018	x					x		x		1	17		1	CLA
11	Falta de Material Limpio	14-03-2018	x					x		x		1	4		1	CRO
12	Falta de Material Limpio	14-03-2018	x					x		x			25		1	DES
13	Falta de Material Limpio	15-03-2018	x					x		x			13		1	AAS
14	Falta de Material Limpio	15-03-2018	x					x		x			51		1	CLA
15	Falta de Material Limpio	15-03-2018	x					x		x		1	24		1	CRO
16	Falta de Material Limpio	15-03-2018	x					x		x			45		1	DES
17	Falta de Material Limpio	16-03-2018	x					x		x			30		1	AAS
18	Falta de Material Limpio	16-03-2018	x					x		x			50		1	CLA
19	Falta de Material Limpio	16-03-2018	x					x		x		1	12		1	CRO
20	Falta de Material Limpio	16-03-2018	x					x		x					0	DES
21	Falta de Material Limpio	19-03-2018	x					x		x			27		1	AAS
22	Falta de Material Limpio	19-03-2018	x					x		x			36		1	CLA
23	Falta de Material Limpio	19-03-2018	x					x		x			36		1	CRO
24	Falta de Material Limpio	19-03-2018	x					x		x			41		1	DES
25	Falta de Material Limpio	20-03-2018	x					x		x			29		1	AAS
26	Falta de Material Limpio	20-03-2018	x					x		x			58		1	CLA
27	Falta de Material Limpio	20-03-2018	x					x		x			42		1	CRO
28	Falta de Material Limpio	20-03-2018	x					x		x			38		1	DES
29	Falta de Material Limpio	21-03-2018	x					x		x			31		1	AAS
30	Falta de Material Limpio	21-03-2018	x					x		x		1	16		1	CLA
31	Falta de Material Limpio	21-03-2018	x					x		x			56		1	CRO
32	Falta de Material Limpio	21-03-2018	x					x		x			30		1	DES
33	Falta de Material Limpio	22-03-2018	x					x		x			34		1	AAS
34	Falta de Material Limpio	22-03-2018	x					x		x			52		1	CLA
35	Falta de Material Limpio	22-03-2018	x					x		x			59		1	CRO
36	Falta de Material Limpio	22-03-2018	x					x		x			36		1	DES
37	Falta de Material Limpio	26-03-2018	x					x		x			28		1	AAS
38	Falta de Material Limpio	26-03-2018	x					x		x			49		1	CLA
39	Falta de Material Limpio	26-03-2018	x					x		x		1	1		1	CRO
40	Falta de Material Limpio	26-03-2018	x					x		x			52		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Material Limpio	27-03-2018	x					x		x			32		1	AAS
2	Falta de Material Limpio	27-03-2018	x					x		x			53		1	CLA
3	Falta de Material Limpio	27-03-2018	x					x		x		1	7		1	CRO
4	Falta de Material Limpio	27-03-2018	x					x		x			36		1	DES
5	Falta de Material Limpio	28-03-2018	x					x		x			25		1	AAS
6	Falta de Material Limpio	28-03-2018	x					x		x		1	4		1	CLA
7	Falta de Material Limpio	28-03-2018	x					x		x			45		1	CRO
8	Falta de Material Limpio	28-03-2018	x					x		x			46		1	DES
9	Falta de Material Limpio	29-03-2018	x					x		x			23		1	AAS
10	Falta de Material Limpio	29-03-2018	x					x		x			57		1	CLA
11	Falta de Material Limpio	29-03-2018	x					x		x		1	11		1	CRO
12	Falta de Material Limpio	29-03-2018	x					x		x			19		1	DES
13	Falta de Material Limpio	02-04-2018	x					x		x			26		1	AAS
14	Falta de Material Limpio	02-04-2018	x					x		x			54		1	CLA
15	Falta de Material Limpio	02-04-2018	x					x		x		1	19		1	CRO
16	Falta de Material Limpio	02-04-2018	x					x		x			18		1	DES
17	Falta de Material Limpio	03-04-2018	x					x		x			31		1	AAS
18	Falta de Material Limpio	03-04-2018	x					x		x		1	10		1	CLA
19	Falta de Material Limpio	03-04-2018	x					x		x			56		1	CRO
20	Falta de Material Limpio	03-04-2018	x					x		x			25		1	DES
21	Falta de Material Limpio	04-04-2018	x					x		x			18		1	AAS
22	Falta de Material Limpio	04-04-2018	x					x		x			46		1	CLA
23	Falta de Material Limpio	04-04-2018	x					x		x			39		1	CRO
24	Falta de Material Limpio	04-04-2018	x					x		x			30		1	DES
25	Falta de Material Limpio	05-04-2018	x					x		x			25		1	AAS
26	Falta de Material Limpio	05-04-2018	x					x		x		1	10		1	CLA
27	Falta de Material Limpio	05-04-2018	x					x		x		1	12		1	CRO
28	Falta de Material Limpio	05-04-2018	x					x		x			27		1	DES
29	Falta de Material Limpio	06-04-2018	x					x		x			30		1	AAS
30	Falta de Material Limpio	06-04-2018	x					x		x		1	15		1	CLA
31	Falta de Material Limpio	06-04-2018	x					x		x			58		1	CRO
32	Falta de Material Limpio	06-04-2018	x					x		x			24		1	DES
33	Falta de Material Limpio	09-04-2018	x					x		x			35		1	AAS
34	Falta de Material Limpio	09-04-2018	x					x		x			32		1	CLA
35	Falta de Material Limpio	09-04-2018	x					x		x		1	6		1	CRO
36	Falta de Material Limpio	09-04-2018	x					x		x			33		1	DES
37	Falta de Material Limpio	12-04-2018	x					x		x			34		1	AAS
38	Falta de Material Limpio	12-04-2018	x					x		x			47		1	CLA
39	Falta de Material Limpio	12-04-2018	x					x		x			47		1	CRO
40	Falta de Material Limpio	12-04-2018	x					x		x			41		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Material Limpio	13-04-2018	x					x		x			17		1	AAS
2	Falta de Material Limpio	13-04-2018	x					x		x			56		1	CLA
3	Falta de Material Limpio	13-04-2018	x					x		x	1	2			1	CRO
4	Falta de Material Limpio	13-04-2018	x					x		x			35		1	DES
5	Falta de Material Limpio	16-04-2018	x					x		x			33		1	AAS
6	Falta de Material Limpio	16-04-2018	x					x		x	1	4			1	CLA
7	Falta de Material Limpio	16-04-2018	x					x		x			55		1	CRO
8	Falta de Material Limpio	16-04-2018	x					x		x			21		1	DES
9	Falta de Material Limpio	17-04-2018	x					x		x			26		1	AAS
10	Falta de Material Limpio	17-04-2018	x					x		x	1	22			1	CLA
11	Falta de Material Limpio	17-04-2018	x					x		x	1	25			1	CRO
12	Falta de Material Limpio	17-04-2018	x					x		x			43		1	DES
13	Falta de Material Limpio	18-04-2018	x					x		x			20		1	AAS
14	Falta de Material Limpio	18-04-2018	x					x		x	1	19			1	CLA
15	Falta de Material Limpio	18-04-2018	x					x		x	1	12			1	CRO
16	Falta de Material Limpio	18-04-2018	x					x		x			50		1	DES
17	Falta de Material Limpio	19-04-2018	x					x		x			40		1	AAS
18	Falta de Material Limpio	19-04-2018	x					x		x			48		1	CLA
19	Falta de Material Limpio	19-04-2018	x					x		x			40		1	CRO
20	Falta de Material Limpio	19-04-2018	x					x		x			13		1	DES
21	Falta de Material Limpio	20-04-2018	x					x		x			28		1	AAS
22	Falta de Material Limpio	20-04-2018	x					x		x	1	0			1	CLA
23	Falta de Material Limpio	20-04-2018	x					x		x	1	18			1	CRO
24	Falta de Material Limpio	20-04-2018	x					x		x			19		1	DES
25	Falta de Material Limpio	23-04-2018	x					x		x			31		1	AAS
26	Falta de Material Limpio	23-04-2018	x					x		x	1	3			1	CLA
27	Falta de Material Limpio	23-04-2018	x					x		x			53		1	CRO
28	Falta de Material Limpio	23-04-2018	x					x		x			46		1	DES
29	Falta de Material Limpio	24-04-2018	x					x		x			21		1	AAS
30	Falta de Material Limpio	24-04-2018	x					x		x			37		1	CLA
31	Falta de Material Limpio	24-04-2018	x					x		x			57		1	CRO
32	Falta de Material Limpio	24-04-2018	x					x		x			32		1	DES
33	Falta de Material Limpio	25-04-2018	x					x		x			19		1	AAS
34	Falta de Material Limpio	25-04-2018	x					x		x			55		1	CLA
35	Falta de Material Limpio	25-04-2018	x					x		x			46		1	CRO
36	Falta de Material Limpio	25-04-2018	x					x		x			25		1	DES
37	Falta de Material Limpio	26-04-2018	x					x		x			25		1	AAS
38	Falta de Material Limpio	26-04-2018	x					x		x			41		1	CLA
39	Falta de Material Limpio	26-04-2018	x					x		x			32		1	CRO
40	Falta de Material Limpio	26-04-2018	x					x		x			30		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Falta de Material Limpio	27-04-2018	x					x		x			28		1	AAS
2	Falta de Material Limpio	27-04-2018	x					x		x		1	23		1	CLA
3	Falta de Material Limpio	27-04-2018	x					x		x		1	14		1	CRO
4	Falta de Material Limpio	27-04-2018	x					x		x			31		1	DES
5	Falta de Material Limpio	02-05-2018	x					x		x			19		1	AAS
6	Falta de Material Limpio	02-05-2018	x					x		x			45		1	CLA
7	Falta de Material Limpio	02-05-2018	x					x		x			43		1	CRO
8	Falta de Material Limpio	02-05-2018	x					x		x			23		1	DES
9	Falta de Material Limpio	03-05-2018	x					x		x			26		1	AAS
10	Falta de Material Limpio	03-05-2018	x					x		x			50		1	CLA
11	Falta de Material Limpio	03-05-2018	x					x		x			35		1	CRO
12	Falta de Material Limpio	03-05-2018	x					x		x			46		1	DES
13	Falta de Material Limpio	04-05-2018	x					x		x			35		1	AAS
14	Falta de Material Limpio	04-05-2018	x					x		x		1	11		1	CLA
15	Falta de Material Limpio	04-05-2018	x					x		x		1	27		1	CRO
16	Falta de Material Limpio	04-05-2018	x					x		x			34		1	DES
17	Falta de Material Limpio	07-05-2018	x					x		x			20		1	AAS
18	Falta de Material Limpio	07-05-2018	x					x		x		1	2		1	CLA
19	Falta de Material Limpio	07-05-2018	x					x		x		1	10		1	CRO
20	Falta de Material Limpio	07-05-2018	x					x		x			30		1	DES
21	Falta de Material Limpio	08-05-2018	x					x		x			43		1	AAS
22	Falta de Material Limpio	08-05-2018	x					x		x			48		1	CLA
23	Falta de Material Limpio	08-05-2018	x					x		x			52		1	CRO
24	Falta de Material Limpio	08-05-2018	x					x		x			25		1	DES
25	Falta de Material Limpio	09-05-2018	x					x		x			32		1	AAS
26	Falta de Material Limpio	09-05-2018	x					x		x			39		1	CLA
27	Falta de Material Limpio	09-05-2018	x					x		x		1	8		1	CRO
28	Falta de Material Limpio	09-05-2018	x					x		x			20		1	DES
29	Falta de Material Limpio	10-05-2018	x					x		x			24		1	AAS
30	Falta de Material Limpio	10-05-2018	x					x		x			36		1	CLA
31	Falta de Material Limpio	10-05-2018	x					x		x		1	2		1	CRO
32	Falta de Material Limpio	10-05-2018	x					x		x			45		1	DES
33	Falta de Material Limpio	11-05-2018	x					x		x			29		1	AAS
34	Falta de Material Limpio	11-05-2018	x					x		x		1	3		1	CLA
35	Falta de Material Limpio	11-05-2018	x					x		x			56		1	CRO
36	Falta de Material Limpio	11-05-2018	x					x		x			21		1	DES
37	Falta de Material Limpio	14-05-2018	x					x		x			20		1	AAS
38	Falta de Material Limpio	14-05-2018	x					x		x			57		1	CLA
39	Falta de Material Limpio	14-05-2018	x					x		x		1	0		1	CRO
40	Falta de Material Limpio	14-05-2018	x					x		x			30		1	DES

