



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES PARA EL LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA

Bruno Crisanto-Palacios

Piura, marzo de 2016

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas

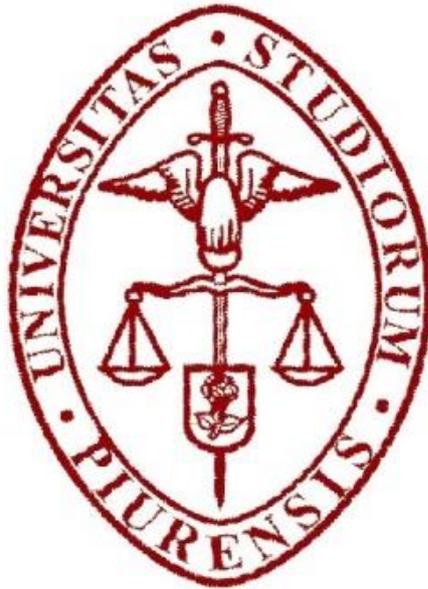
Crisanto, B. (2016). *Elaboración de un sistema de costeo basado en actividades para el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura* (Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**"ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES
PARA EL LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE PIURA"**

Tesis para optar el Título de

Ingeniero Industrial y de Sistemas

Bruno Enrique Crisanto Palacios

Asesor: Mgtr. Eduardo Sánchez

Piura, Marzo 2016

Dedicatoria

A Dios, quien permitió llegar a este momento tan especial en mi vida. A Jacqueline, mi madre, que dio todo lo que estuvo a su alcance para lograr mis metas. A Víctor, mi padre, que con sus consejos y actuar me guio en mis estudios. A Carolina, que gracias a su empuje, influenció en lograr mis metas. Y a mis verdaderos amigos y profesores, que gracias a su apoyo pude culminar mi formación profesional.

INDICE

Introducción	3
Capítulo 1	5
Marco teórico	5
1.1 Sistema de costeo por absorción	5
1.1.1 Ventajas	6
1.1.2 Desventajas	6
1.2 Sistema de costeo directo o variable	6
1.2.1 Fundamentos del costeo variable.....	7
1.2.2 Mecanismo del costeo variable	7
1.2.3 Ventajas	7
1.2.4 Desventajas	8
1.3 Sistema de costeo basado en actividades (ABC)	8
1.3.1 Antecedentes del sistema de costeo ABC	8
1.3.2 Conceptos básicos del sistema de costeo basado en actividades	9
1.3.3 Costeo en las empresas de servicio	10
1.3.4 Diferencia entre el sistema tradicional y el sistema ABC.....	11
1.3.5 Ventajas y desventajas del costeo ABC.....	12
1.3.6 ¿Qué empresas pueden implantar un ABC?.....	13
1.3.7 Información generada por el sistema de costeo basado en actividades ..	13
1.3.8 Proceso de realización del modelo ABC	14
Capítulo 2:	17
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria	17
2.1 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria	17
2.1 Contexto	18
2.1.2 ¿Qué realiza el laboratorio?.....	18
2.2 Organigrama	19
2.3 Ensayos	20
2.3.1 Definición de ensayos.....	20
2.3.2 Reactivos	23
2.3.3 Materiales por ensayo.....	26
2.3.4 Equipos por procedimiento.....	33
2.3.5 Diagramas de proceso para realización de ensayos.....	36
Capítulo 3:	63
Desarrollo de los sistemas de costeos para el laboratorio de Ingeniería Sanitaria.	63

3.1 Datos importantes	63
3.1.1 Sueldo de los trabajadores por cargo	63
3.1.2 Unidades vendidas	65
3.1.3 Depreciación de equipos por ensayo	66
3.1.4 Depreciación de material de vidrio por ensayo	76
3.1.5 Costo de energía total	81
3.1.6 Costo de insumos o reactivos por cada ensayo	93
3.1.7 Costo de calibración	129
3.1.8 Fletes	129
3.1.9 Resumen de tiempo de mano de obra directa	130
3.1.10 Valor de venta actual por cada ensayo	131
3.1.11 Costo de mano de obra directa por cada ensayo	132
3.1.12 Costos indirectos de fabricación (CIF)	133
3.2 Diseño del Costeo por Absorción	134
3.3 Diseño del Costeo Directo o Variable	142
3.4 Diseño del Costeo Basado en Actividades (ABC)	148
3.5 Resultados	158
3.6 Unidades a vender	160
CAPITULO 4:	163
Conclusiones y recomendaciones	163
4.1 Conclusiones	163
4.2 Recomendaciones	166
Bibliografía	168
Anexos	169

Resumen

Esta investigación busca mejorar la gestión de costos analizando la posibilidad de implementar un modelo de costeo ABC en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria (LIS) de la Universidad de Piura.

A lo largo de esta tesis se relacionan los conceptos teóricos con la realidad de este negocio para descubrir las particularidades que puede presentar una implementación de costeo ABC en una empresa de este tipo. Sin embargo para lograr esta implantación, se ha desarrollado tres diferentes métodos de costeo: costeo por absorción, costeo directo y costeo basado en actividades (ABC), con la finalidad de demostrar qué método es el indicado para el laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

Cada método de costeo ha sido desarrollado bajo la misma base, condiciones y suposiciones, tendiendo de tal forma a un justo comparativo; sin embargo, respetando la técnica que cada sistema de costeo impone.

Bajo esta metodología concluimos que, el costeo basado en actividades (ABC), es el sistema destinado a orientar el centro de costos del laboratorio, por la disponibilidad de información que se obtiene al desarrollarlo; conllevando así, a recaudar ganancias reales, y asegurando su continuidad ante la gran competencia en este rubro.

Introducción

Este proyecto de fin de carrera realizado en el periodo de enero a diciembre del año 2015, es un planteamiento de aplicación de un sistema de Costeo ABC para el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Piura. Laboratorio cuya función es brindar servicios de análisis de agua a las diferentes entidades que lo requieran.

Este aporte surge ante una urgente necesidad del laboratorio, en mejorar su sistema actual de costos históricos, que no constituye una herramienta para el control y planeación de los costos, dando lugar a la toma de decisión intuitiva y poco técnica, además de espontáneas.

El presente proyecto consta con el desarrollo de tres métodos de costeo: costeo absorbente, costeo variable y costeo basado en las actividades (ABC), todos partiendo de datos reales del laboratorio.

El desarrollo de estos tres métodos resulta importante para poder cumplir el objetivo principal: demostrar que con el costeo basado en actividades se puede tomar decisiones más precisas y sobretodo con fundamento (gracias a su análisis detallado), para llevar un mejor control de costos en la empresa, obteniendo además utilidades reales que asegurarán la sostenibilidad del laboratorio.

Al costear, con el método ABC, las diferentes actividades llevadas a cabo dentro de un negocio, facilita la adaptación a todo cambio que se pueda realizar, evitando así, complicaciones futuras.

Esta tesis no pretende ser un trabajo concluyente ya que no hay sistema o modelo que pueda ser perfecto, sin embargo se ha orientado en contar con datos históricos reales del laboratorio para que mediante estos métodos se pueda simular, comparar y demostrar que el costeo ABC, sí es muy eficiente en cuanto a toma de decisiones y propuestas de mejoras dentro de un negocio.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1 Sistema de costeo por absorción

El costeo por absorción es conocido como sistema de costos totales, debido a que aproxima el costo del producto, como si fuera el único de la empresa, en otras palabras, basa el sistema de costeo en el producto. (Mayor Gamero, s/f)

Este método incluye en el costo del producto, todos los costos de la función productiva independientemente de su comportamiento fijo o variable. Estos costos hacen referencia a MP, MO, considerados como parte del valor de los productos elaborados, bajo la premisa que todos los costos son necesarios para fabricar un producto, sin embargo no son aplicables a gastos generales, ya que trata de distribuir estos costos indirectos de fabricación (CIF), que no están identificados en ninguna área, pero que aun así, sirven a varias de ellas. Ante ello la alternativa es prorratarlos entre los centros productivos, que son los centros de fábrica, que realizan un trabajo real en los artículos producidos, y centros de servicios a que benefician. (Mayita, 2011)

Los costos indirectos de fabricación comprenden los bienes naturales semielaborados o elaborados de carácter complementario, así como los servicios personales, públicos y generales.

Estos costos son complementarios pero no indispensables, además son prorrateables, ya que a diferencia de los costos directos, que son fácilmente rastreables, los CIF, necesitan mecanismos idóneos de distribución.

Los costos indirectos de fabricación se distribuyen mediante bases de reparto, que pueden ser:

- Costo de materia prima.
- Mano de obra directa.
- Costos primos.
- Horas de mano de obra.
- Horas máquina.
- Unidades producidas.

Las principales ventajas y desventajas se presentan a continuación:

1.1.1 Ventajas

- El costeo por absorción es universal, en otras palabras es utilizable en todos los casos.
- Es el sistema de costeo aceptado por las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF).

1.1.2 Desventajas

- Al no tomar en cuenta la diferencia entre el costo fijo del variable y considerarlos como un solo costo, dificulta el establecimiento de la combinación óptima de costo-volumen-producción, siendo esta combinación muy importante para darse cuenta qué producto, gracias a su volumen de ventas, genera mayores ingresos a la empresa.
- Complica la apreciación para aceptar o rechazar pedidos, ya que para esta decisión es necesario considerar solamente el costo variable.
- Al ser un costeo total, no permite a la dirección de la empresa efectuar el control de las fuentes que generan utilidades, puesto que no da la información detallada de, cuál fue el motivo de una utilidad alta o baja según sea el caso.

1.2 Sistema de costeo directo o variable

En los años 30, al elevarse el nivel de complejidad de las organizaciones y la necesidad de la preparación de informes que proveyeran y facilitaran la información veraz, surge el costeo directo; donde afirmaba que los costos fijos de producción se relacionan con la capacidad instalada y esta a su vez, dentro de un período determinado pero jamás con el volumen de producción. Los costos fijos deben enfrentarse a los ingresos del año de que se trate (restarlos por única vez, a los ingresos del período en que se adquirieron). El costeo directo proporciona la información necesaria para analizar la relación existente entre el costo-volumen-ganancia, permitiendo a la administración tomar las decisiones adecuadas con el propósito de lograr los resultados deseados.

Además este costeo es definido como una separación de los costos de manufactura entre aquellos que son fijos y aquellos que varían directamente conforme el volumen varíe. Solo los costos primos¹ más los costos indirectos de fabricación variables son usados para evaluar el inventario y el costo de ventas. Los costos indirectos de fabricación fijos, son cargados a los resultados.

Es importante debido a que en los últimos años se ha convertido en una herramienta fundamental para la administración, su finalidad como bien se explicó anteriormente es proporcionar al ejecutivo o empresario, información acerca de la relación existente entre el costo-volumen-ganancia con el único fin de optimizar las operaciones de la empresa, lo cual permite evaluar, qué productos son más rentables y tomar medidas al respecto.

El costeo directo establece como principio, que el costo de los artículos debe integrarse únicamente con los costos variables de producción (MO, MOD, costos indirectos de fabricación variables).

1.2.1 Fundamentos del costeo variable

El método de costeo variable se basa en los siguientes principios:

- Los costos fijos y los costos variables se estudian por separado.
- En este análisis se considera que la “producción que no se vende” solo es una variación o modificación de los bienes de la empresa por lo que el estudio solo se refiere a la producción vendida
- Los costos fijos no están sujetos a ningún reparto.
- Los costos fijos deben ser absorbidos por el margen de contribución.

1.2.2 Mecanismo del costeo variable

- Clasificar los costos en fijos y variables.
- Incorporar solo los costos variables.

Las principales ventajas y desventajas se detallan a continuación:

1.2.3 Ventajas

- El análisis de márgenes de contribución que da este costeo, ayuda a la administración a escoger la composición de pedidos óptima futura, que ayudará a que el área de ventas logre su objetivo.
- El análisis marginal de cada producto, ayuda a determinar en cuál de ellos se debe de apoyar y cuál se tiene que dar de baja.
- Elimina el problema de elegir bases de reparto para prorratear costos fijos, puesto que su distribución se realiza en base a las unidades vendidas.

¹ Costos primos: Suma de los costos de Materia Prima más Mano de Obra Directa.

1.2.4 Desventajas

- El costeo variable tiene una desventaja clave: “comienza demasiado tarde y termina demasiado temprano”, haciendo referencia a la información que brinda, debido a que solo sirve para la toma de decisiones dentro de la cadena de suministro en cuanto a compra y venta, siendo la cadena aún más amplia.
- Bajo el sistema de costeo directo, las ganancias aumentan o disminuyen con los cambios en el volumen de ventas. En el caso de las empresas que tengan un alto porcentaje de ventas cíclicas, el costeo directo origina períodos de pérdidas excesivas seguidos por períodos de utilidades anormalmente elevadas.
- El costeo directo no está reconocido por nuestra legislación fiscal,
- La separación de los costos fijos de los variables es una actividad muy compleja, si no se realiza con mucho cuidado genera errores en la determinación de la utilidad.

1.3 Sistema de costeo basado en actividades (ABC)

1.3.1 Antecedentes del sistema de costeo ABC

Johnson y Kaplan (1994) establecían que los sistemas de costos basados en actividades no han puesto nada más que una vuelta a los orígenes de la contabilidad de costos. Pues esta afirmación se fundamenta a que nació pareja a la revolución industrial y como consecuencia de que la producción empezó a realizarse dentro de un mismo ambiente y bajo la supervisión directa del empresario. La necesidad de conocer el desempeño de las distintas tareas que realizaba el personal para fabricar el producto, hizo que, en sus comienzos, la contabilidad de costos estuviese dirigida principalmente a conocer las actividades que se llevaban a cabo en la organización.

La complejidad cada vez mayor de los procesos productivos, su desarrollo en distintos lugares y la falta de medios técnicos e informáticos para poder medir y controlar debidamente esas actividades, unido a otros motivos, fueron los factores que provocaron que la contabilidad de costos se preocupase cada vez menos de las actividades como núcleo del cálculo de costos y más, de las diferentes partes de la organización, en donde fueron apareciendo responsables de la gestión.

En la década de los 80, debido a los cambios en cuanto a tecnología y en la organización, se obligaba a tener serias reconsideraciones en la contabilidad de gestión² y en la contabilidad de costos. Bromwich y Bhiamani, convencidos sin duda de que la contabilidad siempre ha avanzado en un equilibrio entre la tradición y el proceso, ya anunciaban la característica de la respuesta que se estaba dando por la contabilidad de gestión: se trata de una evolución y no de una revolución, eso sí, esto implicaba replanteamientos de la más variada naturaleza entre los que ya mencionaba el modelo ABC.

² Es aquella parte de la contabilidad encargada del cálculo de costos, así como del suministro de la información relevante a los usuarios internos para que sirva de apoyo a la toma de decisiones y facilite el proceso de planificación y control.

1.3.2 Conceptos básicos del sistema de costeo basado en actividades

Es un método de costeo de doble fase, debido a que asigna los costos indirectos de fabricación primero a las actividades necesarias para fabricar el producto y después a los productos basándose en el uso de las actividades.

También es considerado como un sistema de gestión que asigna costos a los negocios, basándose en los recursos que consumen. Los costos de todas las actividades realizadas dentro de la empresa son rastreados hasta el producto para el cual son llevadas a cabo. Los gastos de las cargas administrativas también se rastrean hasta un producto particular en lugar de distribuirlos arbitrariamente entre todas las líneas de productos.

Este sistema de costeo se rige en el concepto de que los productos consumen actividades y las actividades consumen recursos.

De esta manera se logra que los costos indirectos queden asignados a los productos finales de manera más ajustada a la realidad. (Botero, 2011)

Para realizar el siguiente costeo es necesario en primera instancia identificar las actividades que consumen recursos y asignarles sus costos y gastos correspondientes.

Se denomina actividad a todas aquellas actuaciones que se realizan en la empresa, dirigidas a la obtención de un bien o servicio. (Expansión, 2015)

Luego, lo importante es identificar los generadores de costo correspondiente a cada actividad, en otras palabras un generador de costo, causa los costos de una actividad. Por ejemplo, para la actividad de inspecciones de calidad, el generador de costo es el número de inspecciones de calidad realizadas.

A continuación se muestra un cuadro, en donde se detallan algunos generadores de costos:

Horas-máquinas usadas
Costo de mano de obra incurridas
Páginas tecleadas
Órdenes de compras completadas
Número de partes instaladas en un producto
Millas manejadas
Tiempo de computadora usada
Clientes servidos
Horas gastadas en pruebas de laboratorios

(Maher, 2004)

Por consiguiente se debe de calcular el costo por cada actividad incurrida y finalmente, asignar costos/gastos a los negocios.

Más adelante se explicará, detenidamente, el proceso a seguir para diseñar un Sistema de Costeo Basado en Actividades.

1.3.3 Costeo en las empresas de servicio

Anteriormente la mayoría de empresas de servicios no tenían la necesidad de manejar los sistemas de costos, debido a que realizaban un control presupuestario de centros de responsabilidad o departamentos funcionales, cada centro funcional tenía un presupuesto, únicamente comparaban las diferencias entre los resultados reales y los presupuestados.

Uno de los sistemas de contabilidad utilizados en las empresas de servicios es la contabilidad de costo por áreas de responsabilidad, el cual consiste en clasificar la información contable de las actividades de una empresa, teniendo como responsable a los jefes o gerentes. Además sirve para controlar los ingresos, costos y gastos, tomando en cuenta las responsabilidades asignadas a cada supervisor de área o departamento.
(Carrero Fernandez, 2011)

Un sistema de contabilidad por área de responsabilidad permite la centralización de las funciones tanto administrativas, operativas, informáticas. La finalidad de la implantación de un sistema de contabilidad por áreas de responsabilidad es saber quién controla el gasto, quién lo autoriza y quién es la persona responsable de los aumentos y disminuciones de los mismos.

Para tener un buen sistema de costeo, debemos tomar en cuenta todos aquellos gastos anteriores a la producción y todos aquellos posteriores a la misma, en el caso de la cadena de suministro³ (ver imagen 1), la compra de materia prima al proveedor y la venta de los productos al cliente, ya que un buen manejo de ellos, implicaría una disminución significativa de costos.

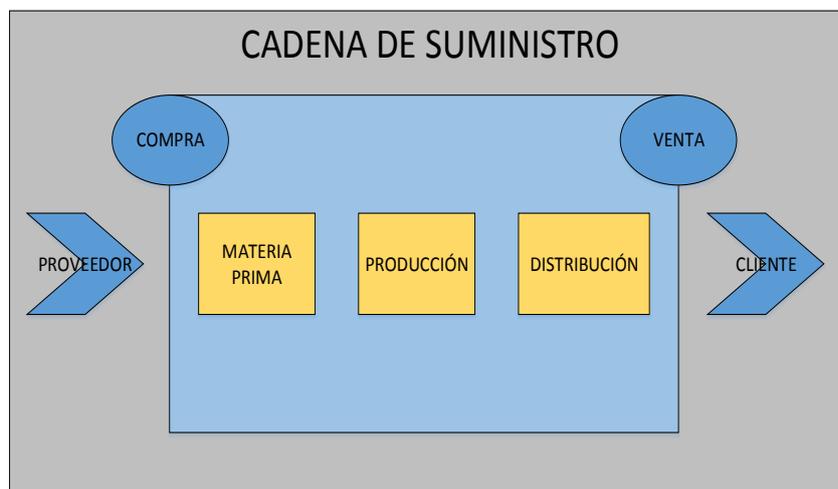


Imagen 1: Elementos que intervienen en una cadena de suministro.

Fuente: Introducción a la cadena de suministro.

³ Cadena de suministro: la cadena de suministro engloba los procesos de negocios, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos terminados que son ofrecidos y distribuidos al consumidor para satisfacer su demanda.

Mc Watters, Morse y Zimmernan dicen que la asignación de costos consiste en el reparto de los costos indirectos a los objetos del costo, los cuales pueden ser: producto, actividades y unidades de la organización. (Departamentos, clientes etc.) (Apaza Meza, 2002)

Los pasos para asignar los costos son:

1. Definir el objetivo de costo.
2. Acumular los costos en agrupaciones.
3. Escoger una base de asignación.
4. Estimar una tasa de aplicación.
5. Distribuir los costos indirectos en base a la utilización de la base de asignación.

Generalmente la asignación de costos se realiza en las áreas o centros de responsabilidad, los cuales son controlados por los encargados de cada centro.

La distribución de los costos tiene varios fines:

- Satisfacer requerimientos externos:
Las organizaciones tienen la obligación de presentar información a entidades fuera de la empresa (por ejemplo: los estados financieros que los accionistas de una empresa solicitan).
- Propuestas de planeación:
Es usada para lograr mejores decisiones y para incrementar el entendimiento de algún problema.
- Razones de control:
Tener una distribución de costos en diferentes áreas ayuda a controlar sus recursos, rendimiento de producción y avance de personal de forma más eficiente y puntual. (BLOCHER Edwar, s/f)

1.3.4 Diferencia entre el sistema tradicional y el sistema ABC

Costeo tradicional:

- Se basa en el principio de que los productos consumen recursos. (ver imagen 2)
- Solamente considera el área de producción.
- El costeo tradicional distribuye los costos indirectos mediante un método de prorrateo.

Costeo basado en actividades:

- Se basa en el principio de que las actividades consumen recursos y los productos consumen actividades. (ver imagen 2)
- El principal objetivo del costeo ABC es el rastreo preciso de los costos y gastos de las actividades y la asignación de estos en los negocios.

- El costeo basado en actividades, distribuye los costos indirectos de fabricación mediante generadores de costos relacionados a las actividades.
- Los métodos de asignación en el costeo basado en actividades, reparten equitativamente los costos de productos o servicios, debido que emplea bases financieras, no financieras, cualitativas, no monetarias, etc.
(Mayor Gamero, s/f), (Mayita, 2011)

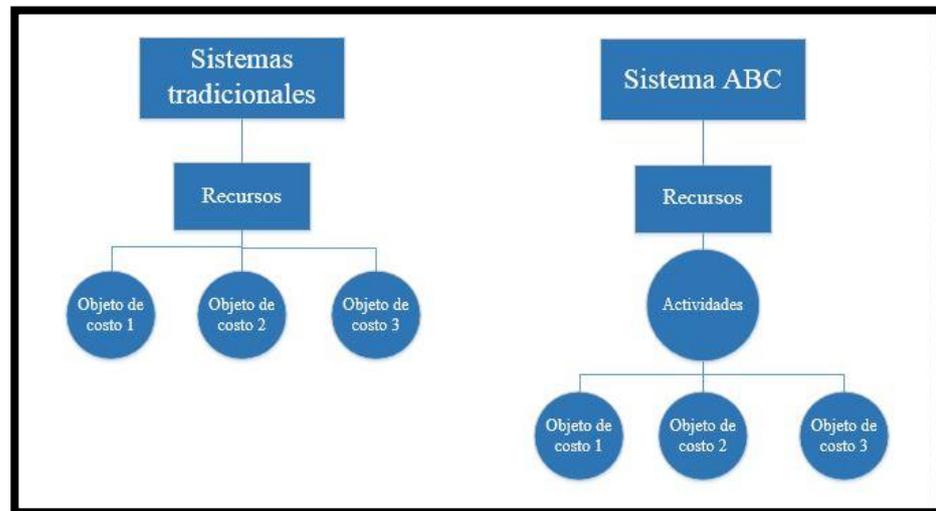


Imagen 2: Diferencia gráfica entre costeo tradicional y costeo ABC.
Fuente: Elaboración propia.