### 3. Anexo N°3: Bajo Stock de Materiales

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Bajo Stock de Materiales	12-03-2018		x				x	x	x			12		1	AAS
2	Bajo Stock de Materiales	12-03-2018		x				x	x	x			31		2	CLA
3	Bajo Stock de Materiales	12-03-2018		x				x	x	x			46		3	CRO
4	Bajo Stock de Materiales	12-03-2018		x				x	x	x					0	FIL
5	Bajo Stock de Materiales	12-03-2018		x				x	x	x					0	ICP
6	Bajo Stock de Materiales	12-03-2018		x				x	x	x			34		2	DES
7	Bajo Stock de Materiales	13-03-2018		x				x	x	x			15		1	AAS
8	Bajo Stock de Materiales	13-03-2018		x				x	x	x			13		1	CLA
9	Bajo Stock de Materiales	13-03-2018		x				x	x	x			35		2	CRO
10	Bajo Stock de Materiales	13-03-2018		x				x	x	x					0	FIL
11	Bajo Stock de Materiales	13-03-2018		x				x	x	x			22		1	ICP
12	Bajo Stock de Materiales	13-03-2018		x				x	x	x			27		1	DES
13	Bajo Stock de Materiales	14-03-2018		x				x	x	x			5		1	AAS
14	Bajo Stock de Materiales	14-03-2018		x				x	x	x			44		3	CLA
15	Bajo Stock de Materiales	14-03-2018		x				x	x	x			21		1	CRO
16	Bajo Stock de Materiales	14-03-2018		x				x	x	x					0	FIL
17	Bajo Stock de Materiales	14-03-2018		x				x	x	x					0	ICP
18	Bajo Stock de Materiales	14-03-2018		x				x	x	x			25		1	DES
19	Bajo Stock de Materiales	15-03-2018		x				x	x	x					0	AAS
20	Bajo Stock de Materiales	15-03-2018		x				x	x	x			27		2	CLA
21	Bajo Stock de Materiales	15-03-2018		x				x	x	x			32		1	CRO
22	Bajo Stock de Materiales	15-03-2018		x				x	x	x					0	FIL
23	Bajo Stock de Materiales	15-03-2018		x				x	x	x			31		1	ICP
24	Bajo Stock de Materiales	15-03-2018		x				x	x	x			31		1	DES
25	Bajo Stock de Materiales	16-03-2018		x				x	x	x			13		1	AAS
26	Bajo Stock de Materiales	16-03-2018		x				x	x	x			12		1	CLA
27	Bajo Stock de Materiales	16-03-2018		x				x	x	x			45		2	CRO
28	Bajo Stock de Materiales	16-03-2018		x				x	x	x					0	FIL
29	Bajo Stock de Materiales	16-03-2018		x				x	x	x					0	ICP
30	Bajo Stock de Materiales	16-03-2018		x				x	x	x			26		1	DES

31	Bajo Stock de Materiales	19-03-2018	x				x	x	x		6		1	AAS
32	Bajo Stock de Materiales	19-03-2018	x				x	x	x		15		1	CLA
33	Bajo Stock de Materiales	19-03-2018	x				x	x	x		55		3	CRO
34	Bajo Stock de Materiales	19-03-2018	x				x	x	x		23		1	FIL
35	Bajo Stock de Materiales	19-03-2018	x				x	x	x		26		1	ICP
36	Bajo Stock de Materiales	19-03-2018	x				x	x	x		28		1	DES
37	Bajo Stock de Materiales	20-03-2018	x				x	x	x				0	AAS
38	Bajo Stock de Materiales	20-03-2018	x				x	x	x		30		1	CLA
39	Bajo Stock de Materiales	20-03-2018	x				x	x	x		53		3	CRO
40	Bajo Stock de Materiales	20-03-2018	x				x	x	x				0	FIL
41	Bajo Stock de Materiales	20-03-2018	x				x	x	x				0	ICP
42	Bajo Stock de Materiales	20-03-2018	x				x	x	x		20		1	DES
43	Bajo Stock de Materiales	21-03-2018	x				x	x	x		6		1	AAS
44	Bajo Stock de Materiales	21-03-2018	x				x	x	x		38		2	CLA
45	Bajo Stock de Materiales	21-03-2018	x				x	x	x		37		2	CRO
46	Bajo Stock de Materiales	21-03-2018	x				x	x	x		17		1	FIL
47	Bajo Stock de Materiales	21-03-2018	x				x	x	x				0	ICP
48	Bajo Stock de Materiales	21-03-2018	x				x	x	x		23		1	DES
49	Bajo Stock de Materiales	22-03-2018	x				x	x	x		8		1	AAS
50	Bajo Stock de Materiales	22-03-2018	x				x	x	x		43		3	CLA
51	Bajo Stock de Materiales	22-03-2018	x				x	x	x		24		1	CRO
52	Bajo Stock de Materiales	22-03-2018	x				x	x	x		35		1	FIL
53	Bajo Stock de Materiales	22-03-2018	x				x	x	x				0	ICP
54	Bajo Stock de Materiales	22-03-2018	x				x	x	x		32		1	DES
55	Bajo Stock de Materiales	26-03-2018	x				x	x	x				0	AAS
56	Bajo Stock de Materiales	26-03-2018	x				x	x	x		16		1	CLA
57	Bajo Stock de Materiales	26-03-2018	x				x	x	x		33		2	CRO
58	Bajo Stock de Materiales	26-03-2018	x				x	x	x				0	FIL
59	Bajo Stock de Materiales	26-03-2018	x				x	x	x		20		1	ICP
60	Bajo Stock de Materiales	26-03-2018	x				x	x	x		35		2	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Bajo Stock de Materiales	27-03-2018	x					x	x	x			14		1	AAS
2	Bajo Stock de Materiales	27-03-2018	x					x	x	x			26		1	CLA
3	Bajo Stock de Materiales	27-03-2018	x					x	x	x			37		2	CRO
4	Bajo Stock de Materiales	27-03-2018	x					x	x	x			34		1	FIL
5	Bajo Stock de Materiales	27-03-2018	x					x	x	x					0	ICP
6	Bajo Stock de Materiales	27-03-2018	x					x	x	x			34		2	DES
7	Bajo Stock de Materiales	28-03-2018	x					x	x	x			20		1	AAS
8	Bajo Stock de Materiales	28-03-2018	x					x	x	x			52		4	CLA
9	Bajo Stock de Materiales	28-03-2018	x					x	x	x			33		2	CRO
10	Bajo Stock de Materiales	28-03-2018	x					x	x	x					0	FIL
11	Bajo Stock de Materiales	28-03-2018	x					x	x	x			15		1	ICP
12	Bajo Stock de Materiales	28-03-2018	x					x	x	x			26		1	DES
13	Bajo Stock de Materiales	29-03-2018	x					x	x	x			15		1	AAS
14	Bajo Stock de Materiales	29-03-2018	x					x	x	x			42		3	CLA
15	Bajo Stock de Materiales	29-03-2018	x					x	x	x			29		1	CRO
16	Bajo Stock de Materiales	29-03-2018	x					x	x	x					0	FIL
17	Bajo Stock de Materiales	29-03-2018	x					x	x	x					0	ICP
18	Bajo Stock de Materiales	29-03-2018	x					x	x	x			23		1	DES
19	Bajo Stock de Materiales	02-04-2018	x					x	x	x			6		1	AAS
20	Bajo Stock de Materiales	02-04-2018	x					x	x	x			28		2	CLA
21	Bajo Stock de Materiales	02-04-2018	x					x	x	x			30		1	CRO
22	Bajo Stock de Materiales	02-04-2018	x					x	x	x					0	FIL
23	Bajo Stock de Materiales	02-04-2018	x					x	x	x			17		1	ICP
24	Bajo Stock de Materiales	02-04-2018	x					x	x	x			27		1	DES
25	Bajo Stock de Materiales	03-04-2018	x					x	x	x			5		1	AAS
26	Bajo Stock de Materiales	03-04-2018	x					x	x	x			14		1	CLA
27	Bajo Stock de Materiales	03-04-2018	x					x	x	x			31		2	CRO
28	Bajo Stock de Materiales	03-04-2018	x					x	x	x					0	FIL
29	Bajo Stock de Materiales	03-04-2018	x					x	x	x					0	ICP
30	Bajo Stock de Materiales	03-04-2018	x					x	x	x			21		1	DES