1.3.5 Ventajas y desventajas del costeo ABC

- Este sistema es ventajoso, pues analiza toda la cadena de valor enfocando a las actividades realizadas en él. Además, determina bienes o servicios que generan mayor contribución al negocio facilitando su mejor control y administración.
- Es una poderosa herramienta en planeación, ya que suministra información para las decisiones estratégicas.
- A diferencia del costeo por absorción, este no inicia demasiado tarde, ni termina demasiado temprano, de lo contrario ayuda a que la cadena de suministro sea más compleja, puesto que con la información que brinda el costeo ABC servirá para preparar estrategias y así el proveedor y cliente se identifiquen con la empresa.
- Mide el desempeño de los empleados e identifica el personal calificado requerido por la empresa.

Como se puede percibir, este sistema implantado en una organización es un arma muy importante frente a la competencia, aun así presenta carencias y desventajas:

- Requiere mayor esfuerzo y capacitación al personal, para lograr la implementación adecuada.
- Consume gran parte de los recursos en las fases de diseño e implementación.

(Mayor Gamero, s/f), (Mayita, 2011)

1.3.6 ¿Qué empresas pueden implantar un ABC?

Para que una empresa pueda implantar el costeo ABC es necesario que cuente con algunos aspectos importantes:

- Es importante que la empresa cuente con un sistema de costeo que esté funcionando adecuadamente, pues en el caso de una empresa manufacturera, debe de contar con un costeo adecuado de los materiales y mano de obra directa, debido que sus procedimientos de costeo, permanecen intactos en el momento de implantar el costeo ABC. Lo único que cambiará con el ABC para efectos de costeo de producto, es la asignación de los costos indirectos de fabricación, que para este caso serán distribuidos en función de las actividades.
- Para que se pueda implementar el costeo en base a actividades, se debe contar con sistemas automatizados para el procesamiento y registro de sus operaciones, ya que la información requerida por el ABC proviene de datos estadísticos de subsistemas tales como compras, almacén, producción, vetas, contabilidad, etc.
- Si una empresa muestra una cantidad significativa de costos indirectos y gastos operativos es importante implementar inmediatamente la técnica ABC, por lo anteriormente nombrado.
- Si una empresa cuenta con alta diversidad de productos, clientes, canales de distribución, y puntos de ventas es importante implementar ABC, pues cuando una empresa fabrica diversas líneas de producción y costea de forma tradicional la asignación de las partes indirectas, no se realizan de la mejor manera.

(Apaza Meza, 2002)

1.3.7 Información generada por el sistema de costeo basado en actividades

Al utilizar el modelo de costeo basado en actividades es posible obtener una serie de reportes que es de mucha utilidad para la administración de un negocio, difícil de obtener con un sistema de costeo tradicional. A continuación se presentan algunos:

1. Informe de costo del proyecto en proceso:
Este reporte presenta los costos acumulados hasta la fecha en los contratos en proceso de ejecución. Debido a que estos costos se clasifican por actividad, por medio de este, el experto puede determinar con bastante precisión el grado de avance del proyecto. (Lemus Campos, 1998)
2. Informe progresivo de costos por actividad:
Por medio del modelo ABC es posible monitorear el comportamiento de los costos dentro de cada actividad durante el transcurso del proyecto. Este informe permite investigar las causas de las variaciones que se encuentren en el reporte de costos en proceso debido a que detalla los insumos utilizados en cada actividad y el costo de ellos. (Lemus Campos, 1998)

3. Informe de costo de un proceso:

Se obtiene el costo de un proceso al sumar los costos de las actividades que lo componen. En el caso de los ensayos en el laboratorio, se podría calcular el costo de la operación sumando el costo de materiales, insumos, equipos, etc.

Este tipo de informe es de mucha utilidad a la hora de elaborar presupuestos para otros ensayos similares.

Muchas veces el laboratorio podría ser contratado para realizar partes de ensayos, por lo que esta posibilidad de costeo parcial es una característica muy útil del sistema ABC. (Lemus Campos, 1998)

4. Informe sobre utilización de materiales, equipos e insumos:

Este reporte detalla los materiales retirados del almacén e informa sobre la actividad en la que fueron utilizados. Por medio de la información que proporciona este reporte, el encargado, en este caso, del laboratorio puede controlar la manera en que los recursos son utilizados dentro de los ensayos realizados. (Lemus Campos, 1998)

5. Informe sobre utilización de mano de obra:

Este informe detalla las actividades llevadas a cabo por el experto durante el transcurso del proyecto y el precio pagado por ellas. En el caso de una obra de construcción, detalla las actividades como: la construcción de columnas, construcción de paredes, pintado de paredes, y cuánto se ha consumido por cada actividad. Esto en el caso de un proyecto de construcción permite al encargado determinar la eficiencia con que la mano de obra está trabajando y verificar que los costos vayan de acuerdo con el trabajo realizado.

(Lemus Campos, 1998)

1.3.8 Proceso de realización del modelo ABC

Para cualquier costeo, el cálculo de MP y MOD se realiza de la misma manera, la diferencia radica, en el cálculo de los costos indirecto de fabricación.

El proceso consta de dos fases y cada fase contiene diferentes etapas:

(Gonzales, 2009)

Fases	Etapas
Determinación del costo de las actividades de cada centro	1. Localización de los costos indirectos de fabricación y gastos en los centros. 2. Identificación de actividades. 3. Elección de los generadores de costo. 4. Cálculo del cost driver. 5. Distribución de los costos/gastos entre las actividades.
Determinación del costo de los productos	6. Asignación de los costos/gastos de las actividades a los productos. 7. Asignación de los recursos de la cadena de valor.

Fases:

- Primera fase, se asignan los costos y gastos de las actividades pertenecientes a los diferentes centros.
- Segunda fase, se asignan las actividades a los productos.

Etapas:

1. Asignación de los costos/gastos indirectos a los centros: En esta etapa se localiza las cargas indirectas del producto en cada uno de los centros que se encuentran dividida la empresa.
2. Identificación de las actividades por centros: Se identifican y clasifican cada una de las actividades que se realizan en cada centro. Para la correcta realización de esta etapa es necesario realizar un cuestionario o entrevistas entre las persona integradas en los centros.
3. Determinación de los generadores de costos/gastos de las actividades: Como se explicó en el punto 1.3, dentro de cada actividad se deberá elegir el inductor de costos que mejor respete la relación causa-efecto entre el consumo de recursos, la actividad y el producto o negocio.
4. Cálculo de la tasa de asignación: Se halla dividiendo los costos gastos totales de la actividad entre el número de generadores totales por actividad.
5. Distribución de los costos/gastos entre las actividades: Este reparto no es difícil dado que la mayor parte de las ocasiones es posible identificar de manera directa y simple los costos/gastos ocasionados por las distintas actividades dentro de cada centro.
6. Asignación de los costos/gastos de las actividades ABC: En este punto son conocidos los costos/gastos generado por cada portador de costos, y de acuerdo a la correspondencia directa entre estos y los productos, podemos saber de manera inmediata el consumo de cada unidad de producto.
7. Asignación de los costos/gastos totales de producción: Los costos/gastos totales de la cadena de valor son calculados sumando los recursos de las actividades. Estos se restarán de los ingresos por ventas para obtener de tal manera la utilidad operativa antes de impuestos. (Gonzales, 2009)

Capítulo 2:

Laboratorio de Ingeniería Sanitaria

2.1 Laboratorio de Ingeniería Sanitaria

El laboratorio de Ingeniería Sanitaria (LIS) inició su labor en noviembre de 1986, como resultado de un convenio de cooperación técnica con la ex – República Federal de Alemania, actualmente república de Alemania. El LIS está ubicada físicamente en los interiores del instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria (IHHS) de la Universidad de Piura (UDEP), ente dedicado a brindar educación superior, investigación y servicios orientados al desarrollo de la sociedad a nivel regional, nacional e internacional. (Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

El LIS, inicialmente, orientó sus actividades exclusivamente a apoyar los trabajos de investigación básica y aplicada de las áreas de Ingeniería Sanitaria e Hidráulica del IHHS de la UDEP. Posteriormente, desde 1988 también ha puesto sus instalaciones al servicio de la investigación y apoyo a la empresa pública y privada, nacional e internacional, en lo referente al control físico, químico y microbiológico de los procesos en los que la calidad del agua tiene un papel preponderante. (Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

2.1 Contexto

Hoy en día el laboratorio de Ingeniería Sanitaria busca unirse al grupo de entidades que ya se encuentran acreditadas por INDECOPI en la norma NTP ISO/IEC 17025⁴, ya que careciendo de esta acreditación, el laboratorio ha pasado, de haber trabajado con 263 empresas en los últimos 6 años (2007-2012), a trabajar solo con 38 en el 2013, puesto que preferían buscar laboratorios que sí estén acreditados.

Es importante tener en cuenta que la utilización de los servicios brindados por los laboratorios de sanidad, correctamente acreditados bajo la norma anteriormente nombrada, son demandados para el ámbito de exportación de productos agrícolas y construcción:

- Las exportaciones de productos agrícolas crecerán en 20% en el 2014 (estimo la directora ejecutiva de la Agap⁵) y según el Minagri⁶ se espera que el sector agrícola crezca hasta un 5% en el 2014. Y estos sectores concentran el 20% de los clientes potenciales del LIS.
- Mientras que el sector de construcción tendrá un crecimiento de 12% al cierre del presente año (Proyección de PMS Desarrollo inmobiliario).
- Este sector representa al 12% de los clientes potenciales del LIS.

El laboratorio de Ingeniería Sanitaria pertenece al entorno de los laboratorios de ensayos y calibración, de las cuales según el servicio nacional de acreditación existen 54 laboratorios acreditados por INDECOPI en la norma NTP ISO/IEC 17025 a nivel nacional, y de ellos, en el departamento de Piura, solo 3: Certificaciones del Perú S.A Cerper, SGS del Perú S.A.C. y Petróleos del Perú-PetroPerú SA las cuales operan a través de filiales, en las ciudades de Piura, Paita y Talara, respectivamente.

(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

2.1.2 ¿Qué realiza el laboratorio?

El laboratorio de Ingeniería Sanitaria, brinda servicios de calidad en investigación y análisis tanto a la Universidad de Piura como a empresas públicas y privadas, nacionales e internacionales, en lo referente al control físico, químico y microbiológico de los procesos en los que la calidad del agua cumple un factor importante.

El LIS realiza los siguientes análisis:

Análisis físico-químicos, de metales pesados y bacteriológicos en aguas potables, superficiales, subterráneas, residuales domésticas y residuales de actividades industriales. Entre estos análisis encontramos los ensayos de:

- PH,
- conductividad eléctrica,
- alcalinidad,
- cloruros,

⁴ Norma técnica peruana, en la que se describe todos los requisitos que los laboratorios de ensayos y calibración deben cumplir, si desean comprobar que son técnicamente competentes y que son capaces de producir resultados válidos.

⁵ Asociación de gremios productores agrarios del Perú

⁶Ministerio de agricultura.

- color,
 - demanda bioquímica de oxígeno,
 - demanda química de oxígeno,
 - dureza,
 - nitratos,
 - nitritos,
 - sólidos sedimentables,
 - sólidos totales,
 - sólidos totales disueltos,
 - sólidos totales suspendidos,
 - sulfatos,
 - microorganismos aerobios mesófilos viables,
 - coliformes totales,
 - coliformes termotolerantes,
 - E. coli, hongos y levaduras,
 - Staphylococcus aureus,
 - Análisis de metales en aguas, tales como Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio, y metales pesados tales como Cromo, Manganeso, Zinc, Cobre, Hierro, entre otros.
 - Muestreo de aguas in situ.
 - Monitoreo ambiental de aguas: diseño y ejecución de programas de monitoreo.
- (Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

2.2 Organigrama

El presente organigrama (ver imagen 3) representa la estructura de puestos vigentes en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria. (Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

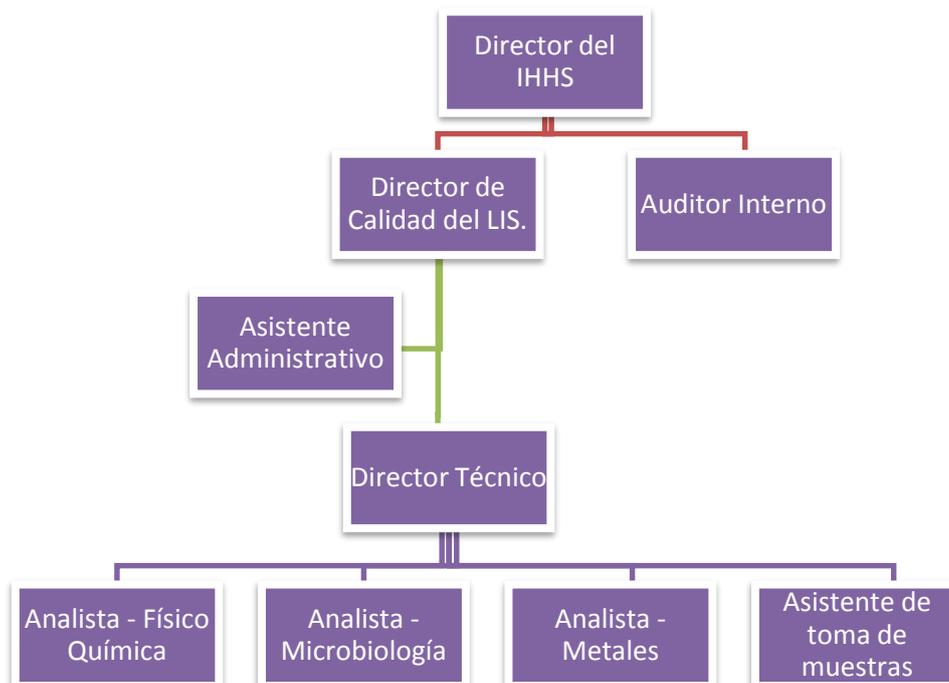


Imagen 3: Organigrama del laboratorio de Ingeniería Sanitaria.
Fuente: Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria.

2.3 Ensayos

2.3.1 Definición de ensayos

El laboratorio de Ingeniería Sanitaria realiza 38 diferentes tipos de ensayos de acuerdo al pedido del cliente:

Entre los más importantes y que están buscando ser certificados por INDECOPI (SNA.) encuentran los ensayos de:

1. **Determinación de aceites y grasas:** El presente procedimiento consiste en encontrar la cantidad de aceite y grasas en un análisis de muestras de agua (residual doméstica y residual industrial).
Para la correcta determinación se han empleado los métodos estándar 5520 D y 5520 B, que son, Extracción de Soxhlet y de partición Gravimétrica respectivamente, del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)
2. **Determinación de la Demanda química de oxígeno:** Es la cantidad de oxígeno que químicamente demanda el agua. Además es un parámetro que mide la concentración de materia orgánica en el agua, sin embargo sufre interferencia por la presencia de sustancias inorgánicas capaces de ser oxidadas (como los sulfuros, yoduros, etc.), por lo que el estudio también arroja estos resultados. El presente procedimiento es aplicable al análisis de muestras de agua (superficial, residual doméstica y residual industrial), utilizando el método estándar de reflujo abierto 5220 B, del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Aguirre, 2013)
3. **Determinación de PH:** (Potencia de hidrógeno). Es un indicador que ayuda a medir el grado de acidez⁷ o alcalinidad de una sustancia, y que permite clasificar las sustancias según su tenor ácido (valores inferiores a 7), alcalino (valores de 7 a 14) o neutro cuando tiene un valor de 7.
Para el presente procedimiento se ha empleado el método electrométrico (4500-H+ B), del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)
4. **Determinación de la Demanda bioquímica de oxígeno:** Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica biodegradable⁸ que posee un cuerpo de agua y la cantidad de oxígeno requerido para su descomposición. El presente procedimiento es aplicable al análisis de muestras de agua (superficial, residual doméstico, residual industrial).
Para el presente procedimiento se ha empleado la prueba de DBO de días (5210 B), del libro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed. (Glosario Lombricultura y Ag. Orgánica, s.f.)
(Diccionario medio Ambiente, s.f.)

⁷ Es la cantidad de ácidos libres en los aceites, vinos, frutas, hortalizas, etc.

⁸ Se refiere a la materia orgánica que puede ser descompuesta por los seres vivos.

5. **Determinación de sólidos en suspensión:** Es el proceso de hallar cuántas partículas contaminantes en suspensión se encuentran en el agua. Este proceso es muy importante ya que permite, gracias a Estándares nacionales de calidad ambiental del agua, saber si el agua se encuentra en el límite permisible para un determinado uso consumo. Este procedimiento es aplicable al análisis de muestras de agua (potable, superficial, de mar, residual doméstica y residual industrial) y para ello se ha empleado el método estándar (2540 D), del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Ministerio del ambiente, 2008)
(Guías para la calidad del agua potable, 1995)

6. **Determinación de sólidos sedimentables:** Es el proceso de hallar cuántas partículas sólidas se depositan por la fuerza de la gravedad en un recipiente, en donde el líquido permanece inmovilizado durante unos 60 minutos.
En el laboratorio se realiza con la prueba del cono IMHOFF. Y se realiza calculando el volumen de materia que se deposita en el fondo del cono dejándolo en reposo durante una hora.
El método de sólidos sedimentables (1540 F) es adecuado para la determinación de sólidos en aguas potables, de superficie y salinas, así como para aguas residuales domésticas e industriales, en una amplitud de hasta 20000 mg/l. Este método se sigue gracias al libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

7. **Determinación de la temperatura:** Es el proceso de hallar la temperatura de un determinado cuerpo. Este se realiza gracias a un equipo multifunción llamado MULTI 350i, que brinda una lectura simultánea de todos los parámetros (PH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto) en una pantalla gráfica.
El alcance del presente procedimiento está determinado por el capítulo 2550, “temperatura” del Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed, definiéndose la forma de trabajo, en el apartado 2550 B. “Métodos de laboratorio y de campo”.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

8. **Determinación de coliformes totales:** Es el proceso de determinación de microorganismos que afectan al tracto intestinal del hombre, y que se encuentran de acuerdo al tipo de aguas ya sea para consumo humano, natural, residual, salinas y aguas de proceso. En este caso para determinar los coliformes se ha empleado la técnica estandarizada 9221 B llamada Fermentación en tubo múltiple de coliformes totales, del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

- 9. Determinación de coliformes termotolerantes:** Este método nos permite encontrar los coliformes termotolerantes, que son bacterias que pertenecen al grupo coliformes, definidas como bacilos gran negativos, que tiene la capacidad de fermentar la lactosa y producir gas a 44.5C°.
El presente procedimiento es aplicable al análisis de muestras de agua potable y no potable (superficial, subterránea, de mar, residual doméstica, residual industrial y agua con tratamiento avanzado) en la que se ha empleado el método estándar 9221E, del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)
- 10. Determinación de oxígeno disuelto (OD):** El presente método consiste en hallar la concentración de oxígeno solubilizado⁹ en un líquido¹⁰.
El alcance del presente procedimiento está determinado por el capítulo 4500-O. “Oxígeno disuelto”, del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)
- 11. Determinación de E. Coli:** Es el proceso de determinación de Escherichia coli, el cual es un miembro del grupo de bacterias coliformes. El presente procedimiento es aplicable al análisis de muestras de agua de bebida, aguas subterráneas, aguas superficiales y aguas residuales, para determinar dicha bacteria, empleando el método estándar de fermentación en tubo múltiple para miembros del grupo coliformes (9221), del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)
- 12. Determinación de bacterias Heterótrofas:** El presente procedimiento sirve para la determinación de bacterias heterótrofas, bacterias que requieren de materia orgánica para desarrollar energía, contrariamente a las bacterias autótrofas.
El procedimiento es aplicable a todos los tipos de aguas, empleando el método de placa fluida 9215 B, del libro Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 2012, 22nd Ed.
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)
- 13. Determinación de nitratos:** Este método mide la absorbencia de nitratos a la longitud de onda de 220 m y se aplica para aguas no contaminadas o con bajo contenido de materia orgánica.
Este procedimiento es aplicable a aguas para consumo humano mediante espectrofotometría ultravioleta, método brindado gracias a la norma peruana NTP2145:1999 “AGUA POTABLE. Extracción de muestras.”
(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

⁹ Volver algo soluble

¹⁰ Norma legal OS. 090, Plantas de tratamiento de aguas residuales, 2006. Pág. 4

2.3.2 Reactivos

Para la realización de cada ensayo, es importante el uso de diferentes reactivos mostrados en la tabla 1:

Tabla 1. Costos de reactivos requerido para los ensayos.