31	Bajo Stock de Materiales	04-04-2018	x				x	x	x			15		1	AAS
32	Bajo Stock de Materiales	04-04-2018	x				x	x	x			31		3	CLA
33	Bajo Stock de Materiales	04-04-2018	x				x	x	x			32		2	CRO
34	Bajo Stock de Materiales	04-04-2018	x				x	x	x					0	FIL
35	Bajo Stock de Materiales	04-04-2018	x				x	x	x			30		1	ICP
36	Bajo Stock de Materiales	04-04-2018	x				x	x	x			14		1	DES
37	Bajo Stock de Materiales	05-04-2018	x				x	x	x			10		1	AAS
38	Bajo Stock de Materiales	05-04-2018	x				x	x	x			20		2	CLA
39	Bajo Stock de Materiales	05-04-2018	x				x	x	x			18		1	CRO
40	Bajo Stock de Materiales	05-04-2018	x				x	x	x			12		1	FIL
41	Bajo Stock de Materiales	05-04-2018	x				x	x	x			21		1	ICP
42	Bajo Stock de Materiales	05-04-2018	x				x	x	x			18		1	DES
43	Bajo Stock de Materiales	06-04-2018	x				x	x	x			12		1	AAS
44	Bajo Stock de Materiales	06-04-2018	x				x	x	x			27		2	CLA
45	Bajo Stock de Materiales	06-04-2018	x				x	x	x			39		3	CRO
46	Bajo Stock de Materiales	06-04-2018	x				x	x	x					0	FIL
47	Bajo Stock de Materiales	06-04-2018	x				x	x	x					0	ICP
48	Bajo Stock de Materiales	06-04-2018	x				x	x	x			29		1	DES
49	Bajo Stock de Materiales	09-04-2018	x				x	x	x			11		1	AAS
50	Bajo Stock de Materiales	09-04-2018	x				x	x	x			13		1	CLA
51	Bajo Stock de Materiales	09-04-2018	x				x	x	x			49		4	CRO
52	Bajo Stock de Materiales	09-04-2018	x				x	x	x					0	FIL
53	Bajo Stock de Materiales	09-04-2018	x				x	x	x					0	ICP
54	Bajo Stock de Materiales	09-04-2018	x				x	x	x			39		2	DES
55	Bajo Stock de Materiales	12-04-2018	x				x	x	x			14		1	AAS
56	Bajo Stock de Materiales	12-04-2018	x				x	x	x			19		1	CLA
57	Bajo Stock de Materiales	12-04-2018	x				x	x	x			42		4	CRO
58	Bajo Stock de Materiales	12-04-2018	x				x	x	x					0	FIL
59	Bajo Stock de Materiales	12-04-2018	x				x	x	x					0	ICP
60	Bajo Stock de Materiales	12-04-2018	x				x	x	x			30		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Bajo Stock de Materiales	13-04-2018	x				x	x	x			7		1	AAS	
2	Bajo Stock de Materiales	13-04-2018	x				x	x	x			34		1	CLA	
3	Bajo Stock de Materiales	13-04-2018	x				x	x	x			46		2	CRO	
4	Bajo Stock de Materiales	13-04-2018	x				x	x	x					0	FIL	
5	Bajo Stock de Materiales	13-04-2018	x				x	x	x					0	ICP	
6	Bajo Stock de Materiales	13-04-2018	x				x	x	x			40		2	DES	
7	Bajo Stock de Materiales	16-04-2018	x				x	x	x			12		1	AAS	
8	Bajo Stock de Materiales	16-04-2018	x				x	x	x			25		3	CLA	
9	Bajo Stock de Materiales	16-04-2018	x				x	x	x			32		1	CRO	
10	Bajo Stock de Materiales	16-04-2018	x				x	x	x					0	FIL	
11	Bajo Stock de Materiales	16-04-2018	x				x	x	x			11		1	ICP	
12	Bajo Stock de Materiales	16-04-2018	x				x	x	x			16		1	DES	
13	Bajo Stock de Materiales	17-04-2018	x				x	x	x			6		1	AAS	
14	Bajo Stock de Materiales	17-04-2018	x				x	x	x			23		2	CLA	
15	Bajo Stock de Materiales	17-04-2018	x				x	x	x			27		1	CRO	
16	Bajo Stock de Materiales	17-04-2018	x				x	x	x					0	FIL	
17	Bajo Stock de Materiales	17-04-2018	x				x	x	x					0	ICP	
18	Bajo Stock de Materiales	17-04-2018	x				x	x	x			35		2	DES	
19	Bajo Stock de Materiales	18-04-2018	x				x	x	x			9		1	AAS	
20	Bajo Stock de Materiales	18-04-2018	x				x	x	x			46		2	CLA	
21	Bajo Stock de Materiales	18-04-2018	x				x	x	x			54		3	CRO	
22	Bajo Stock de Materiales	18-04-2018	x				x	x	x					0	FIL	
23	Bajo Stock de Materiales	18-04-2018	x				x	x	x			37		1	ICP	
24	Bajo Stock de Materiales	18-04-2018	x				x	x	x			33		1	DES	
25	Bajo Stock de Materiales	19-04-2018	x				x	x	x			10		1	AAS	
26	Bajo Stock de Materiales	19-04-2018	x				x	x	x			37		2	CLA	
27	Bajo Stock de Materiales	19-04-2018	x				x	x	x			33		2	CRO	
28	Bajo Stock de Materiales	19-04-2018	x				x	x	x			28		1	FIL	
29	Bajo Stock de Materiales	19-04-2018	x				x	x	x			16		1	ICP	
30	Bajo Stock de Materiales	19-04-2018	x				x	x	x			20		1	DES	

31	Bajo Stock de Materiales	20-04-2018	x			x	x	x		12		1	AAS
32	Bajo Stock de Materiales	20-04-2018	x			x	x	x		23		1	CLA
33	Bajo Stock de Materiales	20-04-2018	x			x	x	x		28		1	CRO
34	Bajo Stock de Materiales	20-04-2018	x			x	x	x				0	FIL
35	Bajo Stock de Materiales	20-04-2018	x			x	x	x				0	ICP
36	Bajo Stock de Materiales	20-04-2018	x			x	x	x		17		1	DES
37	Bajo Stock de Materiales	23-04-2018	x			x	x	x		14		1	AAS
38	Bajo Stock de Materiales	23-04-2018	x			x	x	x		10		3	CLA
39	Bajo Stock de Materiales	23-04-2018	x			x	x	x		31		1	CRO
40	Bajo Stock de Materiales	23-04-2018	x			x	x	x				0	FIL
41	Bajo Stock de Materiales	23-04-2018	x			x	x	x		29		1	ICP
42	Bajo Stock de Materiales	23-04-2018	x			x	x	x		36		2	DES
43	Bajo Stock de Materiales	24-04-2018	x			x	x	x		8		1	AAS
44	Bajo Stock de Materiales	24-04-2018	x			x	x	x		42		2	CLA
45	Bajo Stock de Materiales	24-04-2018	x			x	x	x		47		3	CRO
46	Bajo Stock de Materiales	24-04-2018	x			x	x	x		17		1	FIL
47	Bajo Stock de Materiales	24-04-2018	x			x	x	x				0	ICP
48	Bajo Stock de Materiales	24-04-2018	x			x	x	x		23		1	DES
49	Bajo Stock de Materiales	25-04-2018	x			x	x	x		6		1	AAS
50	Bajo Stock de Materiales	25-04-2018	x			x	x	x		32		1	CLA
51	Bajo Stock de Materiales	25-04-2018	x			x	x	x		34		2	CRO
52	Bajo Stock de Materiales	25-04-2018	x			x	x	x				0	FIL
53	Bajo Stock de Materiales	25-04-2018	x			x	x	x				0	ICP
54	Bajo Stock de Materiales	25-04-2018	x			x	x	x		19		1	DES
55	Bajo Stock de Materiales	26-04-2018	x			x	x	x		7		1	AAS
56	Bajo Stock de Materiales	26-04-2018	x			x	x	x		29		2	CLA
57	Bajo Stock de Materiales	26-04-2018	x			x	x	x		41		2	CRO
58	Bajo Stock de Materiales	26-04-2018	x			x	x	x				0	FIL
59	Bajo Stock de Materiales	26-04-2018	x			x	x	x				0	ICP
60	Bajo Stock de Materiales	26-04-2018	x			x	x	x		31		2	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Bajo Stock de Materiales	27-04-2018	x				x	x	x			13		1	AAS	
2	Bajo Stock de Materiales	27-04-2018	x				x	x	x			21		1	CLA	
3	Bajo Stock de Materiales	27-04-2018	x				x	x	x			34		1	CRO	
4	Bajo Stock de Materiales	27-04-2018	x				x	x	x					0	FIL	
5	Bajo Stock de Materiales	27-04-2018	x				x	x	x					0	ICP	
6	Bajo Stock de Materiales	27-04-2018	x				x	x	x			23		1	DES	
7	Bajo Stock de Materiales	02-05-2018	x				x	x	x			12		1	AAS	
8	Bajo Stock de Materiales	02-05-2018	x				x	x	x			37		2	CLA	
9	Bajo Stock de Materiales	02-05-2018	x				x	x	x			41		2	CRO	
10	Bajo Stock de Materiales	02-05-2018	x				x	x	x			17		1	FIL	
11	Bajo Stock de Materiales	02-05-2018	x				x	x	x			29		1	ICP	
12	Bajo Stock de Materiales	02-05-2018	x				x	x	x			34		2	DES	
13	Bajo Stock de Materiales	03-05-2018	x				x	x	x			5		1	AAS	
14	Bajo Stock de Materiales	03-05-2018	x				x	x	x			34		2	CLA	
15	Bajo Stock de Materiales	03-05-2018	x				x	x	x			29		1	CRO	
16	Bajo Stock de Materiales	03-05-2018	x				x	x	x					0	FIL	
17	Bajo Stock de Materiales	03-05-2018	x				x	x	x					0	ICP	
18	Bajo Stock de Materiales	03-05-2018	x				x	x	x			30		1	DES	
19	Bajo Stock de Materiales	04-05-2018	x				x	x	x			4		1	AAS	
20	Bajo Stock de Materiales	04-05-2018	x				x	x	x			15		1	CLA	
21	Bajo Stock de Materiales	04-05-2018	x				x	x	x			38		1	CRO	
22	Bajo Stock de Materiales	04-05-2018	x				x	x	x			20		1	FIL	
23	Bajo Stock de Materiales	04-05-2018	x				x	x	x					0	ICP	
24	Bajo Stock de Materiales	04-05-2018	x				x	x	x			21		1	DES	
25	Bajo Stock de Materiales	07-05-2018	x				x	x	x			8		1	AAS	
26	Bajo Stock de Materiales	07-05-2018	x				x	x	x			25		1	CLA	
27	Bajo Stock de Materiales	07-05-2018	x				x	x	x			42		2	CRO	
28	Bajo Stock de Materiales	07-05-2018	x				x	x	x			25		1	FIL	
29	Bajo Stock de Materiales	07-05-2018	x				x	x	x					0	ICP	
30	Bajo Stock de Materiales	07-05-2018	x				x	x	x			25		1	DES	

31	Bajo Stock de Materiales	08-05-2018	x				x	x	x			9		1	AAS
32	Bajo Stock de Materiales	08-05-2018	x				x	x	x			29		2	CLA
33	Bajo Stock de Materiales	08-05-2018	x				x	x	x			27		1	CRO
34	Bajo Stock de Materiales	08-05-2018	x				x	x	x					0	FIL
35	Bajo Stock de Materiales	08-05-2018	x				x	x	x			28		1	ICP
36	Bajo Stock de Materiales	08-05-2018	x				x	x	x			35		2	DES
37	Bajo Stock de Materiales	09-05-2018	x				x	x	x			10		1	AAS
38	Bajo Stock de Materiales	09-05-2018	x				x	x	x			28		1	CLA
39	Bajo Stock de Materiales	09-05-2018	x				x	x	x			45		2	CRO
40	Bajo Stock de Materiales	09-05-2018	x				x	x	x					0	FIL
41	Bajo Stock de Materiales	09-05-2018	x				x	x	x					0	ICP
42	Bajo Stock de Materiales	09-05-2018	x				x	x	x			30		1	DES
43	Bajo Stock de Materiales	10-05-2018	x				x	x	x			10		1	AAS
44	Bajo Stock de Materiales	10-05-2018	x				x	x	x			0		0	CLA
45	Bajo Stock de Materiales	10-05-2018	x				x	x	x			31		1	CRO
46	Bajo Stock de Materiales	10-05-2018	x				x	x	x					0	FIL
47	Bajo Stock de Materiales	10-05-2018	x				x	x	x					0	ICP
48	Bajo Stock de Materiales	10-05-2018	x				x	x	x			27		1	DES
49	Bajo Stock de Materiales	11-05-2018	x				x	x	x			11		1	AAS
50	Bajo Stock de Materiales	11-05-2018	x				x	x	x			36		2	CLA
51	Bajo Stock de Materiales	11-05-2018	x				x	x	x			25		1	CRO
52	Bajo Stock de Materiales	11-05-2018	x				x	x	x			11		1	FIL
53	Bajo Stock de Materiales	11-05-2018	x				x	x	x			30		1	ICP
54	Bajo Stock de Materiales	11-05-2018	x				x	x	x			29		1	DES
55	Bajo Stock de Materiales	14-05-2018	x				x	x	x			9		1	AAS
56	Bajo Stock de Materiales	14-05-2018	x				x	x	x			12		1	CLA
57	Bajo Stock de Materiales	14-05-2018	x				x	x	x			38		2	CRO
58	Bajo Stock de Materiales	14-05-2018	x				x	x	x					0	FIL
59	Bajo Stock de Materiales	14-05-2018	x				x	x	x					0	ICP
60	Bajo Stock de Materiales	14-05-2018	x				x	x	x			18		1	DES

## 4. Anexo N°4: Muestras Perdidas

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Muestras Perdidas	12-03-2018			x			x		x			43		3	AAS
2	Muestras Perdidas	12-03-2018			x			x		x		1	20		3	CLA
3	Muestras Perdidas	12-03-2018			x			x		x		1	20		3	CRO
4	Muestras Perdidas	12-03-2018			x			x		x			22		1	ICP
5	Muestras Perdidas	12-03-2018			x			x		x			21		1	DES
6	Muestras Perdidas	13-03-2018			x			x		x			53		3	AAS
7	Muestras Perdidas	13-03-2018			x			x		x			56		2	CLA
8	Muestras Perdidas	13-03-2018			x			x		x		1	13		3	CRO
9	Muestras Perdidas	13-03-2018			x			x		x			13		1	ICP
10	Muestras Perdidas	13-03-2018			x			x		x			0		0	DES
11	Muestras Perdidas	14-03-2018			x			x		x			14		1	AAS
12	Muestras Perdidas	14-03-2018			x			x		x		1	45		4	CLA
13	Muestras Perdidas	14-03-2018			x			x		x			48		2	CRO
14	Muestras Perdidas	14-03-2018			x			x		x			35		2	ICP
15	Muestras Perdidas	14-03-2018			x			x		x			12		1	DES
16	Muestras Perdidas	15-03-2018			x			x		x			36		1	AAS
17	Muestras Perdidas	15-03-2018			x			x		x		1	30		3	CLA
18	Muestras Perdidas	15-03-2018			x			x		x		1	7		2	CRO
19	Muestras Perdidas	15-03-2018			x			x		x					0	ICP
20	Muestras Perdidas	15-03-2018			x			x		x			24		1	DES
21	Muestras Perdidas	16-03-2018			x			x		x			46		3	AAS
22	Muestras Perdidas	16-03-2018			x			x		x		1	23		3	CLA
23	Muestras Perdidas	16-03-2018			x			x		x		1	16		3	CRO
24	Muestras Perdidas	16-03-2018			x			x		x			31		1	ICP
25	Muestras Perdidas	16-03-2018			x			x		x					0	DES

26	Muestras Perdidas	19-03-2018		x		x	x		39		2	AAS
27	Muestras Perdidas	19-03-2018		x		x	x	1	17		2	CLA
28	Muestras Perdidas	19-03-2018		x		x	x		59		2	CRO
29	Muestras Perdidas	19-03-2018		x		x	x		12		1	ICP
30	Muestras Perdidas	19-03-2018		x		x	x		15		1	DES
31	Muestras Perdidas	20-03-2018		x		x	x		35		1	AAS
32	Muestras Perdidas	20-03-2018		x		x	x	1	6		2	CLA
33	Muestras Perdidas	20-03-2018		x		x	x	1	0		2	CRO
34	Muestras Perdidas	20-03-2018		x		x	x				0	ICP
35	Muestras Perdidas	20-03-2018		x		x	x		30		1	DES
36	Muestras Perdidas	21-03-2018		x		x	x		40		2	AAS
37	Muestras Perdidas	21-03-2018		x		x	x	1	1		2	CLA
38	Muestras Perdidas	21-03-2018		x		x	x	1	23		3	CRO
39	Muestras Perdidas	21-03-2018		x		x	x		17		1	ICP
40	Muestras Perdidas	21-03-2018		x		x	x		23		1	DES
41	Muestras Perdidas	22-03-2018		x		x	x		54		3	AAS
42	Muestras Perdidas	22-03-2018		x		x	x		58		2	CLA
43	Muestras Perdidas	22-03-2018		x		x	x		45		2	CRO
44	Muestras Perdidas	22-03-2018		x		x	x		11		1	ICP
45	Muestras Perdidas	22-03-2018		x		x	x				0	DES
46	Muestras Perdidas	26-03-2018		x		x	x		35		2	AAS
47	Muestras Perdidas	26-03-2018		x		x	x		55		2	CLA
48	Muestras Perdidas	26-03-2018		x		x	x		59		2	CRO
49	Muestras Perdidas	26-03-2018		x		x	x		14		1	ICP
50	Muestras Perdidas	26-03-2018		x		x	x				0	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Muestras Perdidas	27-03-2018			x			x		x			37		1	AAS
2	Muestras Perdidas	27-03-2018			x			x		x		1	34		3	CLA
3	Muestras Perdidas	27-03-2018			x			x		x		1	24		3	CRO
4	Muestras Perdidas	27-03-2018			x			x		x			36		2	ICP
5	Muestras Perdidas	27-03-2018			x			x		x					0	DES
6	Muestras Perdidas	28-03-2018			x			x		x			46		2	AAS
7	Muestras Perdidas	28-03-2018			x			x		x		1	10		2	CLA
8	Muestras Perdidas	28-03-2018			x			x		x		1	5		2	CRO
9	Muestras Perdidas	28-03-2018			x			x		x			12		1	ICP
10	Muestras Perdidas	28-03-2018			x			x		x			18		1	DES
11	Muestras Perdidas	29-03-2018			x			x		x			49		3	AAS
12	Muestras Perdidas	29-03-2018			x			x		x			59		2	CLA
13	Muestras Perdidas	29-03-2018			x			x		x		1	9		3	CRO
14	Muestras Perdidas	29-03-2018			x			x		x			15		1	ICP
15	Muestras Perdidas	29-03-2018			x			x		x			34		2	DES
16	Muestras Perdidas	02-04-2018			x			x		x			24		1	AAS
17	Muestras Perdidas	02-04-2018			x			x		x		1	56		4	CLA
18	Muestras Perdidas	02-04-2018			x			x		x			53		2	CRO
19	Muestras Perdidas	02-04-2018			x			x		x					0	ICP
20	Muestras Perdidas	02-04-2018			x			x		x					0	DES
21	Muestras Perdidas	03-04-2018			x			x		x			38		2	AAS
22	Muestras Perdidas	03-04-2018			x			x		x		1	45		3	CLA
23	Muestras Perdidas	03-04-2018			x			x		x		1	12		3	CRO
24	Muestras Perdidas	03-04-2018			x			x		x			33		1	ICP
25	Muestras Perdidas	03-04-2018			x			x		x			21		1	DES

26	Muestras Perdidas	04-04-2018		x		x		x		35		1	AAS
27	Muestras Perdidas	04-04-2018		x		x		x	1	12		2	CLA
28	Muestras Perdidas	04-04-2018		x		x		x	1	0		2	CRO
29	Muestras Perdidas	04-04-2018		x		x		x				0	ICP
30	Muestras Perdidas	04-04-2018		x		x		x				0	DES
31	Muestras Perdidas	05-04-2018		x		x		x		40		3	AAS
32	Muestras Perdidas	05-04-2018		x		x		x	1	0		2	CLA
33	Muestras Perdidas	05-04-2018		x		x		x		57		2	CRO
34	Muestras Perdidas	05-04-2018		x		x		x				0	ICP
35	Muestras Perdidas	05-04-2018		x		x		x		10		1	DES
36	Muestras Perdidas	06-04-2018		x		x		x		48		3	AAS
37	Muestras Perdidas	06-04-2018		x		x		x		58		1	CLA
38	Muestras Perdidas	06-04-2018		x		x		x	1	16		3	CRO
39	Muestras Perdidas	06-04-2018		x		x		x		26		1	ICP
40	Muestras Perdidas	06-04-2018		x		x		x				0	DES
41	Muestras Perdidas	09-04-2018		x		x		x		30		1	AAS
42	Muestras Perdidas	09-04-2018		x		x		x	1	15		2	CLA
43	Muestras Perdidas	09-04-2018		x		x		x		52		2	CRO
44	Muestras Perdidas	09-04-2018		x		x		x		13		1	ICP
45	Muestras Perdidas	09-04-2018		x		x		x		13		1	DES
46	Muestras Perdidas	12-04-2018		x		x		x		36		2	AAS
47	Muestras Perdidas	12-04-2018		x		x		x	1	5		1	CLA
48	Muestras Perdidas	12-04-2018		x		x		x	1	15		3	CRO
49	Muestras Perdidas	12-04-2018		x		x		x		14		1	ICP
50	Muestras Perdidas	12-04-2018		x		x		x		25		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Muestras Perdidas	13-04-2018			x			x					39		2	AAS
2	Muestras Perdidas	13-04-2018			x			x		1		23		3	CLA	
3	Muestras Perdidas	13-04-2018			x			x				49		1	CRO	
4	Muestras Perdidas	13-04-2018			x			x						0	ICP	
5	Muestras Perdidas	13-04-2018			x			x				10		1	DES	
6	Muestras Perdidas	16-04-2018			x			x				40		3	AAS	
7	Muestras Perdidas	16-04-2018			x			x		1		18		2	CLA	
8	Muestras Perdidas	16-04-2018			x			x		1		9		2	CRO	
9	Muestras Perdidas	16-04-2018			x			x				23		1	ICP	
10	Muestras Perdidas	16-04-2018			x			x						0	DES	
11	Muestras Perdidas	17-04-2018			x			x				32		2	AAS	
12	Muestras Perdidas	17-04-2018			x			x		1		35		3	CLA	
13	Muestras Perdidas	17-04-2018			x			x				50		1	CRO	
14	Muestras Perdidas	17-04-2018			x			x				15		1	ICP	
15	Muestras Perdidas	17-04-2018			x			x				29		1	DES	
16	Muestras Perdidas	18-04-2018			x			x				45		3	AAS	
17	Muestras Perdidas	18-04-2018			x			x				56		1	CLA	
18	Muestras Perdidas	18-04-2018			x			x		1		20		3	CRO	
19	Muestras Perdidas	18-04-2018			x			x				29		1	ICP	
20	Muestras Perdidas	18-04-2018			x			x						0	DES	
21	Muestras Perdidas	19-04-2018			x			x				25		1	AAS	
22	Muestras Perdidas	19-04-2018			x			x		1		10		2	CLA	
23	Muestras Perdidas	19-04-2018			x			x				51		2	CRO	
24	Muestras Perdidas	19-04-2018			x			x				30		1	ICP	
25	Muestras Perdidas	19-04-2018			x			x				19		1	DES	