Reactivos	Cantidad	Unid.	S/. Costo total (sin IGV)
Acetona de residuo inferior a 1mg/L	1000.00	ml	41.30
1,10- fenantrolina monohidratada (C ₁₂ H ₉ CIN ₂ .H ₂ O)	500.00	g	389.87
2-cloro-6-(triclorometil) piridina(TCMP)	500.00	ml	62.50
Ácido clorhídrico (HCl), 1:1	4000.00	ml	50.00
Ácido esteárico, pureza mínima de 98%	500.00	ml	85.90
Ácido glutámico	1000.00	g	461.38
Ácido nítrico 2% concentrado	500.00	ml	324.70
Ácido sulfámico (H ₃ NSO ₃)	500.00	g	431.88
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado	2500.00	ml	236.71
Agua de dilución	1000.00	ml	6.37
Agua destilada	20000.00	ml	16.00
Alcohol acetona	500.00	ml	41.30
Alcohol al 70%	500.00	ml	4.22
Alcohol etílico (95%)	1000.00	ml	11.26
Cloroformo	4000.00	ml	201.90
Cloruro de amonio (NH ₄ Cl)	500.00	g	163.08
Cloruro de calcio (CaCl ₂)	500.00	g	72.40

Tabla 1. Costos de reactivos requerido para los ensayos. (Continuación)

Reactivos	Cantidad	Unid.	S/. Costo total (sin IGV)
Cloruro de potasio 3 molar (KCl 3M)	250.00	ml	103.96
Cloruro férrico hexahidratado (FeCl ₃ .6H ₂ O)	500.00	g	405.09
Dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇)	500.00	g	375.83
Fosfato di potásico (K ₂ HPO ₄)	500.00	g	153.16
Fosfato di sódico heptahidratado (Na ₂ HPO ₄ .7H ₂ O)	500.00	g	156.94
Fosfato mono potásico (KH ₂ PO ₄)	500.00	g	129.80
Ftalato hidrógeno de potasio (KHP), C ₈ H ₅ HO ₄	100.00	g	147.50
Glucosa (C ₆ H ₁₂ O ₆)	500.00	g	97.47
Hexadecano, pureza mínima de 98%	1000.00	ml	1011.97
Hidróxido de sodio (NaOH)	500.00	g	61.27
Ioduro de potasio (KI)	500.00	g	659.20
Nitrato de Potásico anhidro	10000.00	g	586.41
n-Hexano, pureza mínima 85%, 99% mínimo de isómeros C ₆ saturado,	20000.00	ml	790.00
Oxalato de amonio – cristal violeta	500.00	g	101.65
Safranina	500.00	g	308.10
Sal Industrial	500.00	g	48.73
Salicilato de sodio	1000.00	g	9.56
Solución 10 ppm	1000.00	ml.	69.56
Solución 1000 ppm	1000.00	ml.	78.10
Solución de Lugol	1000.00	ml.	74.34

Tabla 1. Costos de reactivos requerido para los ensayos. (Continuación)

Reactivos	Cantidad	Unid.	S/. Costo total (sin IGV)
Soluciones tampón TEP 10	500.00	ml.	115.57
Soluciones tampón TEP 4	500.00	ml.	115.57
Soluciones tampón TEP 7	500.00	ml.	115.57
Sulfato de amonio ferroso hexahidratado (Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O)	500.00	g	394.12
Sulfato de mercurio (HgSO ₄)	500.00	g	442.50
Sulfato de plata (Ag ₂ SO ₄) ⁷	500.00	g	1446.01
Sulfato de sodio (Na ₂ SO ₃)	500.00	g	166.38
Sulfato de sodio anhidro (Na ₂ SO ₄)	500.00	g	52.91
Sulfato ferroso heptahidratado (FeSO ₄ ·7H ₂ O)	500.00	g	332.76
Suspensión de sílice de diatomeas	500.00	g	63.82
CLBVB	500.00	g	472.00
CLT	500.00	g	188.80
MEC	500.00	g	188.80
PCA	500.00	g	188.80
MECMUG	500.00	g	960.00
MgCl ₂ ·6H ₂ O	500.00	g	34.81
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	1000.00	g	91.90
Tartrato doble sodio y potasio	500.00	g	185.26

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3 Materiales por ensayo

Los materiales para el desarrollo de los ensayos se muestran en la tabla 2 y tabla 3, y se dividen en: materiales de “vidrio” y “otros materiales” (materiales de apoyo a los materiales de vidrio. Pueden ser de único uso o reciclables).

Tabla 2. Nombres de los materiales por ensayo.

		Materiales
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	Adaptadores de destilación Bent con punta de goteo, juntas de vidrio esmerilado 24/40.
		Desecador
		Embudo de líquido
		Embudo de separación de 2 L, con llave de paso TFE
		Frasco de Boca ancha 1L
		Matraz de destilación de 125 ml.
		Perlas de vidrio
		Tubos de centrifuga de 100ml.
		Vaso de precipitado de 250 ml.
		Varilla de agitación
	Número de Materiales	10
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	Adaptados de destilación Bent con punta de goteo, juntas de vidrio esmerilado 24/40.
		Aparato de destilación Soxhlet, con frasco de extracción de 125 ml.
		Desecador
		Fiola de 1L
		Frasco de boca ancha 1L
		Matraz de destilación de 125ml.
		Matraz de kitasato de 1L
		Perlas de vidrio
		Vaso de precipitado de 250 ml.
		Vidrio de reloj
		Disco de muselina (11cm de diámetro)
		Embudo Buchner (12 cm de diámetro)
		Papel de filtro de 11 cm de diámetro
Dedal de extracción (papel)		
	Número de Materiales	14

Tabla 2. Nombres de los materiales por ensayo. (Continuación)

		Materiales
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Bureta de 25 ml.
		Fiola de 250 ml.
		Fiola de 1L
		Matraz de Erlenmeyer de 250 ml. con cuello de vidrio esmerilado 24/40
		Pipeta volumétrica de 25 ml.
		Pipeta graduada (1 ml.)
		Pipeta graduada (5ml.)
		Pipeta graduada (10ml.)
		Pipeta graduada (25 ml.)
		Probeta de 25 ml.
		Probeta de 50 ml.
		Refrigerante de 300 mm de chaqueta con junta de cristal esmerilado 24/40
		Vaso de precipitado de 100 ml.
		Varilla de agitación
Número de Materiales	14	
4	Determinación del PH	Electrodo de referencia
		Electrodo de vidrio
		Vasos de precipitados
		Agitador
Número de Materiales	4	
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	Botella de 20 L
		Cono Imhoff
		Fiola de 1L
		Frascos de DBO con boca acampanada de 300 ml.
		Frascos de boca y tapa esmerilada de 100 ml.
		Probeta graduada de 50 ml.
		Probeta graduada de 100 ml.
		Pipeta graduada de 1 ml.
		Pipeta graduada de 5 ml.
		Pipeta graduada de 10 ml.
		Varilla de Agitación
		Vaso de precipitado de 250 ml.
		Vaso de precipitado de 1 L
		Tapa de vidrio esmerilada
		Bombilla de succión
Jarra de 500 ml.		
Varilla magnética		
Número de Materiales	17	

Tabla 2. Nombres de los materiales por ensayo. (Continuación)

		Materiales
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	Desecador, provisto de un desecante que contiene un colorímetro
		Matraz kitasato (500 ml.)
		Matraz kitasato (1000 ml.)
		Pipeta graduada de 10 ml. (serológicas)
		Probeta graduada de 100 ml.
		Probeta graduada de 1000 ml.
		Varilla de vidrio
		Vaso de precipitado (clase A)
		Embudo de filtro de membrana
		Disco de filtrado de fibra de vidrio
		Soporte magnético para filtro
	Número de Materiales	11
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	Cono Imhoff
	Número de Materiales	1
8	Determinación de la temperatura	No se utiliza
	Número de Materiales	
9	Determinación de coliformes totales	Botellas con tapa azul (40 x 134)mm capacidad 250 ml.
		frasco con agua destilada
		Pipeta graduada de 1 ml.
		Pipeta graduada de 10ml.
		Tubos Durham
	Número de Materiales	5
10	Determinación de coliformes termotolerantes	Botellas de vidrio con tapa azul (40 x 95) mm, capacidad 250 ml.
		Frasco de vidrio de 1L
		Micropipeta de 0.1 ml.
		Micropipeta de 1 ml.
		Pipetas graduadas 1ml.
		Pipetas graduadas 10 ml.
		Tubos Durham
	Número de Materiales	7

Tabla 2. Nombres de los materiales por ensayo. (Continuación)

		Materiales
11	Determinación de oxígeno disuelto	No se utiliza
	Número de Materiales	
12	Determinación de E. Coli	Tubos de ensayo de 16 mm x 150 mm con tapa de rosca
	Número de Materiales	1
13	Determinación de bacterias heterótrofas	Botellas con tapa de rosca azul (40 x 95) mm, capacidad 100 ml.
		Pipetas graduadas de 1 ml.
		Placas de Petri (65 mm)
	Número de Materiales	3
14	Determinación de Nitratos	Fiola 1 l
		Fiola 250 ml.
		Pipeta (volumétrica) 2ml.
		Pipeta (volumétrica) 5ml.
		Pipeta (volumétrica) 10ml.
		Pipeta (graduada) 1 ml.
		Pipeta (graduada) 5 ml.
		Erlenmeyer 125ml.
		Probeta 25 ml.
		vasos 100ml.
		Varillas de agitación
		Celda de cuarzo
	Número de Materiales	12
15	Metales en modo horno de grafito	Fiolas de 100 ml.
		Micropipeta variable 0.1 - 1 ml.
		Puntas de pipeta 1 ml.
		Erlenmeyer 125 ml.
		Pipeta volumétrica 100 ml.
		Tubo de Grafito
		viales de plástico para lectura 1 ml.
	Número de Materiales	7
16	Metales en modo de flama	Fiolas de 100 ml.
		Micropipeta variable 0.1 - 1 ml.
		Puntas de pipeta 1 ml.
		Erlenmeyer 125 ml.
		Pipeta volumétrica 100 ml.
		Tubos de vidrio 10 ml. (Lectura de muestras)
		Tubos para lectura de estándares 50 ml.
	Número de Materiales	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Nombres de otros materiales necesarios por ensayo.

		Otros materiales
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	Espátula
		Guantes de látex no estériles
		Lentes de protección
		Magnetos
		Mascarillas
		Pinza punta roma
		Bombilla de succión
		Pizeta con agua destilada
		Plumón indeleble punta fina
	Número de Materiales	9
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	Bombilla de succión
		Corcho taladrado
		Guantes de látex no estériles
		Magnetos
		Mascarillas
		Pinza punta plana
	Pizeta de plástico	
	Número de Materiales	7
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Bombilla de succión
		Guantes de látex no estériles
		Lentes de protección
		Magnetos
		Mascarillas
		Perlas de vidrio
		Pistón de porcelana
		Soporte universal
		Varilla magnética
	Número de Materiales	9
4	Determinación del PH	-
	Número de Materiales	0

Tabla 3. Nombres de otros materiales necesarios por ensayo (Continuación)

		Otros materiales
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	Comparador de cloro
		Guantes de látex no estériles
		Magnetos
		Mascarillas
		Plumón indeleble punta fina
		Soporte para cono Imhoff
	Número de Materiales	6
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	Bombilla de succión
		Guantes de látex no estériles
		Magnetos
		Mascarillas
		Pinza de acero
		Pizeta con agua destilada
	Plancheta de aluminio de 65 mm	
	Número de Materiales	7
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	Soporte para cono Imhoff
	Número de Materiales	1
8	Determinación de la temperatura	-
	Número de Materiales	0
9	Determinación de coliformes totales	Asa de siembra de 3mm
		Gradillas de plástico de 45 compartimientos, para tubos de ensayo de 15 x 160mm
	Número de Materiales	2
10	Determinación de coliformes termotolerantes	Asa de siembra de 3mm
		Gradillas de plástico de 45 compartimientos, para tubos de ensayo de 15 x 160 mm
		Guantes de látex
		Papel absorbente
		Pipeteador de goma
		Respiradores Makrite 3M
	Tips de 1 ml.	
	Número de Materiales	7

Tabla 3. Nombres de otros materiales necesarios por ensayo (Continuación)

		Otros materiales
11	Determinación de oxígeno disuelto	-
	Número de Materiales	0
12	Determinación de E. Coli	Asa de inoculación de 3-3.5 mm de diámetro
		Gradillas de plástico de 45 compartimentos, para tubos de ensayo
		Guantes de látex
		Respiradores Makrite 3M
		Tips estériles de 1 ml.
		Toca
		cepas de control
	Número de Materiales	7
13	Determinación de bacterias heterótrofas	Bolsas de plástico
		Guantes de látex
		Micropipeta variable de 0,1-1ml.
		Papel toalla
		Plumón indeleble punta fina
		Respiradores Makrite 3M
		Tips de 1 ml.
		Toca
	Número de Materiales	8

Fuente: Elaboración propia.

2.3.4 Equipos por procedimiento

Los equipos necesarios para el desarrollo de cada ensayo son los que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Nombres de equipos utilizados por ensayo.

		Equipos:
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	Balanza analítica
		Estufa por convección forzada. 111R.
Número de Equipos		2
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	Balanza analítica digital, 220 g, 01 mg. CP 224S.
		Bomba de vacío. DOA-P730-BN.
		Campana extractora o cabina de humos. Cat N°224730114899
		Estufa por convección forzada. 111R.
		Manta de calentamiento y combinación de 6 posiciones.
Número de Equipos		5
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.
		Balanza Analítica. Galaxy 160.
		Placa de calefacción
Número de Equipos		3
4	Determinación del PH	PH metro. Lab 860.
		Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.
		Multiparámetro. Multi 350i.
Número de Equipos		3

Tabla 4. Nombres de equipos utilizados por ensayo. (Continuación)

		Equipos:
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.
		Incubadora de baja temperatura. Modelo 815.
		Multiparámetro
		Oxímetro
	Número de Equipos	4
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.
		Balanza Analítica. Galaxy 160.
		Bomba de vacío. DOA-P730-BN.
		Estufa por convección forzada. 111R.
	Refrigeradora	
Número de Equipos	5	
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	-
		Número de Equipos
8	Determinación de la temperatura	-
		Número de Equipos
9	Determinación de coliformes totales	Cabina de seguridad biológica
		Esterilizador de asas
		Incubadora.IB-25G
		Autoclave vertical FV30 (15 l)
		Autoclave vertical FV30 (30 l)
	Vortex Mixer	
Número de Equipos	6	
10	Determinación de coliformes termotolerantes	Campana de flujo laminar. Gabinete de bioseguridad Clase II Tipo A2.
		Esterilizador de asas
		Baño de agua. 12105-75
		Incubadora.IB-25G
		Autoclave vertical FV30 (15 l)
		Autoclave vertical FV30 (30 l)
	Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	
Número de Equipos	7	

Tabla 4. Nombres de equipos utilizados por ensayo. (Continuación)

		Equipos:
11	Determinación de oxígeno disuelto	Medidor de oxígeno disuelto, OXI 730.
	Número de Equipos	1
12	Determinación de E. Coli	Baño de agua. 12105-75
		Cabina de seguridad biológica
		Esterilizador de asas
		Incubadora.IB-25G
		Lámpara de luz UV de 6W (365-366) longitud de onda larga
		Autoclave vertical FV30 (15 l)
	Número de Equipos	8
13	Determinación de bacterias heterótrofas	Cabina de seguridad biológica
		Contador de colonias-Quebec Darkfield. Modelo 3326
		Incubadora.IB-25G
		Autoclave vertical FV30 (15 l)
		Autoclave vertical FV30 (30 l)
		Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1
	Número de Equipos	6
14	Determinación de Nitratos	Espectro fotómetro UV-2910
		Balanza analítica
		Estufa para secado
	Número de Equipos	3
15	Metales modo horno de grafito	Plancha
		Equipo AAS
		Lámpara de Cátodo hueco
		Gas acetileno
		Compresora de aire
		Horno de Grafito
		Recirculador de agua
		Destilador
	Número de Equipos	10
16	Metales en modo de flama	Plancha
		Equipo AAS
		Lámpara de Cátodo hueco
		Gas acetileno
		Compresora de aire
		Destilador
		Deshionizador de trazas
		Extractor de gases
	9	

Fuente: Elaboración propia.

2.3.5 Diagramas de proceso para realización de ensayos

En el presente apartado se mostrarán los diferentes diagramas de procesos pertenecientes a cada ensayo de parámetros nombrados anteriormente (ver imagen 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19), con sus respectivos tiempos de duración real (ver tabla 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20), (gracias al método de operaciones múltiples), lo que ayudará a definir el tiempo unitario que trabaja un operario y asignar correctamente los costos.

Tener en cuenta que, cada ensayo lo realiza una persona encargada, de inicio a fin, sin la presencia de algún auxiliar. Sin embargo la actividad verificación de resultados lo realiza la ingeniera encargada del laboratorio.

1. Determinación de aceites y grasas por el método de partición gravimétrica

Tabla 5. Tiempos de las actividades referentes a ensayo de aceites y grasas por el método de partición gravimétrica.

Actividad	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad(min)
A. Preparación de la muestra	40	40
1. Preparación de equipo y materiales	15	15
2. Preparación de reactivos	15	15
• Ácido clorhídrico	5	5
• n-Hexano: 85% de pureza mínima	5	5
• Diatomeas-Sílice filtro de ayuda de suspensión	5	5
3. Determinación del volumen de la muestra	5	5
4. Preparación de la muestra	5	5
B. Análisis	20	20
5. Análisis de la muestra	20	20
C. Resultado	20	20
6. Cálculo de los resultados	5	5
7. Registro de resultados en las planillas	5	5
8. Verificación de resultados	10	10
D. Limpieza	20	20
9. Limpieza de material utilizado	20	20
Aceite y grasas	-	100

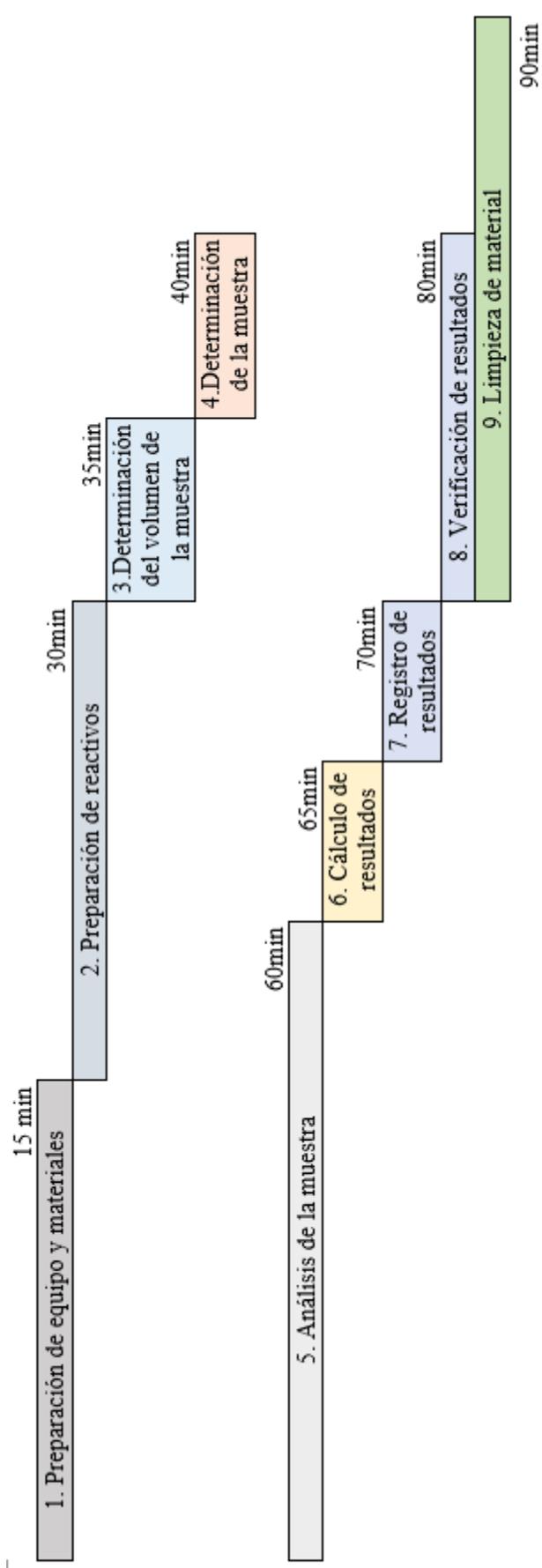


Imagen 4: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de aceites y grasas por el método de partición gravimétrica.

Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 90 min
Tiempo de MOD: 100min

2. Determinación de aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet

Tabla 6. Tiempos de las actividades referentes a ensayo de aceites y grasas por el método de extracción de Soxhlet.

Actividad	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de la muestra	285	65
1. Preparación de equipo y materiales	15	15
2. Preparación de reactivos	15	15
3. Determinación del volumen de la muestra	5	5
4. Preparación de la muestra	5	5
5. Preparar filtro	5	5
6. Destilación	240	20
B. Análisis	15	15
7. Análisis de la muestra	15	15
C. Resultado	20	20
8. Cálculo de los resultados	5	5
9. Registro de resultados en las planillas	5	5
10. Verificación de resultados	10	10
D. Limpieza	10	10
11. Limpieza de material utilizado	10	10
Aceite y grasas	-	110

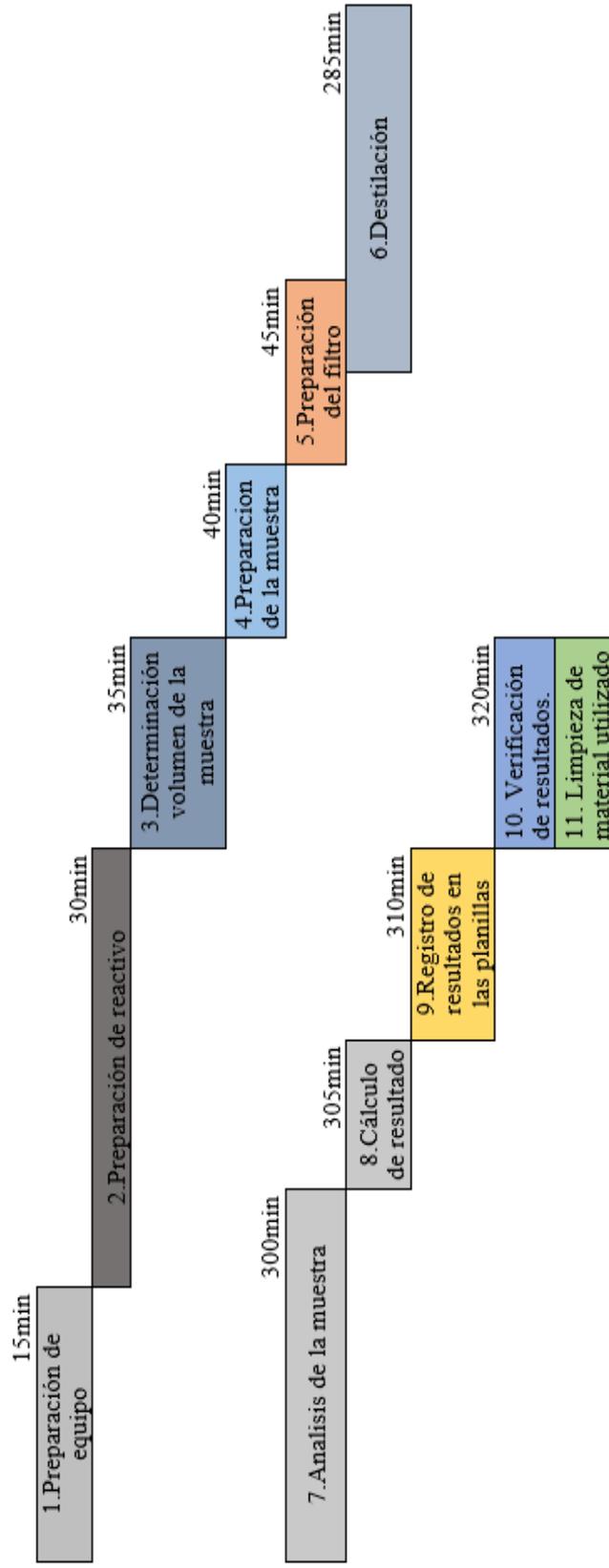


Imagen 5: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de aceites y grasas por el método de extracción de Soxhlet.

Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 320 min
 Tiempo de MOD: 110min

3. Determinación de la demanda química de oxígeno

Tabla 7. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la demanda química de oxígeno.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de la muestra	20	20
1. Muestreo y almacenamiento	15	15
2. Precauciones de seguridad	5	5
B. Análisis de la muestra	150	30
3. Sustitución de la muestra de agua	30	30
4. Digestión	120	15
C. Enfriamiento	30	0
5. Enfriamiento de muestra	30	0
D. Titulación	20	20
6. Titulación de muestra	20	20
E. Resultados	20	20
7. Cálculo de resultados	5	5
8. Registro de resultados en planillas	5	5
9. Verificación de resultados	10	10
F. limpieza	15	15
10. Limpieza de material	15	15
Demanda química de oxígeno	-	105

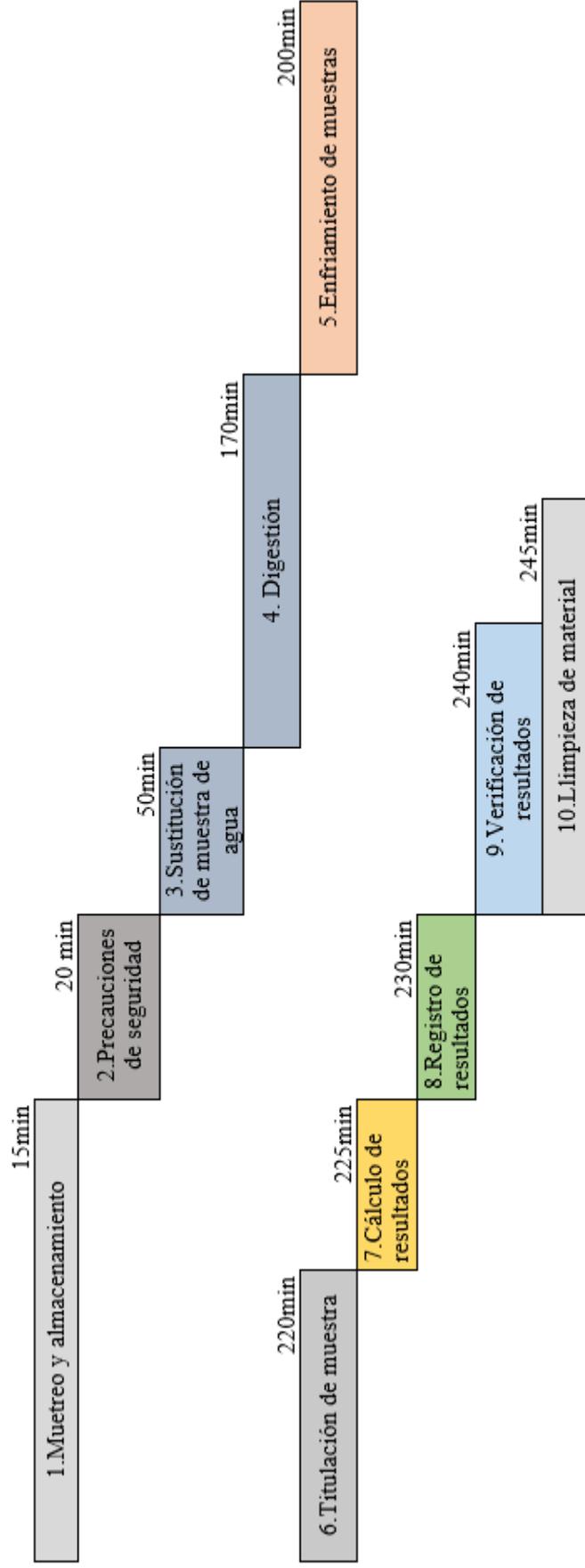


Imagen 6: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo demanda química de oxígeno.
Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 245 min
Tiempo de MOD: 105 min

4. Determinación del PH

Tabla 8. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación del PH.

Actividad	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación del equipo	35	35
1. Preparación de reactivos (4-7-10)	10	10
2. Calibrar el equipo	25	25
B. Análisis de la muestra	10	10
3. Medidor de pH	10	10
D. Resultados	9	9
4. Registro de resultados en las plantillas	1	1
5. Verificación de resultados	8	8
E. Limpieza	8	8
6. Limpieza de material utilizado en el estudio	8	8
Valor de PH	-	62

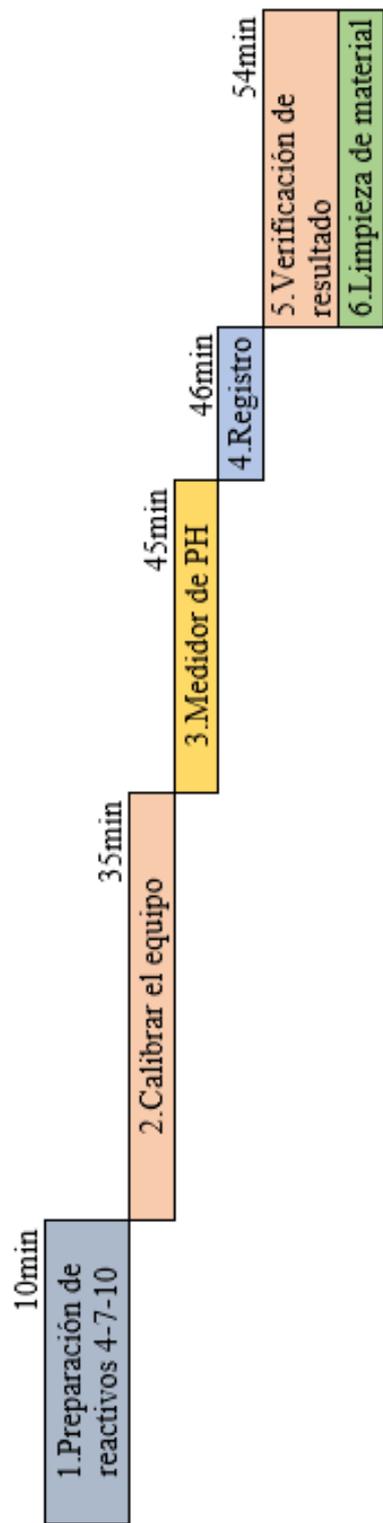


Imagen 7: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación del PH.

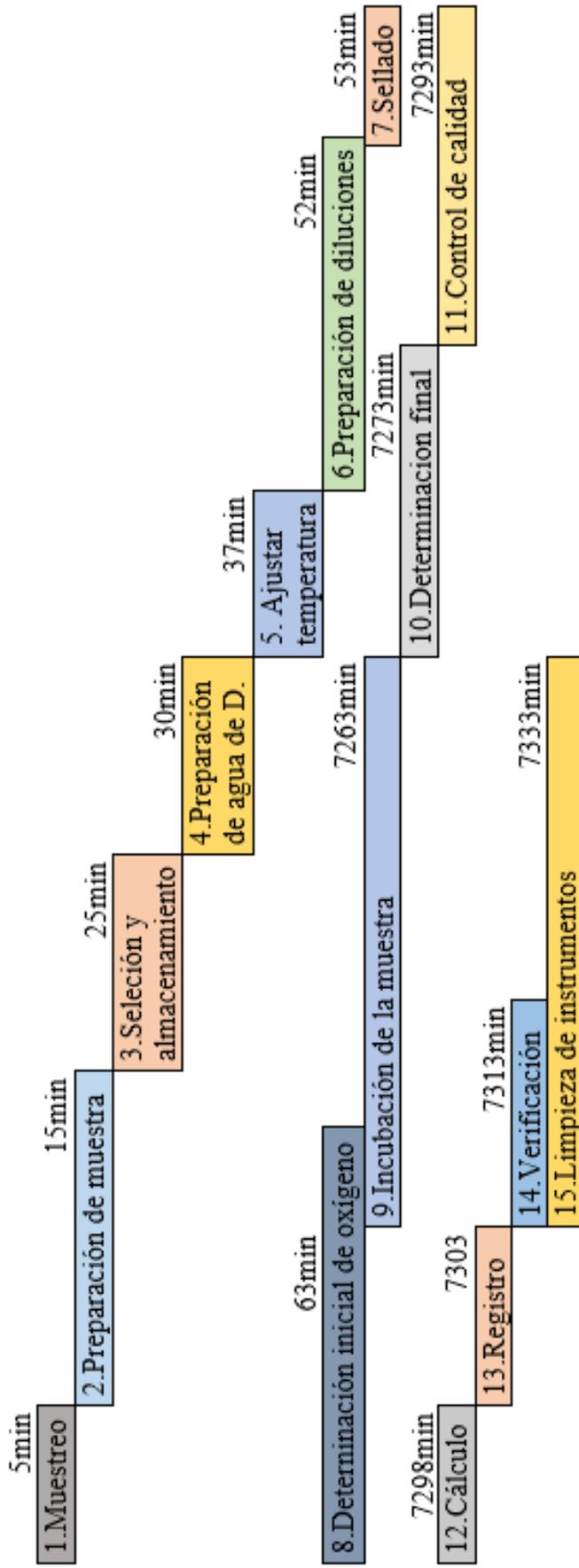
Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 54 min
 Tiempo de MOD: 62 min

5. Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Tabla 9. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de la muestra	25	25
1. Muestreo y almacenamiento	5	5
2. Preparación de la muestra y el pre tratamiento	10	10
3. Selección y almacenamiento de la fuente	10	10
B. Análisis	12	12
4. Preparación del agua de dilución	5	5
5. Ajustar temperatura de la muestra	7	7
C. Procedimiento de la prueba	7256	106
6. Preparación de diluciones	15	15
7. Sellado de botellas	1	1
8. Determinación inicial del Oxígeno	10	10
9. Incubación de la muestra	7200	50
10. Determinación final del Oxígeno	10	10
11. Control de calidad	20	20
D. Resultados	20	20
12. Cálculo de resultados	5	5
13. Registro de resultados en planillas	5	5
14. Verificación de resultados	10	10
F. limpieza	30	30
15. Limpieza de instrumentos	30	30
Demanda bioquímica de oxígeno	-	193



Duración Proceso: 7333min
 Tiempo de MOD: 193 min

Imagen 8: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno

Fuente: Elaboración propia.

6. Determinación de sólidos totales suspendidos

Tabla 10. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de sólidos totales suspendidos.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de filtros	960	40
1.Secado	720	20
2.Pesado/disecado	240	20
B. Análisis de la muestra	20	20
3. Análisis de las muestras	20	20
C. Filtrar Muestra	960	40
4.Secado	720	20
5.Pesado/disecado	240	20
C. Resultado	18	18
6. Cálculos de resultados	5	5
7. Registro de resultados en la plantilla	5	5
8. Verificación de resultados.	8	8
D. Limpieza	10	10
9. Limpieza de material utilizado	10	10
Sólidos totales suspendidos	-	128

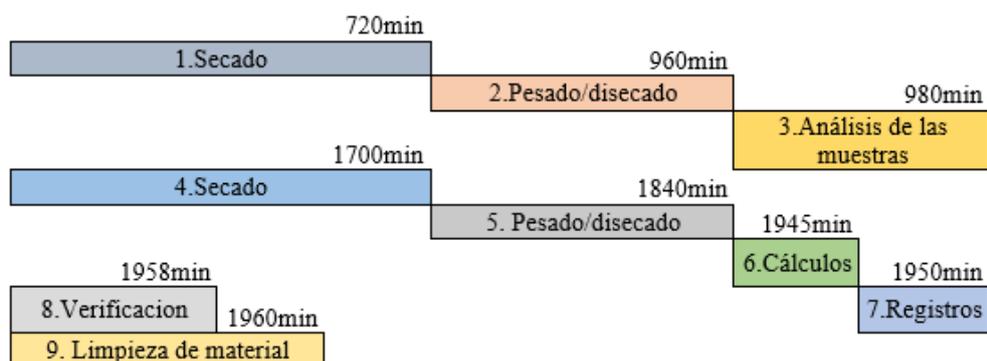


Imagen 9: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo sólidos totales suspendidos.

Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 1960 min
Tiempo de MOD: 128 min

7. Determinación de sólido sedimentables

Tabla 11. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de sólidos sedimentables.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Análisis de la muestra	60	15
1. Análisis con cono INHOFF	60	15
B. Resultado	20	20
2. Cálculo de resultados	5	5
3. Registro de resultados en la plantilla	5	5
4. Verificación de resultados.	10	10
C. Limpieza	10	10
5. Limpieza de material utilizado	10	10
Sólidos sedimentables	-	45

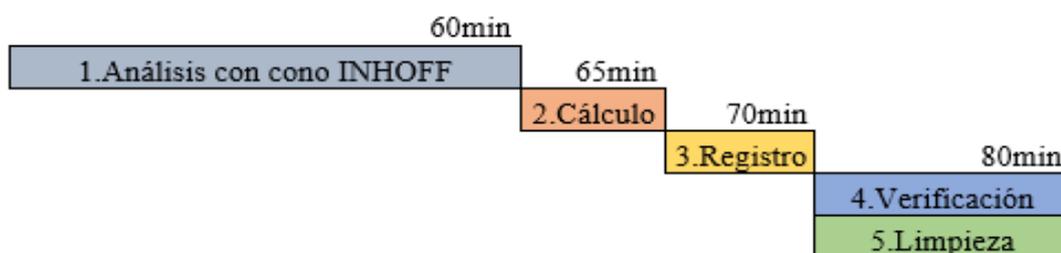


Imagen 10: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de sólidos sedimentables

Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 80 min
Tiempo de MOD: 45 min

8. Determinación de temperatura

Tabla 12. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de temperatura.

Actividad	Tiempos aproximados proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de la muestra	20	20
1. Determinación del lugar de estudio	5	5
2. Preparar los instrumentos a utilizar	15	15
B. Análisis de la muestra	5	5
3. Colocar el instrumento en el lugar de medición	5	5
C. Resultado	15	15
4. Registrar el dato que indica el termómetro	5	5
5. Verificación de resultados	10	10
D. Limpieza de material	5	5
6. Limpieza del material	5	5
Temperatura	-	45

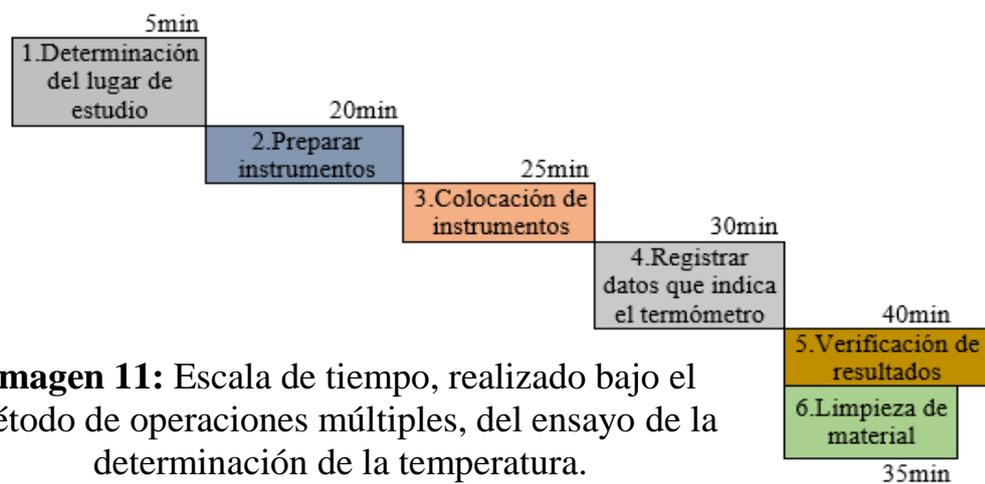


Imagen 11: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de la temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 40 min
Tiempo de MOD: 45 min

9. Determinación de coliformes totales

Tabla 13. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de coliformes totales.

Actividad	Tiempos aproximados proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de medios de cultivos	300	300
1.Preparación de medios de cultivos utilizados para el análisis	300	300
B. Preparación de material para análisis	15	15
2.Colocar el instrumento en el lugar de medición	15	15
C. Análisis	60	60
3.Fase Presuntiva	15	15
4.Lectura de los resultados	10	10
5.Fase Confirmativa	25	25
6.Lectura de los resultados	10	10
D. Cálculo	15	15
7.Cálculos de muestra	15	15
E. Registro	10	10
8.Registo de resultados obtenidos de los tubos	10	10
F. Verificación	10	10
9.Verificación de resultados	10	10
G. Limpieza	240	240
10.Esterilización	90	90
11.Lavado	60	60
12.Secado	90	90
Coliformes totales	-	650

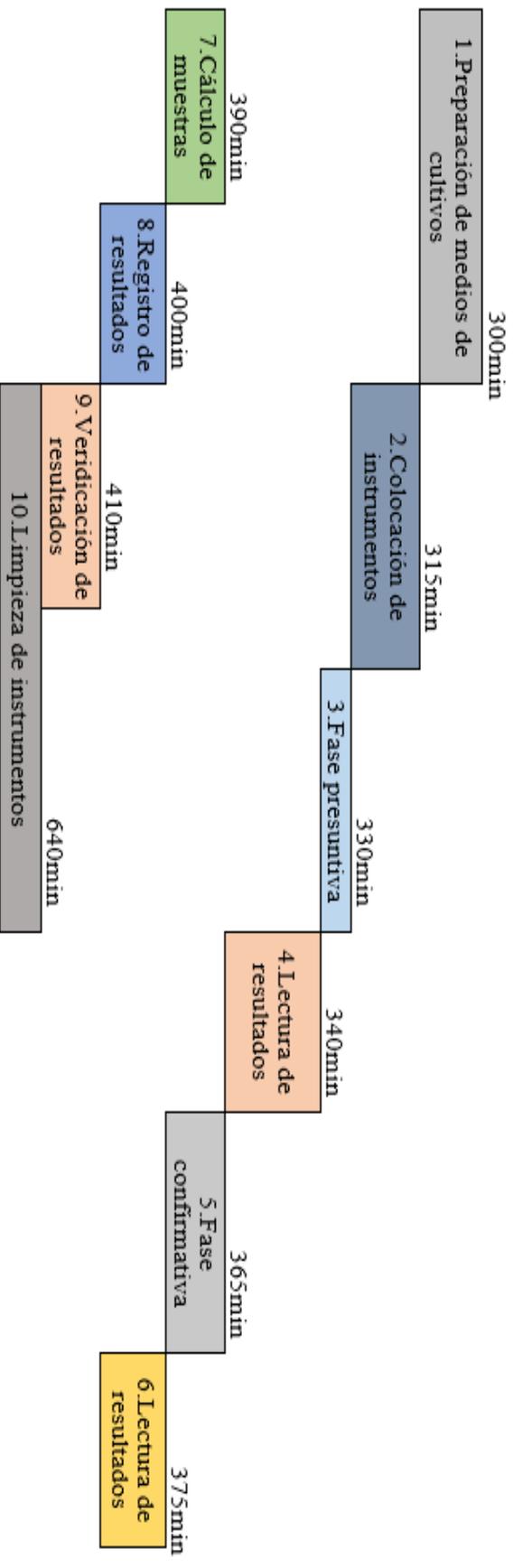


Imagen 12: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de coliformes totales.

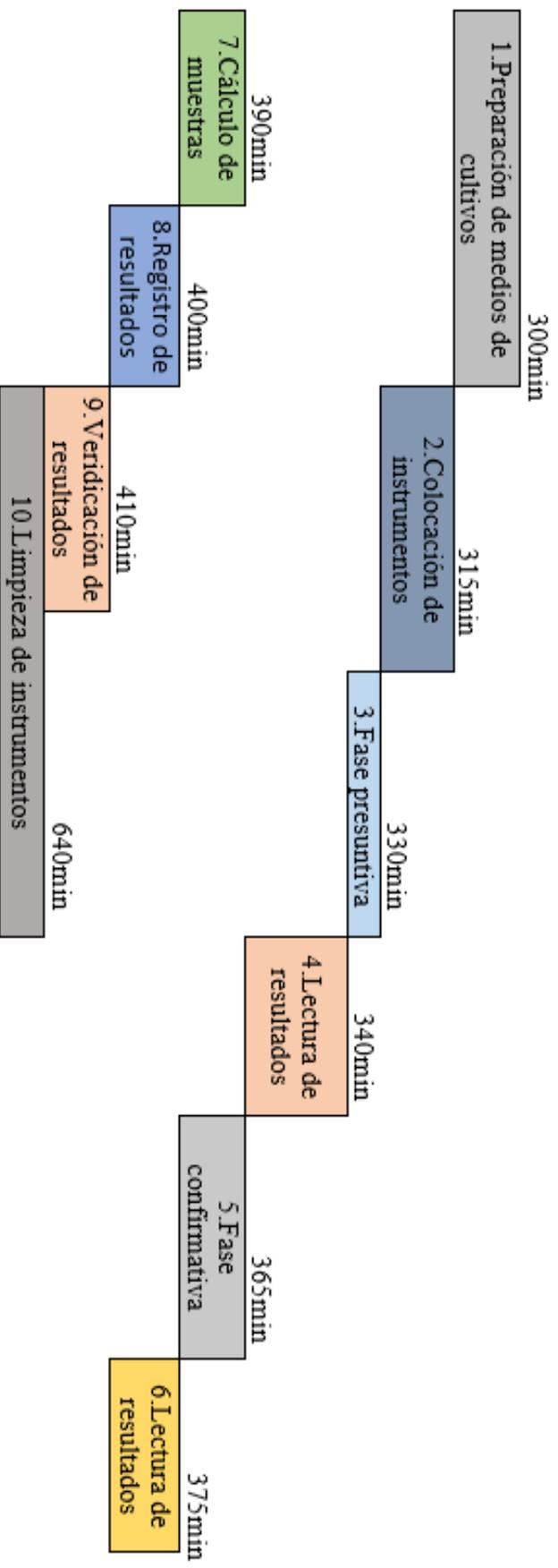
Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 640min
 Tiempo de MOD: 650 min

10. Determinación de coliformes termotolerantes

Tabla 14. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de coliformes termotolerantes.

Actividad	Tiempo aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de medios de cultivos	300	300
1.Preparacion de medios de cultivos utilizados para el análisis	300	300
B. Preparación de material para análisis	15	15
2.Colocar el instrumento en el lugar de medición	15	15
C. Análisis	60	60
3.Fase Presuntiva	15	15
4.Lectura de los resultados	10	10
5.Fase Confirmativa	25	25
6.Lectura de los resultados	10	10
D. Cálculo	15	15
7.Calculos de muestra	15	15
E. Registro	10	10
8.Registo de resultados obtenidos de los tubos	10	10
F. Verificación	10	10
9.Verificación de resultados	10	10
G. Limpieza	240	240
10.Esterilización	90	90
11.Lavado	60	60
12.Secado	90	90
Coliformes termotolerantes	-	650



Duración Proceso: 640min
 Tiempo de MOD: 650 min

Imagen 13: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de coliformes termotolerantes.

Fuente: Elaboración propia.

11. Determinación de oxígeno disuelto

Tabla 15. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de oxígeno disuelto.

Actividad	Tiempo aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de la muestra	10	10
1. Calibración del equipo (Electrodo de membrana)	10	10
B. Análisis de la muestra	10	10
2. Muestra de medición	5	5
3. Validación del efecto de la temperatura	5	5
C. Resultado	13	13
4. Registrar los datos en los archivos	3	3
5. Verificación de resultados	10	10
D. Limpieza	8	8
6. Limpieza de los instrumentos	8	8
Oxígeno disuelto	-	41

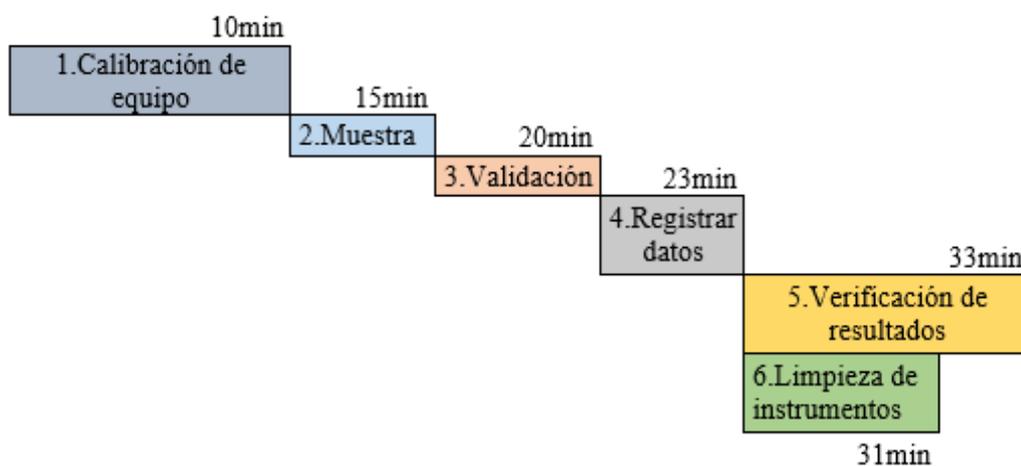


Imagen 14: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de oxígeno disuelto.

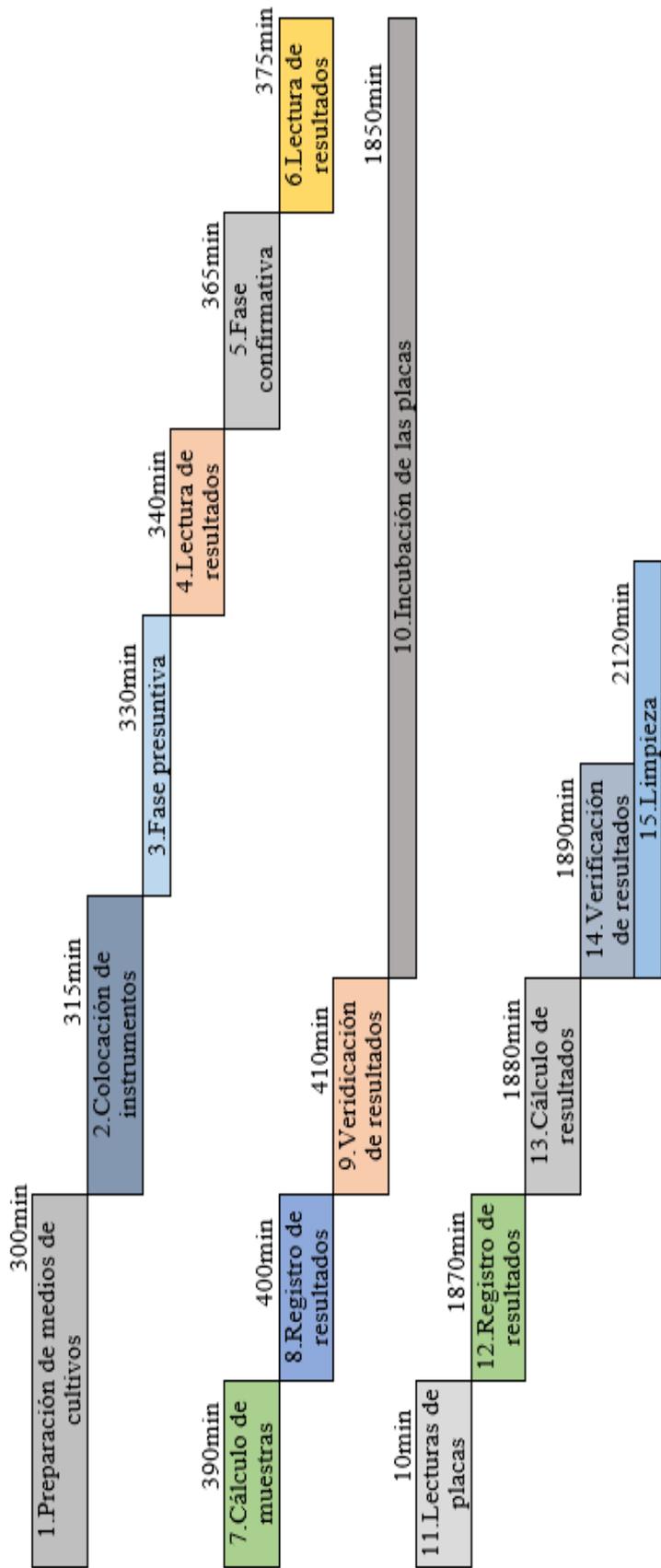
Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 31 min
Tiempo de MOD: 41 min

12. Determinación de E. Coli

Tabla 16. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de E. coli.

Actividad	Tiempo aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de medios de cultivos	300	300
1.Preparacion de medios de cultivos utilizados para el análisis	300	300
B. Preparación de material para análisis	15	15
2.Colocar el instrumento en el lugar de medición	15	15
C. Análisis	60	60
3.Fase Presuntiva	15	15
4.Lectura de los resultados	10	10
5.Fase Confirmativa	25	25
6.Lectura de los resultados	10	10
D. Cálculo	10	10
7.Calculos de muestra	10	10
E. Registro	10	10
8.Registo de resultados obtenidos de los tubos	10	10
F. Determinación de E.coli	15	15
9.Homogenealización de tubos positivos	15	15
G. Incubación	1440	30
10.Incubación de las placas	1440	30
H. Lectura	10	10
11.Lectura de las placas	10	10
I. Registro	10	10
12.Registro de resultados	10	10
J. Cálculo	10	10
13. Cálculo de resultados	10	10
F. Verificación	10	10
14.Verificación de resultados	10	10
G. Limpieza	240	195
15.Esterilización	90	90
16.Lavado	60	60
17.Secado	90	45
<i>E. Coli</i>	-	675



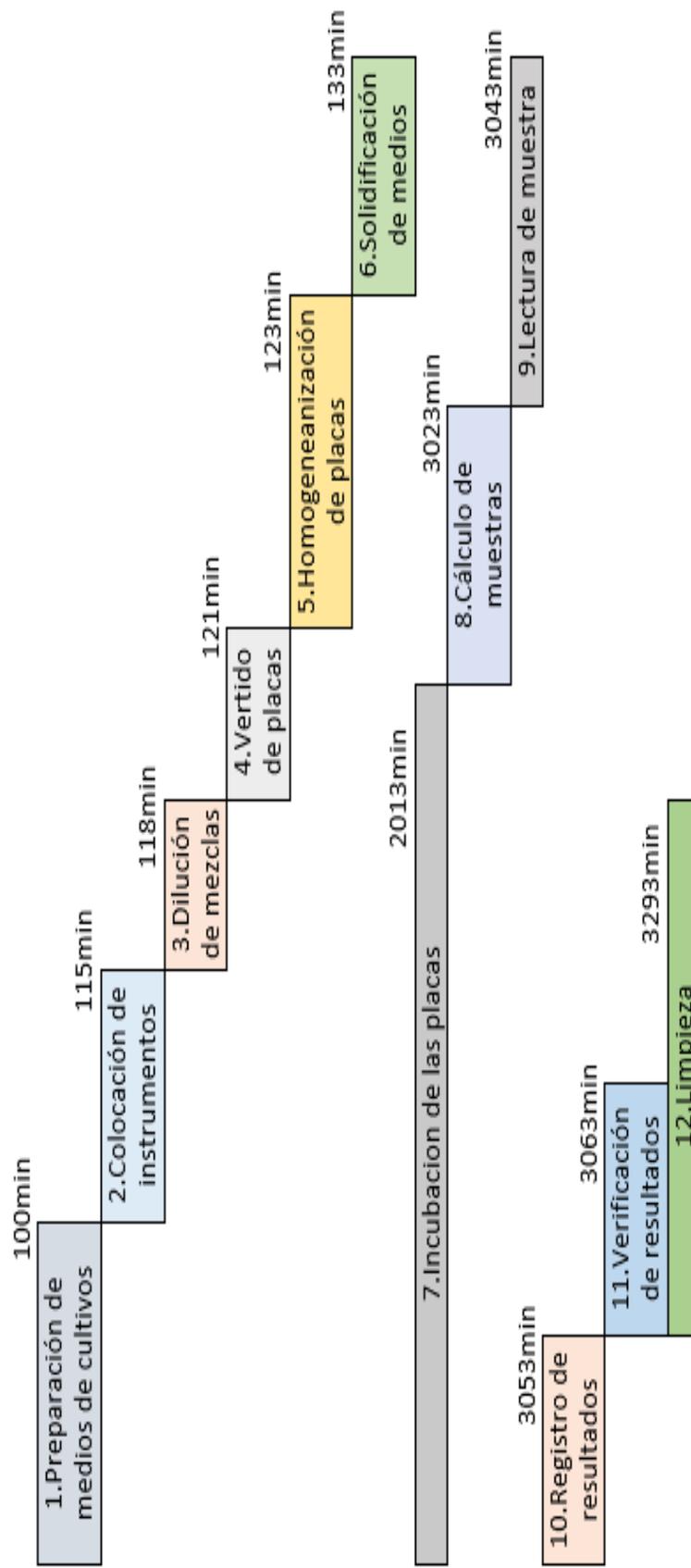
Duración Proceso: 2120min
 Tiempo de MOD: 675 min

Imagen 15: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de E. coli.
 Fuente: Elaboración propia.

13. Determinación de bacterias heterótrofas

Tabla 17. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de bacterias heterótrofas.

Actividad	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de medios de cultivos	100	100
1.Preparacion de medios de cultivos utilizados para el análisis	100	100
B. Preparación de material para análisis	15	15
2.Colocar el instrumento en el lugar de medición	15	15
C. Análisis	18	18
3.Dilucion de la mezcla	3	3
4.Vertido en la placa	3	3
5.Homegeanización de placas	2	2
6.Solidificación de medio de cultivo	10	10
D. Incubación	2880	30
7.Incubación de las placas	2880	30
E. Cálculo	10	10
8.Calculos de muestra	10	10
F. Lectura	20	20
9.Lectura de la muestra	20	20
G. Registro	10	10
10.Registo de resultados obtenidos de los tubos	10	10
H. Verificación	10	10
11.Verificación de resultados	10	10
I. Limpieza	240	195
12.Esterilización	90	90
13.Lavado	60	60
14.Secado	90	45
Bacterias heterótrofas	-	408



Duración Proceso: 3293min
Tiempo de MOD: 408 min

Imagen 16: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de bacterias heterótrofas.
Fuente: Elaboración propia.

14. Determinación de nitratos

Tabla 18. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de nitrato.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación reactivos	610	165
1.Reactivos del proceso (Primera parte del análisis)	60	60
• Salic. Sódico 5%		
• Estándar a hijos		
• Blanco		
• Muestra		
2.Secado en estufa (75-80°C)	460	15
3.SegU.o análisis	90	90
• Tratamiento	60	60
• Lectura	30	30
B. Resultados	30	30
4.Cálculo y registro de resultados	30	30
C. Verificación	10	10
5.Verificación de resultados	10	10
D. Limpieza	30	30
6.Limpieza de instrumentos	30	30
Nitratos	-	235

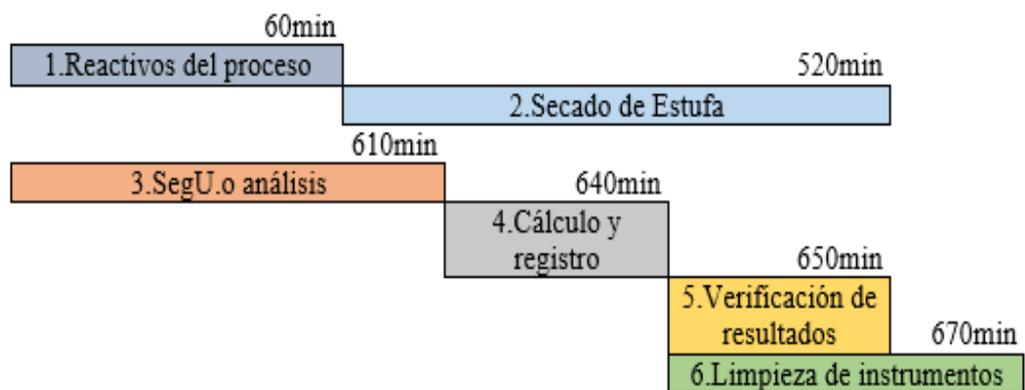


Imagen 17: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de nitratos.

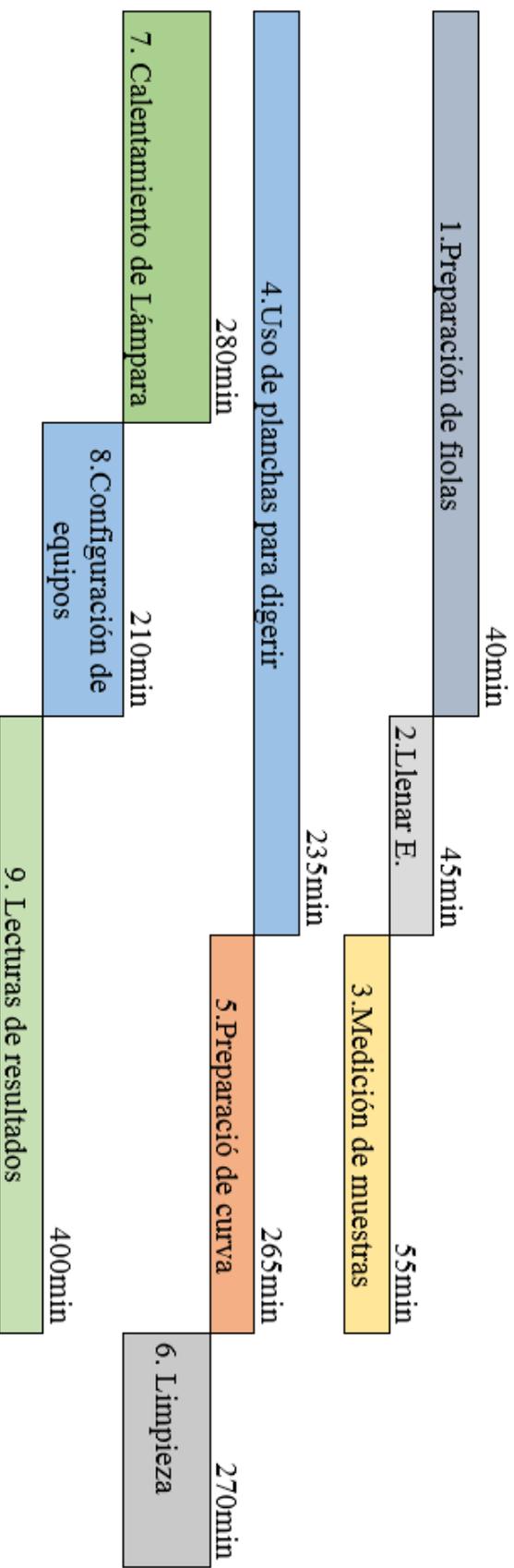
Fuente: Elaboración propia.

Duración Proceso: 670 min
Tiempo de MOD: 235 min

15. Determinación de metales en modo de horno de grafito

Tabla 19. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de metales en modo de horno de grafito.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de materiales de vidrio para soluciones y muestras	40	40
1. Preparación de fiolas	40	40
B. Preparar material de vidrio para digestión muestras	5	5
2. Llenar los Erlenmeyer	5	5
C. Digestión de muestras	190	20
3. Mediciones de muestras	10	10
4. Uso de plancha para digerir	180	10
D. Preparación de soluciones para curva estándar	30	30
5. Preparación de curva estándar	30	30
E. Preparación de equipos para lectura de resultados	135	135
6. Limpieza de equipos con papel lente	5	5
7. Calentamiento de lámpara	10	10
8. Configuración de equipos	30	30
9. Lecturas	90	90
Metales en modo horno de grafito	-	230



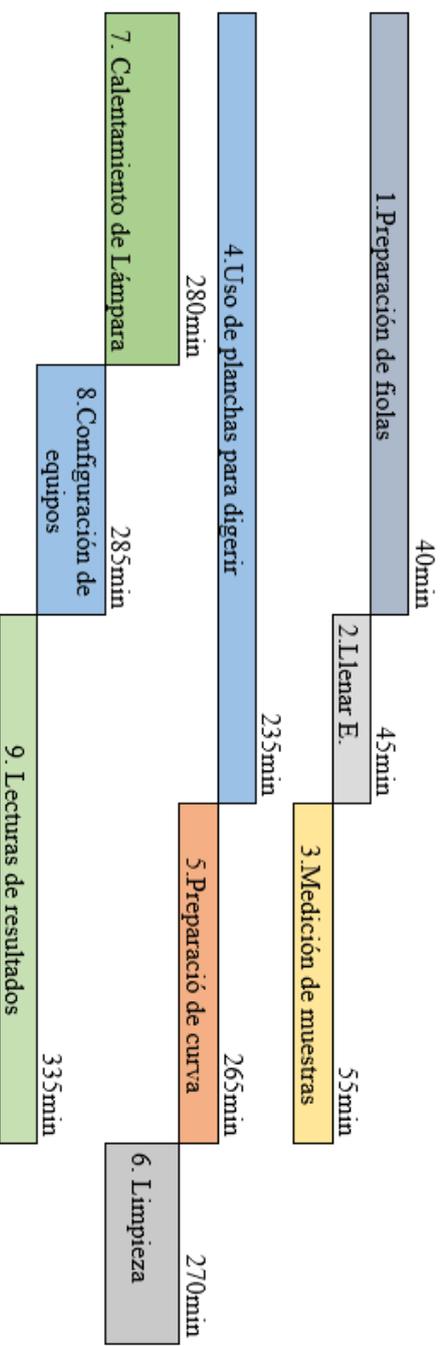
Duración Proceso: 400 min
 Tiempo de MOD: 230min

Imagen 18: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de metales en modo de horno de grafito.
 Fuente: Elaboración propia.

16. Determinación de metales en modo de flama

Tabla 20. Tiempos de las actividades referentes al ensayo de la determinación de metales en modo de flama.

Actividades	Tiempos aproximado proceso (min)	Tiempos de MOD por unidad (min)
A. Preparación de materiales de vidrio para soluciones y muestras	40	40
1. Preparación de fiolas	40	40
B. Preparar material de vidrio para digestión muestras	5	5
2. Llenar los Erlenmeyer	5	5
C. Digestión de muestras	190	20
3. Medición de muestras	10	10
4. Uso de plancha para digerir	180	10
D. Preparación de soluciones para curva estándar	30	30
5. Preparación de curva estándar	30	30
E. Preparación de equipos para lectura de resultados	70	70
6. Limpieza de equipos con papel lente	5	5
7. Calentamiento de lámpara	10	10
8. Configuración de equipos	5	5
9. Lecturas	50	50
Metales en modo de flama	-	165



Duración Proceso: 335 min
 Tiempo de MOD: 165 min

Imagen 19: Escala de tiempo, realizado bajo el método de operaciones múltiples, del ensayo de la determinación de metales en modo de flama. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 3:

Desarrollo de los sistemas de costeos para el laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

3.1 Datos importantes

Se consideran datos importantes, aquellos valores ineludibles para llevar a cabo los costeos necesarios, tales como: Los sueldo de trabajadores por cargo, unidades vendidas, depreciación de equipos, materiales y local (obviado en este caso, puesto que ya se depreció), energía consumida, costo de insumo, costos de calibración, fletes, tiempo de mano de obra directa y valor venta actual por ensayos.

3.1.1 Sueldo de los trabajadores por cargo

En la tabla 21, se muestran los sueldos de cada trabajador, de acuerdo al cargo que poseen en el laboratorio. En la tabla 22, estos montos ya se han incluido todos los beneficios laborales concernientes al régimen general como lo es: las vacaciones, asignación familiar, gratificaciones anuales, CTS, y seguro.

Tabla 21. Sueldos de cada trabajador según los cargos.

Cargos	Sueldos (S/.)
Director del instituto de hidráulica, hidrología e Ingeniería Sanitaria	8000.00
Director de calidad del laboratorio de Ingeniería Sanitaria	4000.00
Director técnico del laboratorio de Ingeniería Sanitaria (encargado de metales)	2500.00
Asistente administrativo	1500.00
Analista de área (encargado de microbiología)	2000.00
Asistente de toma de muestra (encargado de físico-química)	1500.00

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tomar en cuenta que se consideran como mano de obra directa las actividades realizadas por: el director técnico del laboratorio de Ingeniería Sanitaria (encargado de metales), el analista de área de microbiología y el asistente de toma de muestra (encargado de físico química).

El director del instituto de hidráulica hidrología e Ingeniería Sanitaria, el director de calidad del laboratorio de Ingeniería Sanitaria y el asistente administrativo, son considerado como costos fijos.

Para hallar los sueldos incluyendo los beneficios que paga la universidad, es necesario hacer un simulador de beneficios para obtener un factor aplicable a cada monto:

Para un sueldo básico cualquiera de S/.1000:

	Monto	Cantidad al año	Total
Básico	1000	11	11000
Vacaciones	1000	1	1000
Asig. Familiar (10% de 750)	75	12	900
Gratificaciones	1000	2	2000
CTS	1000	1	1000
Seguro (9%)			1431
		Total	17331
		Básico	11000
		Factor Beneficios	1.58

El factor de beneficio es 1.58, por lo tanto a cada sueldo se deberá multiplicar este factor (ver tabla 22).

Tabla 22. Sueldos de cada trabajador más beneficios, según los cargos.

Cargos	Sueldos (S/.)
Director del instituto de hidráulica, hidrología e Ingeniería Sanitaria	12604.36
Director de calidad del laboratorio de Ingeniería Sanitaria	6302.18
Director técnico del laboratorio de Ingeniería Sanitaria (encargado de metales)	3938.86
Asistente administrativo	3151.09
Analista de área (encargado de microbiología)	3151.09
Asistente de toma de muestra (encargado de físico-química)	2363.32

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Unidades vendidas

Según el registro histórico que maneja el laboratorio de sanidad del instituto de Hidráulica de la Universidad de Piura, señala que en los último 7 años, las ventas por ensayo en promedio, son las que aparecen en la tabla 23:

Tabla 23. Unidades producidas mensuales en promedio por cada ensayo.