26	Muestras Perdidas	20-04-2018		x		x		x		40		2	AAS
27	Muestras Perdidas	20-04-2018		x		x		x	1	20		2	CLA
28	Muestras Perdidas	20-04-2018		x		x		x	1	0		2	CRO
29	Muestras Perdidas	20-04-2018		x		x		x				0	ICP
30	Muestras Perdidas	20-04-2018		x		x		x				0	DES
31	Muestras Perdidas	23-04-2018		x		x		x		36		1	AAS
32	Muestras Perdidas	23-04-2018		x		x		x		48		1	CLA
33	Muestras Perdidas	23-04-2018		x		x		x		55		1	CRO
34	Muestras Perdidas	23-04-2018		x		x		x		12		1	ICP
35	Muestras Perdidas	23-04-2018		x		x		x		25		1	DES
36	Muestras Perdidas	24-04-2018		x		x		x		46		3	AAS
37	Muestras Perdidas	24-04-2018		x		x		x	1	24		2	CLA
38	Muestras Perdidas	24-04-2018		x		x		x	1	26		3	CRO
39	Muestras Perdidas	24-04-2018		x		x		x				0	ICP
40	Muestras Perdidas	24-04-2018		x		x		x		21		1	DES
41	Muestras Perdidas	25-04-2018		x		x		x		43		2	AAS
42	Muestras Perdidas	25-04-2018		x		x		x		59		1	CLA
43	Muestras Perdidas	25-04-2018		x		x		x		58		2	CRO
44	Muestras Perdidas	25-04-2018		x		x		x		10		1	ICP
45	Muestras Perdidas	25-04-2018		x		x		x				0	DES
46	Muestras Perdidas	26-04-2018		x		x		x		48		3	AAS
47	Muestras Perdidas	26-04-2018		x		x		x	1	32		3	CLA
48	Muestras Perdidas	26-04-2018		x		x		x	1	13		2	CRO
49	Muestras Perdidas	26-04-2018		x		x		x		31		1	ICP
50	Muestras Perdidas	26-04-2018		x		x		x		16		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Muestras Perdidas	27-04-2018			x			x		x			38		2	AAS
2	Muestras Perdidas	27-04-2018			x			x		x		1	32		3	CLA
3	Muestras Perdidas	27-04-2018			x			x		x		1	25		3	CRO
4	Muestras Perdidas	27-04-2018			x			x		x			41		2	ICP
5	Muestras Perdidas	27-04-2018			x			x		x					0	DES
6	Muestras Perdidas	02-05-2018			x			x		x			43		3	AAS
7	Muestras Perdidas	02-05-2018			x			x		x			58		1	CLA
8	Muestras Perdidas	02-05-2018			x			x		x			56		1	CRO
9	Muestras Perdidas	02-05-2018			x			x		x			18		1	ICP
10	Muestras Perdidas	02-05-2018			x			x		x			31		1	DES
11	Muestras Perdidas	03-05-2018			x			x		x			25		1	AAS
12	Muestras Perdidas	03-05-2018			x			x		x		1	16		2	CLA
13	Muestras Perdidas	03-05-2018			x			x		x		1	12		2	CRO
14	Muestras Perdidas	03-05-2018			x			x		x					0	ICP
15	Muestras Perdidas	03-05-2018			x			x		x			29		1	DES
16	Muestras Perdidas	04-05-2018			x			x		x			31		2	AAS
17	Muestras Perdidas	04-05-2018			x			x		x		1	50		4	CLA
18	Muestras Perdidas	04-05-2018			x			x		x		1	8		2	CRO
19	Muestras Perdidas	04-05-2018			x			x		x			26		1	ICP
20	Muestras Perdidas	04-05-2018			x			x		x			14		1	DES
21	Muestras Perdidas	07-05-2018			x			x		x			39		1	AAS
22	Muestras Perdidas	07-05-2018			x			x		x		1	25		3	CLA
23	Muestras Perdidas	07-05-2018			x			x		x		1	0		1	CRO
24	Muestras Perdidas	07-05-2018			x			x		x					0	ICP
25	Muestras Perdidas	07-05-2018			x			x		x					0	DES

26	Muestras Perdidas	08-05-2018		x		x		x		48		3	AAS
27	Muestras Perdidas	08-05-2018		x		x		x		45		1	CLA
28	Muestras Perdidas	08-05-2018		x		x		x		50		1	CRO
29	Muestras Perdidas	08-05-2018		x		x		x				0	ICP
30	Muestras Perdidas	08-05-2018		x		x		x		10		1	DES
31	Muestras Perdidas	09-05-2018		x		x		x		46		3	AAS
32	Muestras Perdidas	09-05-2018		x		x		x	1	35		3	CLA
33	Muestras Perdidas	09-05-2018		x		x		x	1	31		4	CRO
34	Muestras Perdidas	09-05-2018		x		x		x				0	ICP
35	Muestras Perdidas	09-05-2018		x		x		x		17		1	DES
36	Muestras Perdidas	10-05-2018		x		x		x		37		1	AAS
37	Muestras Perdidas	10-05-2018		x		x		x	1	7		3	CLA
38	Muestras Perdidas	10-05-2018		x		x		x	1	15		3	CRO
39	Muestras Perdidas	10-05-2018		x		x		x		37		1	ICP
40	Muestras Perdidas	10-05-2018		x		x		x				0	DES
41	Muestras Perdidas	11-05-2018		x		x		x		38		1	AAS
42	Muestras Perdidas	11-05-2018		x		x		x	1	10		2	CLA
43	Muestras Perdidas	11-05-2018		x		x		x	1	11		3	CRO
44	Muestras Perdidas	11-05-2018		x		x		x		10		1	ICP
45	Muestras Perdidas	11-05-2018		x		x		x		16		1	DES
46	Muestras Perdidas	14-05-2018		x		x		x		41		2	AAS
47	Muestras Perdidas	14-05-2018		x		x		x		59		2	CLA
48	Muestras Perdidas	14-05-2018		x		x		x		49		1	CRO
49	Muestras Perdidas	14-05-2018		x		x		x		19		1	ICP
50	Muestras Perdidas	14-05-2018		x		x		x				0	DES

## 5. Anexo N°5: Búsqueda de Muestras

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Búsqueda de Muestras	12-03-2018			x	x		x		x			22		1	AAS
2	Búsqueda de Muestras	12-03-2018			x	x		x		x			15		2	CLA
3	Búsqueda de Muestras	12-03-2018			x	x		x		x			32			CRO
4	Búsqueda de Muestras	12-03-2018			x	x		x		x					0	ICP
5	Búsqueda de Muestras	12-03-2018			x	x		x		x					0	DES
6	Búsqueda de Muestras	13-03-2018			x	x		x		x					0	AAS
7	Búsqueda de Muestras	13-03-2018			x	x		x		x					0	CLA
8	Búsqueda de Muestras	13-03-2018			x	x		x		x						CRO
9	Búsqueda de Muestras	13-03-2018			x	x		x		x			24		1	ICP
10	Búsqueda de Muestras	13-03-2018			x	x		x		x			14		1	DES
11	Búsqueda de Muestras	14-03-2018			x	x		x		x			18		1	AAS
12	Búsqueda de Muestras	14-03-2018			x	x		x		x			23		2	CLA
13	Búsqueda de Muestras	14-03-2018			x	x		x		x			20			CRO
14	Búsqueda de Muestras	14-03-2018			x	x		x		x					0	ICP
15	Búsqueda de Muestras	14-03-2018			x	x		x		x					0	DES
16	Búsqueda de Muestras	15-03-2018			x	x		x		x					0	AAS
17	Búsqueda de Muestras	15-03-2018			x	x		x		x					0	CLA
18	Búsqueda de Muestras	15-03-2018			x	x		x		x						CRO
19	Búsqueda de Muestras	15-03-2018			x	x		x		x			16		1	ICP
20	Búsqueda de Muestras	15-03-2018			x	x		x		x			20		1	DES
21	Búsqueda de Muestras	16-03-2018			x	x		x		x			35		1	AAS
22	Búsqueda de Muestras	16-03-2018			x	x		x		x			20		2	CLA
23	Búsqueda de Muestras	16-03-2018			x	x		x		x			21			CRO
24	Búsqueda de Muestras	16-03-2018			x	x		x		x					0	ICP
25	Búsqueda de Muestras	16-03-2018			x	x		x		x					0	DES