	Ensayos	Unid. Producidas al mes
1	Aceites y grasas por el método de partición Gravimétrica	16
2	Aceites y grasas por el método de extracción de Soxhlet	16
3	Demanda química de oxígeno (DQO)	71
4	Determinación del valor del PH	1
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	9
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	44
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	2
8	Determinación de la temperatura	25
9	Determinación de coliformes totales	44
10	Determinación de coliformes termotolerantes	41
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	22
12	Determinación de E. Coli	2
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	7
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	20
15	Metales en el modo de horno de grafito	16
16	Metales en modo de flama	16

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Depreciación de equipos por ensayo

Se ha utilizado la depreciación lineal, puesto que expresa el valor en función del tiempo y no del uso. Se ajusta mucho, debido a que un equipo puede ser utilizado en más de un ensayo, caso contrario si se ajustara de acuerdo al uso, podría perder su valor muy pronto.

La fórmula para llevar a cabo la depreciación lineal es la siguiente:

$$\text{Depreciación Lineal} = \frac{\text{Valor del Activo}}{\text{Vida útil del activo}}$$

Según el reglamento del TUO de la ley del impuesto a la renta (ver anexo D), las maquinaria y equipos adquiridos a partir del 01/01/91, tienen un tiempo de vida útil de 10 años. Por lo tanto para el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, aquellos equipos que fueron adquiridos desde el año 2004 ($2014 - 10 = 2004$) tienen aún valor.

Para el caso del agitador magnético cuyo valor sin IGV es S/.4666.67, y su año de adquisición fue el 2008, su depreciación sería de la siguiente manera: Como es del año 2008, se puede realizar depreciación lineal, $4666.67/10=466.67$, además este equipo es utilizado en cuatro ensayos diferentes, por lo tanto es necesario distribuir su depreciación, para que este costo no castige a ensayos que no lo merezcan, por tal motivo, la mejor base de reparto sería, horas máquina.

Equipo	Valor venta (S./) sin IGV	Año adq.	Depreciación total	Ensayos que lo requieren
Agitador magnético	4666.67	2008	466.67	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
				Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
				Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C
				Determinación del valor del PH

Se tiene las H-máq. trabajadas en cada ensayo, que al multiplicarlo con las unidades vendidas por cada ensayo, se obtiene las H-máq totales.

Ensayos	H-máq en cada ensayo		U. vendidas x año		H-máq (total)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	5	x	71	=	355
Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	20	x	9	=	180
Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	10	x	44	=	440
Determinación del valor del PH	10	x	1	=	10
					985

Ahora es necesario calcular el porcentaje de incidencia que nos ayudará a distribuir adecuadamente los costos del equipo.

H-máq (total)		Total H-maq.		Incidencia
355	/	985	=	0.36
180	/	985	=	0.18
440	/	985	=	0.45
10	/	985	=	0.01
985				

El porcentaje de incidencia de cada ensayo es multiplicado por el monto de la depreciación total del equipo nombrado anteriormente y a su vez es dividido entre 12 para obtener un monto mensual.

Incidencia (%)		Depreciación total		Meses		Depreciación por ensayo (mensual) (S/.)
0.36	x	466.67	/	12	=	14.02
0.18	x	466.67	/	12	=	7.11
0.45	x	466.67	/	12	=	17.37
0.01	x	466.67	/	12	=	0.39

Equipo	Depreciación total	Ensayos que lo requieren	Depreciación por ensayo (mensual) (S/.)
Agitador magnético	466.67	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	14.02
		Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	7.11
		Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	17.37
		Determinación del valor del PH	0.39

Este procedimiento se repite para cada equipo (ver tabla 24, 25 y 26)

Tabla 24. Valor venta de equipo, año y ensayos al que pertenecen.

Equipo	Valor venta (S/.)	Año	Ensayos
Agitador magnético. Modelo mono, color gris "H+P".	4666.67	2008	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Agitador magnético. Modelo mono, color gris "H+P".	4666.67	2008	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
Agitador magnético. Modelo mono, color gris "H+P".	4666.67	2008	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C
Agitador magnético. Modelo mono, color gris "H+P".	4666.67	2008	Determinación del valor del PH

Tabla 24. Valor venta de equipo, año y ensayos al que pertenecen. (Continuación)

Equipo	Valor venta (S/.)	Año	Ensayos
Autoclave vertical FV30	7589.56	2004	Determinación de bacterias heterótrofas
Autoclave vertical FV30	7589.56	2004	Determinación de coliformes termotolerantes
Autoclave vertical FV30	7589.56	2004	Determinación de coliformes totales
Autoclave vertical FV30	7589.56	2004	Determinación de E. Coli
Autoclave vertical FV30	10995.6	2008	Determinación de bacterias heterótrofas
Autoclave vertical FV30	10995.6	2008	Determinación de coliformes termotolerantes
Autoclave vertical FV30	10995.6	2008	Determinación de coliformes totales
Autoclave vertical FV30	10995.6	2008	Determinación de E. Coli
Balanza analítica	2587.41	2003	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)
Balanza analítica digital, 220 g, 01 mg. CP 224S.	10995.6	2001	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet
Balanza analítica digital, 220 g, 01 mg. CP 224S.	10995.6	2001	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica
Balanza Analítica. Galaxy 160.	2587.41	2003	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Balanza Analítica. Galaxy 160.	2587.41	2003	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C
Baño de agua. 12105-75	2810.37	1997	Determinación de coliformes termotolerantes
Baño de agua. 12105-75	2810.37	1997	Determinación de E. Coli
Bomba de vacío.	3198.72	2002	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet
Bomba de vacío.	3198.72	2002	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C
Cabina de seguridad biológica	45629.63	2008	Determinación de bacterias heterótrofas
Cabina de seguridad biológica	45629.63	2008	Determinación de coliformes totales
Cabina de seguridad biológica	45629.63	2008	Determinación de E. Coli
Campana de flujo laminar. Gabinete de bioseguridad	43543.11	2008	Determinación de coliformes termotolerantes
Campana extractora o cabina de humos. Cat N°224730114899	3905.84	2003	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet
Compresora de aire	290.37	2001	Metales en modo de flama
Compresora de aire	290.37	2001	Metales en el modo de horno de grafito
Contador de colonias-Quebec Darkfield.Modelo 3326	18676	2010	Determinación de bacterias heterótrofas
Deshionizador de trazas	3920	2006	Metales en modo de flama
Deshionizador de trazas	3920	2006	Metales en el modo de horno de grafito

Tabla 24. Valor venta de equipo, año y ensayos al que pertenecen. (Continuación)

Equipo	Valor venta (S/.)	Año	Ensayos
Equipo AAS	9333.33	2002	Metales en modo de flama
Equipo AAS	45629.63	2008	Metales en el modo de horno de grafito
Espectro fotómetro UV-2910	5511.04	1998	Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)
Esterilizador de asas	2899.56	2001	Determinación de coliformes termotolerantes
Esterilizador de asas	2899.56	2001	Determinación de coliformes totales
Esterilizador de asas	2899.56	2001	Determinación de E. Coli
Estractor de gases	3905.84	2003	Metales en el modo de horno de grafito
Estractor de gases	6574.96	2004	Metales en modo de flama
Estufa para secado	6222.22	2009	Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)
Estufa por convección forzada. 111R.	9625.78	2004	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet
Estufa por convección forzada. 111R.	9625.78	2004	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica
Estufa por convección forzada. 111R.	9625.78	2004	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C
Gas acetileno	252.00	2000	Metales en modo de flama
Gas acetileno	18676.00	2010	Metales en el modo de horno de grafito
Horno de Grafito	5500.00	2001	Metales en el modo de horno de grafito
Incubadora de baja temperatura. Model 815.	2899.56	2002	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
Incubadora.IB-25G	8651.59	1997	Determinación de bacterias heterótrofas
Incubadora.IB-25G	8651.59	1997	Determinación de coliformes termotolerantes
Incubadora.IB-25G	8651.59	1997	Determinación de coliformes totales
Incubadora.IB-25G	8651.59	1997	Determinación de E. Coli
Lámpara de Cátodo hueco	0.00	1999	Metales en modo de flama
Lámpara de Cátodo hueco	0.00	1999	Metales en el modo de horno de grafito
Lámpara de luz UV de 6W (365-366 nm) longitud de onda larga	342.22	2010	Determinación de E. Coli
Manta de calentamiento y combinación de 6 posiciones.	13660.88	2002	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet

Tabla 24. Valor venta de equipo, año y ensayos al que pertenecen. (Continuación)

Equipo	Valor venta (S/.)	Año	Ensayos
Multiparámetro. Multi 350i.	11995.20	1998	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
Multiparámetro. Multi 350i.	11995.20	1998	Determinación del valor del PH
Oxímetro	145.19	2007	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
pHmetro. Lab 860.	1451.55	2005	Determinación del valor del PH
Placa de calefacción	1932.00	2004	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Plancha	1848.00	2004	Metales en modo de flama
Plancha	13660.88	2002	Metales en el modo de horno de grafito
Recirculador de agua	835.80	2006	Metales en el modo de horno de grafito
Refrigeradora	6352.61	2000	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C
Termometro	248.00	2007	Determinación de la temperatura
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	3799.60	2009	Determinación de bacterias heterótrofas
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	3799.60	2009	Determinación de coliformes termotolerantes
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	3799.60	2009	Determinación de coliformes totales
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	3799.60	2009	Determinación de E. Coli

Tabla 25. Cálculo de depreciación por equipo.

Equipo	Depreciación total	Ensayos	H-máq	U. vend	H-máq (total)	%	Depreciación mensual
Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	466.67	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	5	71	355	0.36	14.02
Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	466.67	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	20	9	180	0.18	7.11
Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	466.67	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	10	44	440	0.45	17.37
Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	466.67	Determinación del valor del PH	10	1	10	0.01	0.39

Tabla 25. Cálculo de depreciación por equipo. (Continuación)

Equipo	Depreciación total	Ensayos	H-máq	U. vend	H-máq (total)	%	Depreciación mensual
Autoclave vertical FV30	758.96	Determinación de bacterias heterótrofas	90	7	630	0.07	4.71
Autoclave vertical FV30	758.96	Determinación de coliformes termotolerantes	90	41	3690	0.44	27.59
Autoclave vertical FV30	758.96	Determinación de coliformes totales	90	44	3960	0.47	29.60
Autoclave vertical FV30	758.96	Determinación de E. Coli	90	2	180	0.02	1.35
Autoclave vertical FV30	1099.56	Determinación de bacterias heterótrofas	120	7	840	0.07	6.82
Autoclave vertical FV30	1099.56	Determinación de coliformes termotolerantes	120	41	4920	0.44	39.97
Autoclave vertical FV30	1099.56	Determinación de coliformes totales	120	44	5280	0.47	42.89
Autoclave vertical FV30	1099.56	Determinación de E. Coli	120	2	240	0.02	1.95
Balanza analítica	0.00	Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)	50	20	1000	1.00	-
Balanza analítica digital, 220 g, 01 mg. CP 224S.	0.00	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	10	16	160	0.50	-
Balanza analítica digital, 220 g, 01 mg. CP 224S.	0.00	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	10	16	160	0.50	-
Balanza Analítica. Galaxy 160.	0.00	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10	71	710	0.76	-
Balanza Analítica. Galaxy 160.	0.00	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	5	44	220	0.24	-
Baño de agua. 12105-75	0.00	Determinación de coliformes termotolerantes	1560	41	63960	0.95	-
Baño de agua. 12105-75	0.00	Determinación de E. Coli	1560	2	3120	0.05	-

Tabla 25. Cálculo de depreciación por equipo. (Continuación)

Equipo	Depreciación total	Ensayos	H-máq	U. vend	H-máq (total)	%	Depreciación mensual
Bomba de vacío. DOA-P730-BN.	0.00	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	15	16	240	0.35	-
Bomba de vacío. DOA-P730-BN.	0.00	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	10	44	440	0.65	-
Cabina de seguridad biológica	4562.96	Determinación de bacterias heterótrofas	30	7	210	0.13	48.99
Cabina de seguridad biológica	4562.96	Determinación de coliformes totales	30	44	1320	0.81	307.93
Cabina de seguridad biológica	4562.96	Determinación de E. Coli	50	2	100	0.06	23.33
Campana de flujo laminar. Gabinete de bioseguridad Clase II Tipo A2.	4354.31	Determinación de coliformes termotolerantes	30	41	1230	1.00	362.86
Campana extractora o cabina de humos. Cat N°224730114899	0.00	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	240	16	3840	1.00	-
Compresora de aire	0.00	Metales en modo de flama	60	16	960	0.50	-
Compresora de aire	0.00	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	0.50	-
Contador de colonias-Quebec Darkfield.Modelo 3326	1867.60	Determinación de bacterias heterótrofas	15	7	105	1.00	155.63
Deshionizador de trazas	392.00	Metales en modo de flama	40	16	640	0.40	13.07
Deshionizador de trazas	392.00	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	0.60	19.60
Destilador	0.00	Metales en modo de flama	40	16	640	0.40	-
Destilador	0.00	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	0.60	-
Equipo AAS	0.00	Metales en modo de flama	60	16	960	1.00	-
Equipo AAS	4562.96	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	1.00	380.25

Tabla 25. Cálculo de depreciación por equipo. (Continuación)

Equipo	Depreciación total	Ensayos	H-máq	U. vend	H-máq (total)	%	Depreciación mensual
Espectro fotómetro UV-2910	0.00	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	120	20	2400	1.00	-
Esterilizador de asas	0.00	Determinación de coliformes termotolerantes	20	41	820	0.47	-
Esterilizador de asas	0.00	Determinación de coliformes totales	20	44	880	0.51	-
Esterilizador de asas	0.00	Determinación de E. Coli	20	2	40	0.02	-
Estractor de gases	0.00	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	1.00	-
Estractor de gases	657.50	Metales en modo de flama	60	16	960	1.00	54.79
Estufa para secado	622.22	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	480	20	9600	1.00	51.85
Estufa por convección forzada. 111R.	962.58	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	1440	16	23040	0.43	34.22
Estufa por convección forzada. 111R.	962.58	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	1440	16	23040	0.43	34.22
Estufa por convección forzada. 111R.	962.58	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	180	44	7920	0.15	11.76
Gas acetileno	0.00	Metales en modo de flama	60	16	960	1.00	-
Gas acetileno	1867.60	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	1.00	155.63
Horno de Grafito	0.00	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	1.00	-
Incubadora de baja temperatura. Model 815.	0.00	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	2400	9	21600	1.00	-

Tabla 25. Cálculo de depreciación por equipo. (Continuación)

Equipo	Depreciación total	Ensayos	H-máq	U. vend	H-máq (total)	%	Depreciación mensual
Incubadora.IB-25G	0.00	Determinación de bacterias heterótrofas	3060	7	21420	0.07	-
Incubadora.IB-25G	0.00	Determinación de coliformes termotolerantes	3060	41	125460	0.44	-
Incubadora.IB-25G	0.00	Determinación de coliformes totales	3060	44	134640	0.47	-
Incubadora.IB-25G	0.00	Determinación de E. Coli	3060	2	6120	0.02	-
Lámpara de Cátodo hueco	0.00	Metales en modo de flama	70	16	1120	0.50	-
Lámpara de Cátodo hueco	0.00	Metales en el modo de horno de grafito	70	16	1120	0.50	-
Lámpara de luz UV de 6W (365-366 nm) longitud de onda larga	34.22	Determinación de E. Coli	15	2	30	1.00	2.85
Manta de calentamiento y combinación de 6 posiciones.	0.00	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	240	16	3840	1.00	-
Multiparámetro. Multi 350i.	0.00	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	10	9	90	0.90	-
Multiparámetro. Multi 350i.	0.00	Determinación del valor del PH	10	1	10	0.10	-
Oxímetro	14.52	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	15	9	135	1.00	1.21
pHmetro. Lab 860.	145.15	Determinación del valor del PH	10	1	10	1.00	12.10
Placa de calefacción	193.20	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	120	71	8520	1.00	16.10

Tabla 25. Cálculo de depreciación por equipo. (Continuación)

Equipo	Depreciación total	Ensayos	H-máq	U. vend	H-máq (total)	%	Depreciación mensual
Plancha	184.80	Metales en modo de flama	180	16	2880	1.00	15.40
Plancha	0.00	Metales en el modo de horno de grafito	180	16	2880	1.00	-
Recirculador de agua	83.58	Metales en el modo de horno de grafito	60	16	960	1.00	6.97
Termometro	24.80	Determinación de la temperatura	4	25	100	1.00	2.07
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	379.96	Determinación de bacterias heterótrofas	10	7	70	0.07	2.36
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	379.96	Determinación de coliformes termotolerantes	10	41	410	0.44	13.81
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	379.96	Determinación de coliformes totales	10	44	440	0.47	14.82
Vortex 16700 Mixer Maxi Mix 1	379.96	Determinación de E. Coli	10	2	20	0.02	0.67

Tabla 26. Resumen de la depreciación de equipos por ensayo.

Ensayo	Mensual (S/.)
Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	34.22
Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	34.22
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	30.12
Determinación de bacterias heterótrofas	218.51
Determinación de coliformes termotolerantes	444.22
Determinación de coliformes totales	395.25
Determinación de E. Coli	30.15
Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	8.32
Determinación de la temperatura	2.07
Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	51.85
Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	29.14
Determinación del valor del PH	12.49
Metales en el modo de horno de grafito	562.45
Metales en modo de flama	83.26
Total general	1936.26

3.1.4 Depreciación de material de vidrio por ensayo

Al igual que en los equipos explicados anteriormente, la depreciación lineal, es la que más se ajusta para los materiales de vidrio, puesto que expresa el valor en función del tiempo y no del uso, pues un material de vidrio es utilizado en más de un ensayo, y si se rige de acuerdo al uso, podría perder su valor muy pronto.

La fórmula de la depreciación lineal es la siguiente:

$$\text{Depreciación Lineal} = \frac{\text{Valor del Activo}}{\text{Vida útil del activo}}$$

Según el reglamento del TUO de la ley del impuesto a la renta, las maquinaria y equipos adquiridos a partir del 01/01/91, tienen un tiempo de vida útil de 10 años. Por lo tanto para el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, aquellos equipos que fueron adquiridos desde el año 2004 (2014 - 10 = 2004) tienen aún valor. En el caso de materiales de vidrio, existe uno para cada ensayo, por lo tanto la depreciación lineal se calcularía así: valor venta (S./) / 10 (años), y el resultado se divide entre 12 para tener un costo mensual. (ver tabla 27 y 28)

Tabla 27. Cálculo de depreciación de materiales de vidrio.

Materiales	Ensayo	Valor venta (sin IGV)	Depreciación mensual (S./)
Adaptadores de destilacion Bent con punta de goteo, juntas de vidrio esmerilado 24/40.	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	89.00	0.37
Adaptadores de destilacion Bent con punta de goteo, juntas de vidrio esmerilado 24/40.	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	89.00	0.37
Agitador	Determinación del PH	2.00	0.02
Aparato de destilacion Soxhlet, con frasco de extraccion de 125 ml	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	2848.85	23.74
Bombilla de succión	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	20.06	0.17
Botella de 20 L	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	47.20	0.39
Botellas con tapa azul (40 x 134)mm capacidad 250 ml	Determinacion de coliformes totales	94.40	0.79
Botellas con tapa de rosca azul (40 x 95) mm, capacidad 100 ml	Determinación de bacterias heterótrofas	82.60	0.69
Botellas de vidrio con tapa azul (40 x 95) mm, capacidad 250 ml	Determinación de coliformes termotolerantes	94.40	0.79

Tabla 27. Cálculo de depreciación de materiales de vidrio. (Continuación)

Materiales	Ensayo	Valor venta (sin IGV)	Depreciación mensual (S./.)
Bureta de 25 mL	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	202.91	1.69
Celda de cuarzo	Determinación de Nitratos	0.00	0.00
Cono Imhoff	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	206.08	1.72
Cono imhoff	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	206.08	1.72
Dedal de extracción (papel)	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	8.59	0.07
Desecador	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	242.28	2.02
Desecador	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	242.28	2.02
Desecador, provisto de un desecante que contiene un colorímetro	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	242.28	2.02
Disco de filtrado de fibra de vidrio	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	153.40	1.28
Disco de muselina (11cm de diámetro)	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	18.09	0.15
Electrodo de referencia	Determinación del PH	855.21	7.13
Electrodo de vidrio	Determinación del PH	570.00	4.75
Embudo Buchner (12 cm de diametro)	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	106.65	0.89
Embudo de filtro de membrana	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	153.40	1.28
Embudo de líquido	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	43.88	0.37
Embudo de separación de 2 L, con llave de paso TFE	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	1090.80	9.09
Erlenmeyer 125 ml	Metales en modo horno de grafito	35.48	0.30
Erlenmeyer 125 ml	Metales en modo de flama	35.48	0.30
Erlenmeyer 125ml	Determinación de Nitratos	54.53	0.45
Fiola 1 l	Determinación de Nitratos	80.50	0.67
Fiola 250 ml	Determinación de Nitratos	80.59	0.67
Fiola de 1L	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	80.50	0.67
Fiola de 1L	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	80.50	0.67
Fiola de 1L	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	80.50	0.67
Fiola de 250 mL	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	80.59	0.67
Fiolas de 100 ml	Metales en modo horno de grafito	62.66	0.52

Tabla 27. Cálculo de depreciación de materiales de vidrio. (Continuación)

Materiales	Ensayo	Valor venta (sin IGV)	Depreciación mensual (S/.)
Frasco de vidrio de 1L	Determinación de coliformes termotolerantes	34.81	0.29
Frascos de boca y tapa esmerilada de 100 mL	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	2.36	0.02
Frascos de DBO con boca acampanada de 300 mL	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	-	-
Jarra de 500 mL	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	81.42	0.68
Matraz de destilación de 125 mL	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	35.48	0.30
Matraz de destilacion de 125mL	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	35.48	0.30
Matraz de Erlenmeyer de 250 mL con cuello de vidrio esmerilado 24/40	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	80.76	0.67
Matraz de kitasato de 1L	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	17.70	0.15
Matraz kitasato (1000 mL)	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	17.70	0.15
Matraz kitasato (500 mL)	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	109.30	0.91
Micropipeta de 0.1 mL	Determinación de coliformes termotolerantes	276.12	2.30
Micropipeta de 1 mL	Determinación de coliformes termotolerantes	276.12	2.30
Micropipeta variable 0.1 - 1 ml	Metales en modo horno de grafito	276.12	2.30
Micropipeta variable 0.1 - 1 ml	Metales en modo de flama	276.12	2.30
Papel de filtro de 11 cm de diámetro	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	0.52	0.00
Perlas de vidrio	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	186.44	1.55

Tabla 27. Cálculo de depreciación de materiales de vidrio. (Continuación)

Materiales	Ensayo	Valor venta (sin IGV)	Depreciación mensual (S/.)
Placas de Petri (65 mm)	Determinación de bacterias heterótrofas	4.00	0.03
Probeta 25 ml	Determinación de Nitratos	33.75	0.28
Probeta de 25 mL	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	33.75	0.28
Probeta de 50 mL	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	29.94	0.25
Probeta graduada de 100 mL	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	34.11	0.28
Probeta graduada de 100 mL	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	34.11	0.28
Probeta graduada de 1000 mL	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	147.50	1.23
Probeta graduada de 50 mL	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	29.94	0.25
Puntas de pipeta 1 ml	Metales en modo horno de grafito	-	-
Puntas de pipeta 1 ml	Metales en modo de flama	-	-
Refrigerante de 300 mm de chaqueta con junta de cristal enmerilado 24/40	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	2,344.80	19.54
Soporte magnetico para filtro	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	1,375.00	11.46
Tapa de vidrio emerilada	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	-	-
Tapas	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	-	-
Tubo de Grafito	Metales en modo horno de grafito	-	-
Tubos de centrifuga de 100mL	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	162.25	1.35
Tubos de ensayo de 16 mm x 150 mm con tapa de rosca	Determinación de E. Coli	2.95	0.02
Tubos de vidrio 10 ml (Lectura de muestras)	Metales en modo de flama	-	-
Tubos Durham	Determinacion de coliformes totales	0.59	0.00
Tubos durham	Determinación de coliformes termotolerantes	0.59	0.00
Tubos para lectura de estándares 50 ml	Metales en modo de flama	-	-
Varilla de agitación	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	1.53	0.01
Varilla de agitación	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1.53	0.01
Varilla de agitación	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	1.53	0.01

Tabla 27. Cálculo de depreciación de materiales de vidrio. (Continuación)

Materiales	Ensayo	Valor venta (sin IGV)	Depreciación mensual (S/.)
Varilla de vidrio	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	18.88	0.16
Varilla magnética	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	22.42	0.19
Varillas de agitación	Determinación de Nitratos	1.53	0.01
Vaso de precipitado (clase A)	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	82.60	0.69
Vaso de precipitado de 1 L	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	57.78	0.48
Vaso de precipitado de 100 mL	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	19.49	0.16
Vaso de precipitado de 250 mL	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	9.44	0.08
Vaso de precipitado de 250 mL	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	9.44	0.08
Vasos 100ml	Determinación de Nitratos	19.49	0.16
Vasos de precipitados	Determinación del PH	82.60	0.69

Tabla 28. Resumen de la depreciación de materiales de vidrio por ensayo.

Ensayo	Depreciación mensual (S/.)
Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	30.07
Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	15.16
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	24.60
Determinación de bacterias heterótrofas	0.77
Determinación de coliformes termotolerantes	5.83
Determinación de coliformes totales	1.22
Determinación de E. Coli	0.02
Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	5.17
Determinación de la temperatura	0.00
Determinación de Nitratos	2.77
Determinación de oxígeno disuelto	0.00
Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	19.55
Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	1.72
Determinación del PH	12.58
Metales en modo de flama	3.36
Metales en modo horno de grafito	3.36
Total general	126.20

3.1.5 Costo de energía total

Energía consumida por los equipos

Para hallar el costo de energía total generado por los equipos en cada ensayo, es necesario conocer: la potencia en Kw de cada equipo, el tiempo de uso y las veces que se utiliza un equipo en cada ensayo además cuánto le cobran el Kw/h al laboratorio.

En la Universidad de Piura se cancela un monto por Kw/h de S/. 0.24 (sin IGV). Para el equipo, balanza analítica del ensayo de aceites y grasas, el costo de energía se calcula de la siguiente manera:

Potencia (Kw)	0.02
Tiempo de uso (h)	0.17
Número de usos en el ensayo	3
Costo por Kw- h	0.24

Si multiplicamos el número de usos del equipo en el ensayo, por el tiempo de uso del equipo, se obtendrá el tiempo de uso total por ensayo (dentro de un ensayo se pueden realizar más de una muestra, en este caso se necesitan tres muestras y por cada muestra se utiliza 1 vez el equipo):

$$\text{Tiempo de uso total por ensayo} > 3 \times 0.17 = 0.5 \text{ h}$$

El costo de energía se obtendría multiplicando la potencia x tiempo de uso total por ensayo x costo (Kw/h):

$$0.02 * 0.5 * 0.24 = \text{S/. } 0.00198$$

Como se aprecia, el costo es mínimo, que reduciéndolo a dos decimales es aproximadamente cero tal cual se percibe en las tablas de resumen de energía que se muestran a continuación:

Este procedimiento se repite para cada ensayo (**ver tabla 29**)

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo.

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso por ensayo (h)	N° de usos durante ensayo (4 muestras)	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía por 4 muestras total	Unidades vendidas al mes	Energía consumida al mes (S/.)
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	Balanza analítica	0.02	0.17	3	0.5	0.24	0.00198		
		Estufa por convección forzada. 111R.	1.44	24	1	24	0.24	8.29		
	Número de Equipos	2				24.5		8.3	16	132.74

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	Nº de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	Balanza analítica digital, 220 g, 01 mg. CP 224S.	0.08	0.17	3	0.5	0.24	0.01		
		Bomba de vacío. DOA-P730-BN.	0.37	0.25	1	0.25	0.24	0.02		
		Campana extractora o cabina de humos.	0.12	4	1	4	0.24	0.12		
		Estufa por convección forzada. 111R.	1.44	24	1	24	0.24	8.29		
		Manta de calentamiento y combinación de 6 posiciones.	0.1	4	1	4	0.24	0.1		
	Número de Equipos	5				32.75		8.54	16	136.68

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	0.04	0.08	1	0.08	0.24	0		
		Balanza Analítica. Galaxy 160.	0.01	0.17	1	0.17	0.24	0		
		Placa de calefacción	0.6	2	1	2	0.24	0.29		
	Número de Equipos	3				2.25		0.29	71	20.53
4	Determinación del PH	PH metro.	0	0.17	1	0.17	0.24	0		
		Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	0.04	0.17	1	0.17	0.24	0.00		
		Multiparámetro. Multi 350i.	-	0.17	1	0.17	0.24	-		
	Número de Equipos	3				0.5		0.00	1	0.00

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	0.04	0.33	1	0.33	0.24	0		
		Incubadora de baja temperatura. Modelo 815.	1	40	1	40	0.24	9.6		
	Número de Equipos	2				40.75		9.6	9	86.43
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	Agitador magnético. Modelo mono, color gris”H+P”.	0.04	0.17	1	0.17	0.24	0		
		Bomba de vacío. DOA-P730-BN.	0.37	0.17	1	0.17	0.24	0.01		
		Estufa por convección forzada. 111R.	1.44	3	1	3	0.24	1.04		
		Refrigeradora	0.25	24	1	24	0.24	1.44		
Número de Equipos	4				27.42		2.49	44	109.72	

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
9	Determinación de coliformes totales	Cabina de seguridad biológica	0.4	0.5	1	0.5	0.24	0.05		
		Incubadora.IB-25G	0.7	51	1	51	0.24	8.57		
		Autoclave vertical FV30	-	1.5	1	1.5	0.24	-		
		Autoclave vertical FV30	-	2	1	2	0.24	-		
		Vortex Mixer	0.05	0.17	1	0.17	0.24	0		
	Número de Equipos	6				55.5		8.62	44	379.19

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	Nº de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
10	Determinación de coliformes termotolerantes	Campana de flujo laminar. Gabinete de bioseguridad Clase II Tipo A2.	0.23	0.5	1	0.5	0.24	0.03		
		Baño de agua. 12105-75	1	26	1	26	0.24	6.24		
		Incubadora. IB-25G	0.7	51	1	51	0.24	8.57		
	Número de Equipos	7				81.5		14.84	41	608.32
11	Determinación de oxígeno disuelto	Medidor de oxígeno disuelto, OXI 730.	0	-	-	-	0.24	-		
	Número de Equipos	1				-		-	22	-

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
12	Determinación de E. Coli	Baño de agua. 12105-75	1	26	1	26	0.24	6.24		
		Cabina de seguridad biológica	0.4	0.83	1	0.83	0.24	0.08		
		Esterilizador de asas	-	0.33	1	0.33	0.24	-		
		Incubadora.IB-25G	0.7	51	1	51	0.24	8.57		
		Autoclave vertical FV30	-	1.5	1	1.5	0.24	-		
		Autoclave vertical FV30	-	2	1	2	0.24	-		
		Vortex 16700 Mixer Maxi	0.05	0.17	1	0.17	0.24	0		
	Número de Equipos	8				82.08		14.89	2	29.78

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
13	Determinación de bacterias heterótrofas	Cabina de seguridad biológica	0.4	0.5	1	0.5	0.24	0.05		
		Incubadora.IB-25G	0.7	51	1	51	0.24	8.57		
		Autoclave vertical FV30	-	1.5	1	1.5	0.24	-		
		Autoclave vertical FV30	-	2	1	2	0.24	-		
		Vortex 16700 Mixer Maxi	0.05	0.17	1	0.17	0.24	0		
	Número de Equipos	6				55.42		8.62	7	60.34
14	Determinación de Nitratos	Espectro fotómetro UV-2910	0.02	2	1	2	0.24	0.01		
		Balanza analítica	0.01	0.83	1	0.83	0.24	0		
		Estufa para secado	0.8	8	1	8	0.24	1.54		
	Número de Equipos	3				10.83		0.01	20	0.14

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
15	Metales modo horno de grafito	Plancha	0.1	3	1	3	0.24	0.07		
		Equipo AAS	0.4	1	1	1	0.24	0.1		
		Compresora de aire	0.1	1	1	1	0.24	0.02		
		Horno de Grafito	60	1	1	1	0.24	14.4		
		Recirculador de agua	0.12	1	1	1	0.24	0.03		
		Destilador	1.5	1	1	1	0.24	0.36		
		Extractor de gases	0.12	1	1	1	0.24	0.03		
	Número de Equipos	10				12.17		15.02	16	240.39

Tabla 29. Cálculo del costo de energía por cada ensayo. (Continuación)

		Equipos:	Energía (Kw)	Tiempo de uso (h)	N° de usos	Tiempo total de uso (h)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía total	Unid. Vend.	Energía mes (S/.)
16	Metales en modo de flama	Plancha	1	3	1	3	0.24	0.72		
		Compresora de aire	0	1	1	1	0.24	0		
		Deshionizador de trazas	-		1	-	0.24	-		
		Extractor de gases	0.03	1	1	1	0.24	0.01		
	Número de Equipos	8				8.17		0.73	16	11.63

Fuente: Elaboración propia.

TOTAL	1815.89
--------------	----------------

Costo total de energía consumida por los equipos mensualmente: S/. 1815.89

Energía consumida por equipos indirectos

Este consumo hace referencia a todos los equipos que no influyen directamente con el proceso productivo del producto final, como por ejemplo: focos blancos, computadora, impresoras, etc.

Para hallar el costo de energía se necesita contar con los siguientes datos: Energía que consume un equipo, tiempo de uso (de preferencia mensual), número de equipos y costo por Kw/h. (Ver tabla 30)

$$\text{Energía consumida} * \text{Tiempo de uso} * \text{N. equipos} * \text{Costo}$$

Tabla 30. Cálculo del costo de energía indirecta.

ENERGÍA INDIRECTA MEMSUAL							
Equipos	Energía (Kw)	Tiempo de uso Mensual (h)	Kw/h	Nº Equipos	Potencia Kw/h (Totales)	Costo de Kw/h (S/.)	S/. Costo de energía indirecta
Focos blancos	0.08	160	12.8	40	512	0.24	122.88
Computadoras	0.165	160	26.4	6	158.4	0.24	38.02
Impresoras multifuncional	0.032	40	1.28	1	1.28	0.24	0.31
						Al mes	161.20

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de consumo de energía total:

CONSUMO TOTAL	(S/.)
Equipos	1815.89
Equipos indirectos	161.20
	1977.09

3.1.6 Costo de insumos o reactivos por cada ensayo

Para hallar los costos de los reactivos por ensayo, se tuvo en cuenta la presentación (cantidad) y valor venta de los insumos que los proveedores de materia prima ofrecían, para ello se necesitó información de diferentes cotizaciones realizadas por el laboratorio de Sanidad. Esta búsqueda resulto importante ya que con las dosis requeridas para el desarrollo de los ensayos, se puede obtener una relación precio-cantidad con una simple regla de tres.

Por ejemplo: Para el ensayo de aceites y grasas por el método de partición Gravimétrica:

Los costos de cada insumo o materia prima se muestran en el apartado 2.3.2 y con ello podemos realizar lo siguiente:

Para el método de aceites y grasas se utilizan una solución de ácido clorhídrico (HCL), Cristales de sulfato de sodio anhidro y n-Hexano:

Reactivo de ácido clorhídrico (HCL):

El proveedor nos ofrece una presentación para HCL de 4000 ml. y Agua de 20000 ml. a los valores ventas mostrados a continuación:

Reactivos	Proveedor		
	Cantidad	Unidad	Costo (S./.)
HCL	4000	ml.	50.00
Agua	20000	ml.	16.00

Las dosis de insumos estándares para realizar el ensayo son las siguientes:

Reactivos	Preparaciones de mezclas		
	Cantidad	Unidad	Costo (S./.)
HCL	100	ml.	1.25
Agua	100	ml.	0.08
	200		1.33

Como se observa, las dosis de cada reactivo es de 100 ml., y su costo calculado se obtiene a través de una regla de tres:

$$\begin{array}{l} 4000 > 50 \\ 100 > X \end{array}$$

$$\frac{100 * 50}{4000} = 1.25$$

$$\begin{array}{l} 20000 > 16 \\ 100 > X \end{array}$$

$$\frac{100 * 16}{20000} = 0.08$$

Por lo que es una solución, ambos reactivos se mezclan obteniendo una cantidad de 200 ml. con un costo total de S/.1.33 resultado de la suma de los costos anteriores.

Para los resultados se necesitan obtener 4 preparados denominados: muestra, blanco, duplicado y opcional, y cada uno según los estándares se necesitan 5 ml., necesitando una cantidad de 20 ml. y gracias a una regla de tres, podemos calcular el costo total del primer reactivo (HCL)

$$\begin{array}{l} 200 > 1.33 \\ 20 > X \end{array}$$

$$\frac{20 * 1.33}{200} = 0.133$$

Preparación de muestras						
Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
ml.	5	5	5	5	20	0.133

Cristales de sulfato de sodio anhidro:

Se aplica el mismo procedimiento realizado anteriormente, en este caso ya no es una solución, por lo tanto no existe mezcla con un solvente.

Reactivos	Proveedor		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
Sulfato de sodio anhidro	500	g	52.91

Reactivos	Preparaciones de mezclas		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
Sulfato de sodio anhidro	11	g	1.16
	11		1.16

Preparación de muestras						
Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
g	10	10	10	10	40	4.23

n-Hexano:

Igualmente para este reactivo:

Proveedor			
Reactivos	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
n-Hexano	20000	g	790.00

Preparaciones de mezclas			
Reactivos	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
n-Hexano	12	g	0.474
	12		0.474

Preparación de muestras						
Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
g	10	10	10	10	40	1.58

Por lo tanto podemos concluir que el costo de reactivo para el ensayo de Aceites y Grasas del método Gravimétrico es:

$$0.13 + 4.23 + 1.58 = \text{S/. } 5.95$$

Para la obtención de los costos de insumos para el resto de ensayos, se tiene que realizar el mismo procedimiento mostrado:

Costos de reactivos para aceites y grasas por el método de extracción de Soxhlet

Reactivo de ácido clorhídrico (HCL)

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						Costo (S/.)
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	
HCL	4000	g	50.00	100	ml.	1.25	ml.	2	2	2	2	8	0.05
Agua	20000	ml.	16.00	100	ml.	0.08							
				200		1.33							

n-Hexano

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						Costo (S/.)
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	
n-Hexano	20000.00	g	790.00	30	g	1.19	g	30	30	30	30	120	4.74
				30		1.19							

Suspensión de sílice diatomeas

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Sílice de diatomeas	500.00	g	63.82	10	g	1.28	ml.	100	100	100	100	400	0.83
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		2.08							

Limpieza

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	g	0.8	g	1000	1000	1000	1000	4000	3.2
				1000		0.8							

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	8.82

Costos de reactivos para demanda química de oxígeno (DQO)

Solución de dicromato de potasio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Dicromato de potasio	500.00	g	375.83	12.26	g	9.21	ml.	25	25	25	25	100	1.0
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		10.01							

Reactivo de ácido sulfúrico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Ácido sulfúrico	2500.00	ml.	236.71	528.8	ml.	50.07	ml.	75	75	75	75	300	37.43
Sulfato de Plata	500.00	G	1446.01	5.5	g	15.91							
				528.8		65.98							

Solución indicadora de ferroína

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unid.	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Fenantrolina monohidratada	500.00		389.87	528.8	ml.	412.33	ml.	25	25	25	25	100	74.38
sulfato ferroso heptahidratado	500.00		332.76	5.5	g	3.66							
Agua	20000.00	1	16.00	25	ml.	0.02							
				559.3		416.01							

Sulfato de amonio ferroso patrón para la titulación

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Sulfato de amonio ferroso hexahidratado	500.00	g	394.12	98	ml.	77.25	ml.	20	20	20	20	80	6.40
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	g	0.8							
Ácido sulfúrico	2500.00	ml.	236.71	20	ml.	1.89							
				1000		79.94							

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	123.80

Ftalato de hidrógeno de potasio (KHP) patrón

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras					Costo (S/.)	
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O		total
Ftalato hidrógeno de potasio (KHP)	100.00		147.50	1	g	1.475	ml.	20	20	20	20	80	4.6
Agua	20000.00	1	16.00	25	ml.	0.02							
				26		1.495							

Costos de reactivos para determinación del valor del PH

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Buffer 4	500.00	ml.	115.57	15	ml.	3.48	ml.	15	3.48
				15		3.48			

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Buffer 7	500.00	ml.	115.57	15	ml.	3.47	ml.	15	3.47
				15		3.47			

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	10.42

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Buffer 10	500.00	ml.	115.57	15	ml.	3.47	ml.	15	3.47
				15		3.47			

Costos de reactivos para demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Solución de tampón de fosfato

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
KH ₂ PO ₄	500.00	g	129.80	8.5	g	2.21	ml.	20	20	20	20	80	1.65
K ₂ HPO ₄	500.00	g	153.16	21.75	g	6.66							
Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O	500.00	g	156.94	33.4	g	10.48							
NH ₄ Cl	500.00	g	163.08	1.7	g	0.55							
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8							

Solución de sulfato de magnesio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
MgSO ₄ .7H ₂ O	1	KG		22.5	g	0	ml.	25	25	25	25	100	0.08
Agua	20000.00	L	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		0.8							

Solución de cloruro de calcio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Cloruro de calcio	500.00	Kg	72.40	27.5	g	3.98	ml.	25	25	25	25	100	0.48
Agua	20000.00	l	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		4.78							

Solución de cloruro férrico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Cloruro férrico hexahidratado	500.00	Kg	405.09	0.25	g	0.20	ml.	25	25	25	25	100	0.100
Agua	20000.00	1	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		1.00							

Solución de ácido sulfúrico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
H ₂ SO ₄	2500.00	Kg	236.71	5	ml.	0.47	ml.	25	25	25	25	100	0.13
Agua	20000.00	1	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		1.27							

Solución de hidróxido de sodio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
NaOH	500.00	Kg	61.27	40	g	4.90	ml.	25	25	25	25	100	0.57
Agua	20000.00	l	16.00	1000	ml.	0.8							
				1000		5.70							

Solución de sulfito de sodio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Na ₂ SO ₃	500.00	Kg	166.38	1.58	g	0.52	ml.	25	25	25	25	100	0.34
Agua	20000.00	l	16.00	200	ml.	0.16							
				201.58		0.68							

Solución de glucosa-ácido glutámico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Glucosa	500.00	Kg	97.47	0.2	g	0.04	ml.	25	25	25	25	100	0.21
Ácido glutámico	1000.00	l	461.38	0.50	g	0.23							
Agua	20000.00		16.00	200		0.16							
				200.7		0.43							

Solución de cloruro de amonio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
NH ₄ Cl	500.00	Kg	163.08	1.15	g	0.38	ml.	25	25	25	25	100	0.15
NaOH	500.00	l	61.27		g	0							
Agua	20000.00	ml.	16.00	500	ml.	0.4							
				501.15		0.78							

Solución de Ioduro de potasio (KI)

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
KI	500.00	Kg	659.20	10	g	13.18	ml.	25	25	25	25	100	12.06
Agua	20000.00	ml.	16.00	100	ml.	0.08							
				110		13.26							

Solución de Ácido sulfúrico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
Ácido Sulfúrico	2500.00	Kg	236.71	1	ml.	0.095	ml.	25	25	25	25	100	0.26
Agua	20000.00	ml.	16.00	50	ml.	0.04							
				51		0.13							

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	16.04

Costos de reactivos para determinación de sólidos en suspensión

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8	ml.	60	0.05
				1000		0.8			

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	0.05

Costos de reactivos para determinación de sólidos sedimentales

Para la realización de esta prueba no se necesita de reactivos.

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	0.00

Costos de reactivos para determinación de la temperatura

Para la realización de esta prueba no se necesita de reactivos.