26	Búsqueda de Muestras	19-03-2018		x	x		x	x				0	AAS
27	Búsqueda de Muestras	19-03-2018		x	x		x	x				0	CLA
28	Búsqueda de Muestras	19-03-2018		x	x		x	x		7			CRO
29	Búsqueda de Muestras	19-03-2018		x	x		x	x		20		1	ICP
30	Búsqueda de Muestras	19-03-2018		x	x		x	x				0	DES
31	Búsqueda de Muestras	20-03-2018		x	x		x	x		28		1	AAS
32	Búsqueda de Muestras	20-03-2018		x	x		x	x		9		1	CLA
33	Búsqueda de Muestras	20-03-2018		x	x		x	x					CRO
34	Búsqueda de Muestras	20-03-2018		x	x		x	x		21		1	ICP
35	Búsqueda de Muestras	20-03-2018		x	x		x	x				0	DES
36	Búsqueda de Muestras	21-03-2018		x	x		x	x				0	AAS
37	Búsqueda de Muestras	21-03-2018		x	x		x	x				0	CLA
38	Búsqueda de Muestras	21-03-2018		x	x		x	x		19			CRO
39	Búsqueda de Muestras	21-03-2018		x	x		x	x				0	ICP
40	Búsqueda de Muestras	21-03-2018		x	x		x	x				0	DES
41	Búsqueda de Muestras	22-03-2018		x	x		x	x		20		1	AAS
42	Búsqueda de Muestras	22-03-2018		x	x		x	x		7		1	CLA
43	Búsqueda de Muestras	22-03-2018		x	x		x	x					CRO
44	Búsqueda de Muestras	22-03-2018		x	x		x	x		9		1	ICP
45	Búsqueda de Muestras	22-03-2018		x	x		x	x		23		1	DES
46	Búsqueda de Muestras	26-03-2018		x	x		x	x				0	AAS
47	Búsqueda de Muestras	26-03-2018		x	x		x	x		16		1	CLA
48	Búsqueda de Muestras	26-03-2018		x	x		x	x					CRO
49	Búsqueda de Muestras	26-03-2018		x	x		x	x				0	ICP
50	Búsqueda de Muestras	26-03-2018		x	x		x	x		5		1	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Búsqueda de Muestras	27-03-2018			x	x		x		x					0	AAS
2	Búsqueda de Muestras	27-03-2018			x	x		x					10		1	CLA
3	Búsqueda de Muestras	27-03-2018			x	x		x					15		1	CRO
4	Búsqueda de Muestras	27-03-2018			x	x		x					32		2	ICP
5	Búsqueda de Muestras	27-03-2018			x	x		x					28		2	DES
6	Búsqueda de Muestras	28-03-2018			x	x		x					15		1	AAS
7	Búsqueda de Muestras	28-03-2018			x	x		x							0	CLA
8	Búsqueda de Muestras	28-03-2018			x	x		x							0	CRO
9	Búsqueda de Muestras	28-03-2018			x	x		x							0	ICP
10	Búsqueda de Muestras	28-03-2018			x	x		x							0	DES
11	Búsqueda de Muestras	29-03-2018			x	x		x					17		1	AAS
12	Búsqueda de Muestras	29-03-2018			x	x		x					7		1	CLA
13	Búsqueda de Muestras	29-03-2018			x	x		x					24		1	CRO
14	Búsqueda de Muestras	29-03-2018			x	x		x					12		1	ICP
15	Búsqueda de Muestras	29-03-2018			x	x		x					8		1	DES
16	Búsqueda de Muestras	02-04-2018			x	x		x							0	AAS
17	Búsqueda de Muestras	02-04-2018			x	x		x					21		2	CLA
18	Búsqueda de Muestras	02-04-2018			x	x		x					29		2	CRO
19	Búsqueda de Muestras	02-04-2018			x	x		x							0	ICP
20	Búsqueda de Muestras	02-04-2018			x	x		x							0	DES
21	Búsqueda de Muestras	03-04-2018			x	x		x					31		1	AAS
22	Búsqueda de Muestras	03-04-2018			x	x		x							0	CLA
23	Búsqueda de Muestras	03-04-2018			x	x		x							0	CRO
24	Búsqueda de Muestras	03-04-2018			x	x		x					15		1	ICP
25	Búsqueda de Muestras	03-04-2018			x	x		x					26		1	DES

26	Búsqueda de Muestras	04-04-2018		x	x		x		x		23		1	AAS
27	Búsqueda de Muestras	04-04-2018		x	x		x		x		22		2	CLA
28	Búsqueda de Muestras	04-04-2018		x	x		x		x				0	CRO
29	Búsqueda de Muestras	04-04-2018		x	x		x		x				0	ICP
30	Búsqueda de Muestras	04-04-2018		x	x		x		x				0	DES
31	Búsqueda de Muestras	05-04-2018		x	x		x		x		16		1	AAS
32	Búsqueda de Muestras	05-04-2018		x	x		x		x		15		2	CLA
33	Búsqueda de Muestras	05-04-2018		x	x		x		x				0	CRO
34	Búsqueda de Muestras	05-04-2018		x	x		x		x		23		1	ICP
35	Búsqueda de Muestras	05-04-2018		x	x		x		x				0	DES
36	Búsqueda de Muestras	06-04-2018		x	x		x		x				0	AAS
37	Búsqueda de Muestras	06-04-2018		x	x		x		x				0	CLA
38	Búsqueda de Muestras	06-04-2018		x	x		x		x				0	CRO
39	Búsqueda de Muestras	06-04-2018		x	x		x		x		9		1	ICP
40	Búsqueda de Muestras	06-04-2018		x	x		x		x				0	DES
41	Búsqueda de Muestras	09-04-2018		x	x		x		x				0	AAS
42	Búsqueda de Muestras	09-04-2018		x	x		x		x		16		2	CLA
43	Búsqueda de Muestras	09-04-2018		x	x		x		x				0	CRO
44	Búsqueda de Muestras	09-04-2018		x	x		x		x				0	ICP
45	Búsqueda de Muestras	09-04-2018		x	x		x		x				0	DES
46	Búsqueda de Muestras	12-04-2018		x	x		x		x		21		1	AAS
47	Búsqueda de Muestras	12-04-2018		x	x		x		x				0	CLA
48	Búsqueda de Muestras	12-04-2018		x	x		x		x		13		1	CRO
49	Búsqueda de Muestras	12-04-2018		x	x		x		x				0	ICP
50	Búsqueda de Muestras	12-04-2018		x	x		x		x				0	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Búsqueda de Muestras	13-04-2018			x	x	x		x			33		1	AAS	
2	Búsqueda de Muestras	13-04-2018			x	x	x		x					0	CLA	
3	Búsqueda de Muestras	13-04-2018			x	x	x		x					0	CRO	
4	Búsqueda de Muestras	13-04-2018			x	x	x		x			16		1	ICP	
5	Búsqueda de Muestras	13-04-2018			x	x	x		x					0	DES	
6	Búsqueda de Muestras	16-04-2018			x	x	x		x					0	AAS	
7	Búsqueda de Muestras	16-04-2018			x	x	x		x			22		1	CLA	
8	Búsqueda de Muestras	16-04-2018			x	x	x		x			20		1	CRO	
9	Búsqueda de Muestras	16-04-2018			x	x	x		x					0	ICP	
10	Búsqueda de Muestras	16-04-2018			x	x	x		x			16		1	DES	
11	Búsqueda de Muestras	17-04-2018			x	x	x		x			20		1	AAS	
12	Búsqueda de Muestras	17-04-2018			x	x	x		x					0	CLA	
13	Búsqueda de Muestras	17-04-2018			x	x	x		x					0	CRO	
14	Búsqueda de Muestras	17-04-2018			x	x	x		x			32		2	ICP	
15	Búsqueda de Muestras	17-04-2018			x	x	x		x					0	DES	
16	Búsqueda de Muestras	18-04-2018			x	x	x		x					0	AAS	
17	Búsqueda de Muestras	18-04-2018			x	x	x		x			20		1	CLA	
18	Búsqueda de Muestras	18-04-2018			x	x	x		x			13		1	CRO	
19	Búsqueda de Muestras	18-04-2018			x	x	x		x					0	ICP	
20	Búsqueda de Muestras	18-04-2018			x	x	x		x			10		1	DES	
21	Búsqueda de Muestras	19-04-2018			x	x	x		x			12		1	AAS	
22	Búsqueda de Muestras	19-04-2018			x	x	x		x					0	CLA	
23	Búsqueda de Muestras	19-04-2018			x	x	x		x					0	CRO	
24	Búsqueda de Muestras	19-04-2018			x	x	x		x			21		1	ICP	
25	Búsqueda de Muestras	19-04-2018			x	x	x		x					0	DES	

26	Búsqueda de Muestras	20-04-2018		x	x		x	x				0	AAS
27	Búsqueda de Muestras	20-04-2018		x	x		x	x			37	2	CLA
28	Búsqueda de Muestras	20-04-2018		x	x		x	x			10	1	CRO
29	Búsqueda de Muestras	20-04-2018		x	x		x	x				0	ICP
30	Búsqueda de Muestras	20-04-2018		x	x		x	x				0	DES
31	Búsqueda de Muestras	23-04-2018		x	x		x	x			9	1	AAS
32	Búsqueda de Muestras	23-04-2018		x	x		x	x				0	CLA
33	Búsqueda de Muestras	23-04-2018		x	x		x	x				0	CRO
34	Búsqueda de Muestras	23-04-2018		x	x		x	x			15	1	ICP
35	Búsqueda de Muestras	23-04-2018		x	x		x	x			21	1	DES
36	Búsqueda de Muestras	24-04-2018		x	x		x	x				0	AAS
37	Búsqueda de Muestras	24-04-2018		x	x		x	x			12	1	CLA
38	Búsqueda de Muestras	24-04-2018		x	x		x	x			23	1	CRO
39	Búsqueda de Muestras	24-04-2018		x	x		x	x				0	ICP
40	Búsqueda de Muestras	24-04-2018		x	x		x	x			15	1	DES
41	Búsqueda de Muestras	25-04-2018		x	x		x	x			37	2	AAS
42	Búsqueda de Muestras	25-04-2018		x	x		x	x				0	CLA
43	Búsqueda de Muestras	25-04-2018		x	x		x	x			14	1	CRO
44	Búsqueda de Muestras	25-04-2018		x	x		x	x			6	1	ICP
45	Búsqueda de Muestras	25-04-2018		x	x		x	x				0	DES
46	Búsqueda de Muestras	26-04-2018		x	x		x	x			10	1	AAS
47	Búsqueda de Muestras	26-04-2018		x	x		x	x				0	CLA
48	Búsqueda de Muestras	26-04-2018		x	x		x	x			9	1	CRO
49	Búsqueda de Muestras	26-04-2018		x	x		x	x				0	ICP
50	Búsqueda de Muestras	26-04-2018		x	x		x	x				0	DES

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Búsqueda de Muestras	27-04-2018			x	x		x		x			36		2	AAS
2	Búsqueda de Muestras	27-04-2018			x	x		x					17		1	CLA
3	Búsqueda de Muestras	27-04-2018			x	x		x		x			16		1	CRO
4	Búsqueda de Muestras	27-04-2018			x	x		x		x					0	ICP
5	Búsqueda de Muestras	27-04-2018			x	x		x		x			11		1	DES
6	Búsqueda de Muestras	02-05-2018			x	x		x		x					0	AAS
7	Búsqueda de Muestras	02-05-2018			x	x		x		x					0	CLA
8	Búsqueda de Muestras	02-05-2018			x	x		x		x					0	CRO
9	Búsqueda de Muestras	02-05-2018			x	x		x		x			13		1	ICP
10	Búsqueda de Muestras	02-05-2018			x	x		x		x					0	DES
11	Búsqueda de Muestras	03-05-2018			x	x		x		x					0	AAS
12	Búsqueda de Muestras	03-05-2018			x	x		x		x			14		1	CLA
13	Búsqueda de Muestras	03-05-2018			x	x		x		x			30		2	CRO
14	Búsqueda de Muestras	03-05-2018			x	x		x		x					0	ICP
15	Búsqueda de Muestras	03-05-2018			x	x		x		x			6		1	DES
16	Búsqueda de Muestras	04-05-2018			x	x		x		x					0	AAS
17	Búsqueda de Muestras	04-05-2018			x	x		x		x					0	CLA
18	Búsqueda de Muestras	04-05-2018			x	x		x		x					0	CRO
19	Búsqueda de Muestras	04-05-2018			x	x		x		x			19		1	ICP
20	Búsqueda de Muestras	04-05-2018			x	x		x		x					0	DES
21	Búsqueda de Muestras	07-05-2018			x	x		x		x			30		1	AAS
22	Búsqueda de Muestras	07-05-2018			x	x		x		x			25		2	CLA
23	Búsqueda de Muestras	07-05-2018			x	x		x		x			5		1	CRO
24	Búsqueda de Muestras	07-05-2018			x	x		x		x					0	ICP
25	Búsqueda de Muestras	07-05-2018			x	x		x		x			22		1	DES

26	Búsqueda de Muestras	08-05-2018			x	x		x		x		16		1	AAS
27	Búsqueda de Muestras	08-05-2018			x	x		x		x		16		1	CLA
28	Búsqueda de Muestras	08-05-2018			x	x		x		x		8		1	CRO
29	Búsqueda de Muestras	08-05-2018			x	x		x		x		26		2	ICP
30	Búsqueda de Muestras	08-05-2018			x	x		x		x				0	DES
31	Búsqueda de Muestras	09-05-2018			x	x		x		x				0	AAS
32	Búsqueda de Muestras	09-05-2018			x	x		x		x				0	CLA
33	Búsqueda de Muestras	09-05-2018			x	x		x		x				0	CRO
34	Búsqueda de Muestras	09-05-2018			x	x		x		x		20		1	ICP
35	Búsqueda de Muestras	09-05-2018			x	x		x		x		14		1	DES
36	Búsqueda de Muestras	10-05-2018			x	x		x		x		12		1	AAS
37	Búsqueda de Muestras	10-05-2018			x	x		x		x				0	CLA
38	Búsqueda de Muestras	10-05-2018			x	x		x		x		13		1	CRO
39	Búsqueda de Muestras	10-05-2018			x	x		x		x				0	ICP
40	Búsqueda de Muestras	10-05-2018			x	x		x		x				0	DES
41	Búsqueda de Muestras	11-05-2018			x	x		x		x		25		1	AAS
42	Búsqueda de Muestras	11-05-2018			x	x		x		x		18		1	CLA
43	Búsqueda de Muestras	11-05-2018			x	x		x		x		15		1	CRO
44	Búsqueda de Muestras	11-05-2018			x	x		x		x		12		1	ICP
45	Búsqueda de Muestras	11-05-2018			x	x		x		x		8		1	DES
46	Búsqueda de Muestras	14-05-2018			x	x		x		x				0	AAS
47	Búsqueda de Muestras	14-05-2018			x	x		x		x				0	CLA
48	Búsqueda de Muestras	14-05-2018			x	x		x		x				0	CRO
49	Búsqueda de Muestras	14-05-2018			x	x		x		x				0	ICP
50	Búsqueda de Muestras	14-05-2018			x	x		x		x				0	DES

## 6. Anexo N°6: Reposición de Gases

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Reposición de Gases	12-03-2018	x					x	x	x					0	AAS
2	Reposición de Gases	12-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
3	Reposición de Gases	12-03-2018	x					x	x	x					0	CRO
4	Reposición de Gases	12-03-2018	x					x	x	x			28		1	ICP
5	Reposición de Gases	13-03-2018	x					x	x	x			26		2	AAS
6	Reposición de Gases	13-03-2018	x					x	x	x			15	1		CLA
7	Reposición de Gases	13-03-2018	x					x	x	x			16		1	CRO
8	Reposición de Gases	13-03-2018	x					x	x	x			19		1	ICP
9	Reposición de Gases	14-03-2018	x					x	x	x					0	AAS
10	Reposición de Gases	14-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
11	Reposición de Gases	14-03-2018	x					x	x	x					0	CRO
12	Reposición de Gases	14-03-2018	x					x	x	x					0	ICP
13	Reposición de Gases	15-03-2018	x					x	x	x			29		2	AAS
14	Reposición de Gases	15-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
15	Reposición de Gases	15-03-2018	x					x	x	x			13		1	CRO
16	Reposición de Gases	15-03-2018	x					x	x	x			31		1	ICP
17	Reposición de Gases	16-03-2018	x					x	x	x					0	AAS
18	Reposición de Gases	16-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
19	Reposición de Gases	16-03-2018	x					x	x	x			18		1	CRO
20	Reposición de Gases	16-03-2018	x					x	x	x					0	ICP
21	Reposición de Gases	19-03-2018	x					x	x	x			34		2	AAS
22	Reposición de Gases	19-03-2018	x					x	x	x			18	1		CLA
23	Reposición de Gases	19-03-2018	x					x	x	x					0	CRO
24	Reposición de Gases	19-03-2018	x					x	x	x			24		1	ICP
25	Reposición de Gases	20-03-2018	x					x	x	x			14		1	AAS
26	Reposición de Gases	20-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
27	Reposición de Gases	20-03-2018	x					x	x	x			23		1	CRO
28	Reposición de Gases	20-03-2018	x					x	x	x			20		1	ICP
29	Reposición de Gases	21-03-2018	x					x	x	x					0	AAS
30	Reposición de Gases	21-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
31	Reposición de Gases	21-03-2018	x					x	x	x					0	CRO
32	Reposición de Gases	21-03-2018	x					x	x	x					0	ICP
33	Reposición de Gases	22-03-2018	x					x	x	x			20		1	AAS
34	Reposición de Gases	22-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
35	Reposición de Gases	22-03-2018	x					x	x	x					0	CRO
36	Reposición de Gases	22-03-2018	x					x	x	x					0	ICP
37	Reposición de Gases	26-03-2018	x					x	x	x					0	AAS
38	Reposición de Gases	26-03-2018	x					x	x	x				0		CLA
39	Reposición de Gases	26-03-2018	x					x	x	x			20		1	CRO
40	Reposición de Gases	26-03-2018	x					x	x	x					0	ICP

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Reposición de Gases	27-03-2018		x				x	x	x			32		2	AAS
2	Reposición de Gases	27-03-2018		x				x	x	x					0	CLA
3	Reposición de Gases	27-03-2018		x				x	x	x					0	CRO
4	Reposición de Gases	27-03-2018		x				x	x	x					0	ICP
5	Reposición de Gases	28-03-2018		x				x	x	x					0	AAS
6	Reposición de Gases	28-03-2018		x				x	x	x			11		1	CLA
7	Reposición de Gases	28-03-2018		x				x	x	x			32		1	CRO
8	Reposición de Gases	28-03-2018		x				x	x	x					0	ICP
9	Reposición de Gases	29-03-2018		x				x	x	x			24		1	AAS
10	Reposición de Gases	29-03-2018		x				x	x	x					0	CLA
11	Reposición de Gases	29-03-2018		x				x	x	x					0	CRO
12	Reposición de Gases	29-03-2018		x				x	x	x			28		1	ICP
13	Reposición de Gases	02-04-2018		x				x	x	x			10		1	AAS
14	Reposición de Gases	02-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
15	Reposición de Gases	02-04-2018		x				x	x	x			20		1	CRO
16	Reposición de Gases	02-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
17	Reposición de Gases	03-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
18	Reposición de Gases	03-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
19	Reposición de Gases	03-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
20	Reposición de Gases	03-04-2018		x				x	x	x			16		1	ICP
21	Reposición de Gases	04-04-2018		x				x	x	x			16		1	AAS
22	Reposición de Gases	04-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
23	Reposición de Gases	04-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
24	Reposición de Gases	04-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
25	Reposición de Gases	05-04-2018		x				x	x	x			25		2	AAS
26	Reposición de Gases	05-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
27	Reposición de Gases	05-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
28	Reposición de Gases	05-04-2018		x				x	x	x			12		1	ICP
29	Reposición de Gases	06-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
30	Reposición de Gases	06-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
31	Reposición de Gases	06-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
32	Reposición de Gases	06-04-2018		x				x	x	x			29		1	ICP
33	Reposición de Gases	09-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
34	Reposición de Gases	09-04-2018		x				x	x	x			16		1	CLA
35	Reposición de Gases	09-04-2018		x				x	x	x			19		1	CRO
36	Reposición de Gases	09-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
37	Reposición de Gases	12-04-2018		x				x	x	x			11		1	AAS
38	Reposición de Gases	12-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
39	Reposición de Gases	12-04-2018		x				x	x	x			18		1	CRO
40	Reposición de Gases	12-04-2018		x				x	x	x			34		1	ICP

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Reposición de Gases	13-04-2018		x				x	x	x			20		1	AAS
2	Reposición de Gases	13-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
3	Reposición de Gases	13-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
4	Reposición de Gases	13-04-2018		x				x	x	x			40		1	ICP
5	Reposición de Gases	16-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
6	Reposición de Gases	16-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
7	Reposición de Gases	16-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
8	Reposición de Gases	16-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
9	Reposición de Gases	17-04-2018		x				x	x	x			27		2	AAS
10	Reposición de Gases	17-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
11	Reposición de Gases	17-04-2018		x				x	x	x			34		1	CRO
12	Reposición de Gases	17-04-2018		x				x	x	x			19		1	ICP
13	Reposición de Gases	18-04-2018		x				x	x	x			13		1	AAS
14	Reposición de Gases	18-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
15	Reposición de Gases	18-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
16	Reposición de Gases	18-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
17	Reposición de Gases	19-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
18	Reposición de Gases	19-04-2018		x				x	x	x			31		1	CLA
19	Reposición de Gases	19-04-2018		x				x	x	x			22		1	CRO
20	Reposición de Gases	19-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
21	Reposición de Gases	20-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
22	Reposición de Gases	20-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
23	Reposición de Gases	20-04-2018		x				x	x	x			26		1	CRO
24	Reposición de Gases	20-04-2018		x				x	x	x			26		1	ICP
25	Reposición de Gases	23-04-2018		x				x	x	x			19		1	AAS
26	Reposición de Gases	23-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
27	Reposición de Gases	23-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
28	Reposición de Gases	23-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
29	Reposición de Gases	24-04-2018		x				x	x	x			26		1	AAS
30	Reposición de Gases	24-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
31	Reposición de Gases	24-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
32	Reposición de Gases	24-04-2018		x				x	x	x			32		1	ICP
33	Reposición de Gases	25-04-2018		x				x	x	x					0	AAS
34	Reposición de Gases	25-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
35	Reposición de Gases	25-04-2018		x				x	x	x			9		1	CRO
36	Reposición de Gases	25-04-2018		x				x	x	x					0	ICP
37	Reposición de Gases	26-04-2018		x				x	x	x			13		1	AAS
38	Reposición de Gases	26-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
39	Reposición de Gases	26-04-2018		x				x	x	x					0	CRO
40	Reposición de Gases	26-04-2018		x				x	x	x					0	ICP

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Reposición de Gases	27-04-2018		x				x	x	x			18		1	AAS
2	Reposición de Gases	27-04-2018		x				x	x	x					0	CLA
3	Reposición de Gases	27-04-2018		x				x	x	x			21			CRO
4	Reposición de Gases	27-04-2018		x				x	x	x			27		1	ICP
5	Reposición de Gases	02-05-2018		x				x	x	x					0	AAS
6	Reposición de Gases	02-05-2018		x				x	x	x			16		1	CLA
7	Reposición de Gases	02-05-2018		x				x	x	x						CRO
8	Reposición de Gases	02-05-2018		x				x	x	x					0	ICP
9	Reposición de Gases	03-05-2018		x				x	x	x			22		1	AAS
10	Reposición de Gases	03-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
11	Reposición de Gases	03-05-2018		x				x	x	x						CRO
12	Reposición de Gases	03-05-2018		x				x	x	x			15		1	ICP
13	Reposición de Gases	04-05-2018		x				x	x	x			15		1	AAS
14	Reposición de Gases	04-05-2018		x				x	x	x			14		1	CLA
15	Reposición de Gases	04-05-2018		x				x	x	x						CRO
16	Reposición de Gases	04-05-2018		x				x	x	x					0	ICP
17	Reposición de Gases	07-05-2018		x				x	x	x					0	AAS
18	Reposición de Gases	07-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
19	Reposición de Gases	07-05-2018		x				x	x	x			32			CRO
20	Reposición de Gases	07-05-2018		x				x	x	x			16		1	ICP
21	Reposición de Gases	08-05-2018		x				x	x	x			23		1	AAS
22	Reposición de Gases	08-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
23	Reposición de Gases	08-05-2018		x				x	x	x						CRO
24	Reposición de Gases	08-05-2018		x				x	x	x					0	ICP
25	Reposición de Gases	09-05-2018		x				x	x	x			27		2	AAS
26	Reposición de Gases	09-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
27	Reposición de Gases	09-05-2018		x				x	x	x			10			CRO
28	Reposición de Gases	09-05-2018		x				x	x	x			26		1	ICP
29	Reposición de Gases	10-05-2018		x				x	x	x			7		1	AAS
30	Reposición de Gases	10-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
31	Reposición de Gases	10-05-2018		x				x	x	x			26			CRO
32	Reposición de Gases	10-05-2018		x				x	x	x					0	ICP
33	Reposición de Gases	11-05-2018		x				x	x	x			10		1	AAS
34	Reposición de Gases	11-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
35	Reposición de Gases	11-05-2018		x				x	x	x						CRO
36	Reposición de Gases	11-05-2018		x				x	x	x			37		1	ICP
37	Reposición de Gases	14-05-2018		x				x	x	x					0	AAS
38	Reposición de Gases	14-05-2018		x				x	x	x					0	CLA
39	Reposición de Gases	14-05-2018		x				x	x	x						CRO
40	Reposición de Gases	14-05-2018		x				x	x	x					0	ICP

## 7. Anexo N°7: Transporte de Muestras

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Transporte de Muestras	12-03-2018			x	x		x		x			47		9	AAS
2	Transporte de Muestras	12-03-2018			x	x		x					7		1	ICP
3	Transporte de Muestras	13-03-2018			x	x		x					57		11	AAS
4	Transporte de Muestras	13-03-2018			x	x		x					5		1	ICP
5	Transporte de Muestras	14-03-2018			x	x		x		1	1			12	AAS	
6	Transporte de Muestras	14-03-2018			x	x		x					8		1	ICP
7	Transporte de Muestras	15-03-2018			x	x		x					45		9	AAS
8	Transporte de Muestras	15-03-2018			x	x		x					4		1	ICP
9	Transporte de Muestras	16-03-2018			x	x		x					51		11	AAS
10	Transporte de Muestras	16-03-2018			x	x		x					6		1	ICP
11	Transporte de Muestras	19-03-2018			x	x		x		1	0			12	AAS	
12	Transporte de Muestras	19-03-2018			x	x		x					8		1	ICP
13	Transporte de Muestras	20-03-2018			x	x		x					40		8	AAS
14	Transporte de Muestras	20-03-2018			x	x		x					9		2	ICP
15	Transporte de Muestras	21-03-2018			x	x		x					48		10	AAS
16	Transporte de Muestras	21-03-2018			x	x		x					5		1	ICP
17	Transporte de Muestras	22-03-2018			x	x		x					52		10	AAS
18	Transporte de Muestras	22-03-2018			x	x		x					6		1	ICP
19	Transporte de Muestras	26-03-2018			x	x		x					50		10	AAS
20	Transporte de Muestras	26-03-2018			x	x		x					4		1	ICP

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Transporte de Muestras	27-03-2018			x	x		x		x			58		12	AAS
2	Transporte de Muestras	27-03-2018			x	x		x					7		1	ICP
3	Transporte de Muestras	28-03-2018			x	x		x			1		7		13	AAS
4	Transporte de Muestras	28-03-2018			x	x		x					5		1	ICP
5	Transporte de Muestras	29-03-2018			x	x		x					49		10	AAS
6	Transporte de Muestras	29-03-2018			x	x		x					5		1	ICP
7	Transporte de Muestras	02-04-2018			x	x		x					41		8	AAS
8	Transporte de Muestras	02-04-2018			x	x		x					4		1	ICP
9	Transporte de Muestras	03-04-2018			x	x		x					53		11	AAS
10	Transporte de Muestras	03-04-2018			x	x		x					6		1	ICP
11	Transporte de Muestras	04-04-2018			x	x		x					56		11	AAS
12	Transporte de Muestras	04-04-2018			x	x		x					6		1	ICP
13	Transporte de Muestras	05-04-2018			x	x		x			1		0		12	AAS
14	Transporte de Muestras	05-04-2018			x	x		x					5		1	ICP
15	Transporte de Muestras	06-04-2018			x	x		x					46		9	AAS
16	Transporte de Muestras	06-04-2018			x	x		x					8		1	ICP
17	Transporte de Muestras	09-04-2018			x	x		x					43		9	AAS
18	Transporte de Muestras	09-04-2018			x	x		x					7		1	ICP
19	Transporte de Muestras	12-04-2018			x	x		x					35		7	AAS
20	Transporte de Muestras	12-04-2018			x	x		x					5		1	ICP

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Transporte de Muestras	13-04-2018			x	x		x				37		7	AAS	
2	Transporte de Muestras	13-04-2018			x	x		x				5		1	ICP	
3	Transporte de Muestras	16-04-2018			x	x		x				54		11	AAS	
4	Transporte de Muestras	16-04-2018			x	x		x				8		1	ICP	
5	Transporte de Muestras	17-04-2018			x	x		x		1	2			12	AAS	
6	Transporte de Muestras	17-04-2018			x	x		x				4		1	ICP	
7	Transporte de Muestras	18-04-2018			x	x		x				49		10	AAS	
8	Transporte de Muestras	18-04-2018			x	x		x				6		1	ICP	
9	Transporte de Muestras	19-04-2018			x	x		x				55		11	AAS	
10	Transporte de Muestras	19-04-2018			x	x		x				6		1	ICP	
11	Transporte de Muestras	20-04-2018			x	x		x				38		8	AAS	
12	Transporte de Muestras	20-04-2018			x	x		x				5		1	ICP	
13	Transporte de Muestras	23-04-2018			x	x		x				47		10	AAS	
14	Transporte de Muestras	23-04-2018			x	x		x				4		1	ICP	
15	Transporte de Muestras	24-04-2018			x	x		x				59		12	AAS	
16	Transporte de Muestras	24-04-2018			x	x		x				5		1	ICP	
17	Transporte de Muestras	25-04-2018			x	x		x		1	5			13	AAS	
18	Transporte de Muestras	25-04-2018			x	x		x				8		1	ICP	
19	Transporte de Muestras	26-04-2018			x	x		x				46		9	AAS	
20	Transporte de Muestras	26-04-2018			x	x		x				6		1	ICP	

Cor	Actividad	Fecha	Tipo de operación					Recursos		Tipo		Duración			Frecuencia	Ubicación
			Demora	Espera	Operación	Transporte	Lectura	Horas Hombre	Horas Maquina	Interna	Externa	Horas	Minutos	Segundos	Cantidad de veces	Sector
1	Transporte de Muestras	27-04-2018			x	x		x			1	4		13	AAS	
2	Transporte de Muestras	27-04-2018			x	x		x				6		1	ICP	
3	Transporte de Muestras	02-05-2018			x	x		x				46		9	AAS	
4	Transporte de Muestras	02-05-2018			x	x		x				7		1	ICP	
5	Transporte de Muestras	03-05-2018			x	x		x				57		11	AAS	
6	Transporte de Muestras	03-05-2018			x	x		x				5		1	ICP	
7	Transporte de Muestras	04-05-2018			x	x		x				43		9	AAS	
8	Transporte de Muestras	04-05-2018			x	x		x				4		1	ICP	
9	Transporte de Muestras	07-05-2018			x	x		x				51		10	AAS	
10	Transporte de Muestras	07-05-2018			x	x		x				4		1	ICP	
11	Transporte de Muestras	08-05-2018			x	x		x				45		9	AAS	
12	Transporte de Muestras	08-05-2018			x	x		x				6		1	ICP	
13	Transporte de Muestras	09-05-2018			x	x		x		1	0			12	AAS	
14	Transporte de Muestras	09-05-2018			x	x		x				10		2	ICP	
15	Transporte de Muestras	10-05-2018			x	x		x				39		8	AAS	
16	Transporte de Muestras	10-05-2018			x	x		x				5		1	ICP	
17	Transporte de Muestras	11-05-2018			x	x		x				50		10	AAS	
18	Transporte de Muestras	11-05-2018			x	x		x				7		1	ICP	
19	Transporte de Muestras	14-05-2018			x	x		x				53		11	AAS	
20	Transporte de Muestras	14-05-2018			x	x		x				5		1	ICP	