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/. 0.00
--------------------------------	--------------------

Costos de reactivos para determinación de coliformes totales

Limpieza de material

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O	1000.00	G	91.90	15.2	g	1.4	ml.	0.2	0.003
Agua	20000.00	ml.	16.00	100	ml.	0.08			
				100		1.48			

Agua de Disolución

Solución A: Solución madre de tampón Fosfato

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
KH ₂ PO ₄	500.00	G	129.80	34	g	8.83	ml.	1.25	0.01
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80			
				1000		9.63			

Solución B: Solución madre de cloruro de Magnesio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
MgCl ₂ .6H ₂ O	500.00	g	34.81	81.1	g	5.65	ml.	5	0.03
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80			
				1000		6.45			

Reactivos	Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Solución A	1.25	ml.	0.01	ml.	90	0.08
Solución B	5.00	ml.	0.03			
Agua	1000.00	ml.	0.80			
	1000.00		0.84			

Necesario			
Cantidad	Unidad	Frascos	Costo (S/.)
90	ml.	10	0.08
		3	0.02

Fase confirmativa

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unid.	Costo (S/.)	Cantidad	Unid.	Costo (S/.)	Unid.	total	Costo (S/.)	Unid.	total	Costo (S/.)
CLBVB	500.00	g	472.00	40.00	g	37.76	ml.	200.00	7.71	ml.	110.00	4.24
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000.00	ml.	0.80						
				1000.00		38.56						

Fase Presuntiva

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unid.	Costo (S/.)	Cantidad	Unid.	Costo (S/.)	Unid.	total	Costo (S/.)	Unid.	total	Costo (S/.)
CLT	500.00	g	188.80	35.60	g	13.44	ml.	270.00	3.85	ml.	110.00	1.57
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000.00	ml.	0.80						
				1000.00		14.24						

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
CLT	500.00	G	188.80	71.20	g	26.89	ml.	70.00	1.94	ml.	110.00	3.05
Agua	20000.00	G	16.00	1000.00	ml.	0.80						
				1000.00		27.69						

COSTOS TOTALES DE	S/.
REACTIVOS	8.88

Costos de reactivos para determinación de coliformes termotolerantes

Limpieza de material

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O	1000.00	g	91.90	15.2	g	1.40	ml.	0.20	0.0029
Agua	20000.00	ml.	16.00	100	ml.	0.08			
				100		1.48			

Agua de disolución

Solución A: Solución madre de tampón Fosfato

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
KH ₂ PO ₄	500.00	g	129.80	34	g	8.83	ml.	1.25	0.01
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80			
				1000		9.63			

Solución B: Solución madre de cloruro de Magnesio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
MgCl ₂ .6H ₂ O	500.00	g	34.81	81.1	g	5.65	ml.	5.00	0.03
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80			
				1000		6.45			

Reactivos	Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Solución A	1.25	ml.	0.01	ml.	90.00	0.08
Solución B	5.00	ml.	0.03			
Agua	1000.00	ml.	0.80			
	1000.00		0.84			

Cantidad	Unidad	Frascos	Costo (S/.)
90	ml.	10	0.08
		3	0.02

Fase confirmativa

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
MEC	500.00	g	188.80	37	g	13.97	ml.	200	2.95	ml.	110	1.62
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80						
				1000		14.77						

Fase Presuntiva

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
CLT	500.00	g	188.80	35.6	g	13.44	ml.	270	6.18	ml.	110	2.52
Agua	20000.00	ml.	188.80	1000	ml.	9.44						
				1000		22.88						

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
CLT	500.00	g	188.80	71.2	g	26.89	ml.	70	2.54	ml.	110	4
Agua	20000.00	ml.	188.80	1000	ml.	9.44						
				1000		36.33						

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	8.16

Costos de reactivos para determinación de oxígeno disuelto

Para la realización de esta prueba no se necesita de reactivos.

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	0.00

Costos de reactivos para determinación de E. Coli

Limpieza de material

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O	1000.00	g	91.90	15.2	G	1.39	ml.	0.2	0.003
Agua	20000.00	ml.	16.00	100	ml.	0.08			
				100		1.47			

Agua de disolución

Solución A: Solución madre de tampón Fosfato

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
KH ₂ PO ₄	500.00	g	129.80	34	g	8.83	ml.	1.25	0.012
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8			
				1000		9.63			

Solución B: Solución madre de cloruro de Magnesio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
MgCl2.6H2O	500.00	g	34.81	81.1	g	5.65	ml.	5	0.03
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8			
				1000		6.45			

Reactivos	Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Solución A	1.25	ml.	0.01	ml.	90	0.076
Solución B	5.00	ml.	0.03			
Agua	1000.00	ml.	0.80			
	1000.00		0.84			

Necesario			
Cantidad	Unidad	Frascos	Costo (S/.)
90	ml.	10	0.076
		3	0.023

Medio de cultivo

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
MECMUG	500.00	g	960.00	37.05	g	71.14	ml.	100	7.19
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.8			
				1000		71.94			

COSTOS TOTALES	S/.
DE REACTIVOS	7.22

Costos de reactivos para determinación de bacterias heterótrofas

Limpieza de material

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O	1000.00	g	91.90	15.2	g	1.40	ml.	0.2	0.00
Agua	20000.00	ml.	16.00	100	ml.	0.08			
				100		1.48			

Agua de disolución

Solución A: Solución madre de tampón Fosfato

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
KH ₂ PO ₄	500.00	g	129.80	34	g	8.83	ml.	1.25	0.01
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80			
				1000		9.63			

Solución B: Solución madre de cloruro de Magnesio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
MgCl ₂ .6H ₂ O	500.00	g	34.81	81.1	g	5.65	ml.	5	0.03
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000	ml.	0.80			
				1000		6.45			

Reactivos	Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Solución A	1.25	ml.	0.01	ml.	90	0.08
Solución B	5.00	ml.	0.03			
Agua	1000.00	ml.	0.80			
	1000.00		0.84			

Necesario			
Cantidad	Unidad	Frascos	Costo (S/.)
90	ml.	10	0.08
		3	0.02

Medio de Cultivo

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras Para agua No Potable			Preparación de muestras Para agua Potable		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
PCA	500.00	g	188.80	37.00	g	13.97	ml.	120	1.77	ml.	75	1.11
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000.00	ml.	0.80						
				1000.00		14.77						

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	1.13

Costos de reactivos para determinación de Nitratos

Solución de Salicilato Sódico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Salicilato Sódico	1000.00	g	9.56	5.00	g	0.05	ml.	12.00	0.02
Agua	20000.00	ml.	16.00	100.00	ml.	0.08			
				100.00		0.13			

Nitrógeno Nítrico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Nitrato de potásico anhídrido	10000.00	g	586.41	0.72	g	0.04	ml.	500.00	0.45
Cloroformo	4000.00	ml.	201.90	1.00	ml.	0.05			
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000.00	ml.	0.80			
				1000.00		0.89			

Ácido Sulfúrico

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de muestras		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
H2SO4	2500.00	ml.	236.71	26.00	ml.	2.46	ml.	26.00	2.46
				26.00		2.46			

Hidróxido de sodio y tartrato doble de sodio y potasio

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Necesario		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
Hidróxido de sodio	500.00	g	61.27	400.00	g	49.01	ml.	180.00	12.97
Tartrato doble sodio y potasio	500.00	g	185.26	60.00	g	22.23			
Agua	20000.00	ml.	16.00	1000.00	ml.	0.80			
				1000.00		72.04			

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	15.89

Costos de reactivos para determinación de metales en modo hornos de grafito

Reactivos				Preparaciones de mezclas			Preparación (A)						
	Cantidad	Unid.	Costo (S/.)	Cantidad	Unid.	Costo (S/.)	Unid.	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
1ppm	1000.00	ml.	69.56	1.00	ml.	0.07	ml.	1.00	2.00	5.00	10.00	18.00	0.26
Á. Nítrico	500.00	ml.	324.70	2.00	ml.	1.30							
Agua	20000.00	ml.	16.00	100.00	ml.	0.08							
				100.00		1.45							

Total

Preparación (A)	18.00	ml.	0.26
A. Nítrico	12.00	ml.	7.79
Agua	600.00	ml.	0.48
			8.53

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	8.53

Costos de reactivos para determinación de metales en modo de Flama

Reactivos	Proveedor			Preparaciones de mezclas			Preparación de 1ppm		
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	total	Costo (S/.)
1000ppm	1000	ml.	69.56	1	ml.	0.07	ml.	10	0.14
Á. Nítrico	500	ml.	324.70	2	ml.	1.30			
Agua	20000	ml.	16.00	100	ml.	0.08			
				100		1.45			

Reactivos				Preparaciones de mezclas			Preparación (A)						
	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)	Unidades	M	B	D	O	total	Costo (S/.)
1ppm	10	ml.	0.14	10	ml.	0.14	ml.	1	2	5	10	18	0.27
Á. Nítrico	500	ml.	324.70	2	ml.	1.30							
Agua	20000	ml.	16.00	100	ml.	0.08							
				100		1.52							

Total

Preparación (A)	18	ml.	0.27
Á. Nítrico	12	ml.	7.79
Agua	600	ml.	0.48
			8.55

COSTOS TOTALES DE REACTIVOS	S/.
	8.55

En la **tabla 31** se encuentran los costos unitarios de cada reactivo utilizado para la realización de cada ensayo. Esta información fue obtenida gracias al valor venta de las facturas de compra del laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

Tabla 31. Resumen de costos de reactivos, sin incluir flete.

	Ensayos	Costos unitario (S/.) (sin IGV)
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	5.95
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	8.82
3	Demanda química de oxígeno (DQO)	123.81
V4	Determinación del valor del PH	10.40
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	16.04
6	Determinación de sólidos en suspensión secados 103 - 105 °C	0.05
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	-
8	Determinación de la temperatura	-
9	Determinación de coliformes totales	8.88
10	Determinación de coliformes termotolerantes	8.16
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	-
12	Determinación de E. Coli	7.22
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	1.13
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)	15.89
15	Metales en el modo de horno de grafito	8.63
16	Metales en modo de flama	8.55

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

3.1.7 Costo de calibración

Anualmente el laboratorio de Ingeniería Sanitaria terceriza el estudio de calibración de cada equipo, pagando anualmente, alrededor de S/. 48 000 (sin IGV).

Para el estudio realizado necesitamos el costo de calibración mensual:

48000	=	S/. 4 000
12		

3.1.8 Fletes

Se cuenta con el monto anual en lo concerniente a fletes. Esta cantidad incluye los fletes de todos los ensayos, por lo tanto para obtener un costo unitario por ensayo, se tendrá que tomar como base de reparto sus unidades producidas (ver tabla 32).

Fletes	
Fletes (sin IGV)	(S/.) 800.00

Costo mensual (12)
(S/.) 66.67
Costo x Ensayo (16)
(S/.) 4.17

Tabla 32. Cálculo de fletes por ensayo realizado.

	Procesos	Unidades producidas al mes	Cálculo	Costo de flete x c/u
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	16	(4.17/16)	0.26
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	16	(4.17/16)	0.26
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	71	(4.17/71)	0.06
4	Determinación del valor del PH	1	(4.17/1)	4.17
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	9	(4.17/9)	0.46
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	44	(4.17/44)	0.09
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	2	(4.17/2)	2.08
8	Determinación de la temperatura	25	(4.17/25)	0.17
9	Determinación de coliformes totales	44	(4.17/44)	0.09
10	Determinación de coliformes termotolerantes	41	(4.17/41)	0.10
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	22	(4.17/22)	0.19
12	Determinación de E. Coli	2	(4.17/2)	2.08
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	7	(4.17/7)	0.60
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)	20	(4.17/20)	0.21
15	Metales en el modo de horno de grafito	16	(4.17/16)	0.26

Fuente: Elaboración propia.

3.1.9 Resumen de tiempo de mano de obra directa

En la tabla 33 se aprecia la duración del proceso, la cual hace referencia al tiempo que se demora en arrojar el resultado de un determinado ensayo. El tiempo de MOD, incluye el tiempo del operario y tiempo de verificación, que en este caso lo hace el director técnico.

Tabla 33. Resumen de tiempo de mano de obra directa por ensayo.

	Procesos	Duración del proceso (min)	Tiempo de MOD. (min)		
			T (operario)	Tiempo (verificación)	Tiempo total MOD
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	90	90	10	100
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	90	100	10	110
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	245	95	10	105
4	Determinación del valor del PH	54	54	8	62
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	7333	183	10	193
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	1960	120	8	128
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	80	35	10	45
8	Determinación de la temperatura	40	35	10	45
9	Determinación de coliformes totales	640	640	10	650
10	Determinación de coliformes termotolerantes	640	640	10	650
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	31	31	10	41
12	Determinación de E. Coli	2120	675	10	685
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	3293	408	10	418
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	670	225	10	235
15	Metales en el modo de horno de grafito	400	230	10	240
16	Metales en modo de flama	335	165	10	175
Total					3882

Fuente: Elaboración propia.

3.1.10 Valor de venta actual por cada ensayo

Intuitivamente en el pasado se fijaron los precios basándose en los precios de la competencia (ver tabla 34).

Esto se puede realizar generalmente cuando la intensidad de la competencia y el valor percibido del producto es débil. Lo que indica que es un mercado oligopolio¹¹, en dónde lo ideal es aplicar la estrategia de precio relativo¹² (Alineación con el líder).

Nunca se cuestionó esta forma de fijar precios, ya que el laboratorio, exceptuando los dos últimos años, siempre ha tenido un estado de resultados con utilidades positivas.

Tabla 34. Resumen de los valores de venta de cada ensayo.

	Ensayo	S/.
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	48.3
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	48.3
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	41.4
4	Determinación del valor del PH	17.3
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	48.3
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	31.1
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	27.6
8	Determinación de la temperatura	17.3
9	Determinación de coliformes totales	48.3
10	Determinación de coliformes termotolerantes	48.3
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	17.3
12	Determinación de E. Coli	48.3
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	48.3
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)	34.5
15	Metales en el modo de horno de grafito	48.3
16	Metales en modo de flama	48.3

(Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP, 2013)

¹¹ Mercado en el que unas pocas empresas llevan a cabo un producto o servicio, creando un alto nivel de interdependencia de sus decisiones (precios, calidad, etc.).

¹² Asignar precios idénticos al de la competencia, especialmente al del líder del mercado.

3.1.11 Costo de mano de obra directa por cada ensayo

El costo de mano de obra dependerá del sueldo del trabajador (ver tabla 22) de quién realice el ensayo y del tiempo que le demande realizarlo (ver tabla 35):

Tabla 35. Resumen de las horas trabajadas por cada empleado.

	S/.	Horas trabajadas al mes	Minutos trabajados al mes
Sueldo de encargado de físico-química	2 363.32	160	9600
Sueldo de encargado de microbiología	3 151.09	160	9600
Sueldo de encargado de metales y encargada de verificación	3 938.86	160	9600

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del método de aceites y grasas por el método de partición gravimétrica: se ha realizado una proporción teniendo en cuenta el sueldo y horas trabajadas mensualmente por parte del trabajador, para ello es importante recordar que hay un encargado de realizar una muestra específica y otro que cumple la función de revisar al finalizar el ensayo, en este caso es la encargada de verificación.

Por lo tanto el costo se obtendrá de la siguiente manera (**ver tabla 36**)

Costo de encargado de físico química + Costo de verificación.

$\frac{2,363.32}{9600 \text{ min}}$	x	90	+	$\frac{3,938.86}{9600 \text{ min}}$	x	10	=	26.26
-------------------------------------	---	----	---	-------------------------------------	---	----	---	-------

Tabla 36. Cálculo de la MOD.

		Tiempo MOD. (min)	Tiempo de verificación (min)	Costos MOD (S/.)
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	90	10	26.26
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	100	10	28.72
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	95	10	27.49
4	Determinación del valor del PH	54	8	16.58
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	183	10	49.15
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	120	8	32.82
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	35	10	12.72
8	Determinación de la temperatura	35	10	12.72
9	Determinación de coliformes totales	640	10	214.18
10	Determinación de coliformes termotolerantes	640	10	214.18
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	31	10	11.73
12	Determinación de E. Coli	675	10	225.66
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	408	10	138.02
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	225	10	59.49
15	Metales en el modo de horno de grafito	230	10	98.47
16	Metales en modo de flama	165	10	71.80

Fuente: Elaboración propia.

3.1.12 Costos indirectos de fabricación (CIF)

En la **tabla 37** se encuentran aquellos costos que comprenden los bienes naturales, así como los servicios personales, públicos y generales y otros insumos indispensables para la determinación adecuada del producto final.

Tabla 37. Resumen de los costos indirectos de fabricación

Costos fijos	Monto (S/.)
Director del instituto de Hidráulica e Ingeniería Sanitaria	1260.44
Director de Calidad del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria	6302.18
Depreciación de equipos	1936.26
Depreciación de materiales de vidrio	126.20
Costo de calibración (Certificación)	4000.00
Atención al cliente	3151.09
TOTAL	16,776.17

Costos variables	Monto (S/.)
Costo de energía	2008.29
TOTAL	2008.29

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el sueldo de el director de instituto de Hidraulica e Ingeniería Sanitaria, incluido beneficios es de S/.12604.36, pero todas sus actividades no se centran sólo en el laboratorio, por lo que, tal monto no se puede cargar por completo a sus costos indirectos.

En una entrevista se logró determinar que sus actividades relacionadas al laboratorio de sanidad representan un 10% de todas sus actividades totales, por lo tanto, el laboratorio tendrá que asumir solo el 10% del sueldo del director (S/. 1260.44) como costo indirecto de fabricación.

3.2 Diseño del Costeo por Absorción

Para realizar el siguiente costeo es importante tener en cuenta los siguientes datos:

- Unidades vendidas (ver Tabla 23)
- Costo de materia prima sin flete (ver Tabla 31)
- Fletes por producto (ver Tabla 32)
- Costo de mano de obra directa (ver Tabla 36)
- Minutos de mano de obra directa (ver Tabla 33)
- CIF total (ver Tabla 37)

Costo de materia prima = Costo MP sin flete + Fletes por producto.

	MP. Sin flete (S/.)		Flete (S/.)		Costo de MP. (S/.)
1	5.95	+	0.25	=	6.20
2	8.82	+	0.25	=	9.08
3	123.81	+	0.06	=	123.86
4	10.4	+	8.14	=	18.54
5	16.04	+	0.46	=	16.51
6	0.05	+	0.09	=	0.14
7	-	+	2.2	=	2.20

8	-	+	0.17	=	0.17
9	8.88	+	0.09	=	8.97
10	8.16	+	0.1	=	8.26
11	-	+	0.19	=	0.19
12	7.22	+	2.24	=	9.46
13	1.13	+	0.6	=	1.73
14	15.89	+	0.21	=	16.10
15	8.53	+	0.27	=	8.80
16	8.55	+	0.27	=	8.81

Los Costos Indirectos de Fabricación, son aquellos costos que no intervienen directamente en la realización, en este caso, una muestra. Es todo costo que no hace referencia a materia prima, ni mano de obra directa, y para distribuirlos es necesario realizar un prorrateo en base a los minutos de mano de obra directa (ya que es el método de prorrateo más representativo en este caso):

$$\text{Tasa (minutos MOD) (i)} = \frac{\text{Min MOD c/ensayo (i)}}{\text{Min MOD total}}$$

$$\text{CIF x ensayo (i)} = \text{Tasa (minutos MOD) (i)} \times \text{CIF total}$$

Depreciación de equipos y materiales:

Ensayo	Depreciación de equipos (S/.)	Depreciación de m. de vidrio (S/.)
Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	34.22	15.16
Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	34.22	30.07
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	30.12	24.60
Determinación de bacterias heterótrofas	12.49	12.58
Determinación de coliformes termotolerantes	8.32	5.17
Determinación de coliformes totales	29.14	19.55
Determinación de E. Coli	0.00	1.72
Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	2.07	0.00
Determinación de la temperatura	395.25	1.22
Determinación de Nitratos	444.22	5.83
Determinación de oxígeno disuelto	0.00	0.00
Determinación de sólidos en suspensión	30.15	0.02
Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	218.51	0.77
Determinación del PH	51.85	2.77
Metales en modo de flama	562.45	3.36
Metales en modo horno de grafito	83.26	3.36
Total general	1936.26	126.2

Como el costo de depreciación, tanto para materiales como para equipos ya se tiene (S/. 2 062.46), es necesario calcular los costos restantes a quienes se le denominara CIF parciales (director de instituto de hidráulica, director de calidad, costos de calibración, costo de atención al cliente y costo de energía) que suman S/. 16 722.00.

(i)	Min. MOD
1	100
2	110
3	105
4	62
5	193
6	128
7	45
8	45
9	650
10	650
11	41
12	685
13	418
14	235
15	240
16	175
TOTAL	3882

TASA (min MOD) (i)						
(i)	Min. MOD		Min MOD (total)			Tasa
1	100	/	3882	=		0.03
2	110	/	3882	=		0.03
3	105	/	3882	=		0.03
4	62	/	3882	=		0.02
5	193	/	3882	=		0.05
6	128	/	3882	=		0.03
7	45	/	3882	=		0.01
8	45	/	3882	=		0.01
9	650	/	3882	=		0.17
10	650	/	3882	=		0.17
11	41	/	3882	=		0.01
12	685	/	3882	=		0.18
13	418	/	3882	=		0.11
14	235	/	3882	=		0.06
15	240	/	3882	=		0.06
16	175	/	3882	=		0.05

CIF/Ensayo (i)					
(i)	CIF total (S/.)		Tasa		CIF parciales (S/.)
1	16722.00	x	0.03	=	430.76
2	16722.00	x	0.03	=	473.83
3	16722.00	x	0.03	=	452.30
4	16722.00	x	0.02	=	267.07
5	16722.00	x	0.05	=	831.36
6	16722.00	x	0.03	=	551.37
7	16722.00	x	0.01	=	193.84
8	16722.00	x	0.01	=	193.84
9	16722.00	x	0.17	=	2799.92
10	16722.00	x	0.17	=	2799.92
11	16722.00	x	0.01	=	176.61
12	16722.00	x	0.18	=	2950.69
13	16722.00	x	0.11	=	1800.57
14	16722.00	x	0.06	=	1012.28
15	16722.00	x	0.06	=	1033.82
16	16722.00	x	0.05	=	753.83

CIF totales por ensayo:

(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CIF parciales (S/.)	430.76	473.83	452.30	267.07	831.36	551.37	193.84	193.84	2799.92	2799.92	176.61	2950.69	1800.57	1012.28	1033.82	753.83
Depreciación de equipos	34.22	34.22	30.12	12.49	8.32	29.14	0.00	2.07	395.25	444.22	0.00	30.15	218.51	51.85	562.45	83.26
Depreciación de materiales	15.16	30.07	24.60	12.58	5.17	19.55	1.72	0.00	1.22	5.83	0.00	0.02	0.77	2.77	3.36	3.36
CIF por ensayo	480.14	538.13	507.01	292.14	844.85	600.06	195.56	195.91	3196.39	3249.97	176.61	2980.86	2019.85	1066.90	1599.63	840.45

Luego de hallar los CIF por ensayo, es necesario dividir entre las unidades vendidas para obtener así, los CIF unitarios:

(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CIF (S/.)	480.14	538.13	507.01	292.14	844.85	600.06	195.56	195.91	3196.39	3249.97	176.61	2980.86	2019.85	1066.90	1599.63	840.45
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
U. Vend.	16	16	71	1	9	44	2	25	44	41	22	2	7	20	16	16
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
CIF Unit.	30.01	33.63	7.14	292.14	93.87	13.64	97.78	7.84	72.65	79.27	8.03	1,490.43	288.55	53.35	99.98	52.53

Cálculo de los costos unitarios totales de producción (CUTP):

CUTP	=	Costo M.P.	+	Costo MOD	+	Costo CIF unitarios
-------------	----------	-------------------	----------	------------------	----------	----------------------------

(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Costo M.P (S/.)	6.21	9.08	123.86	14.57	16.51	0.14	2.08	0.17	8.97	8.27	0.19	9.3	1.73	16.1	8.79	8.81
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Costo MOD (S/.)	26.26	28.72	27.49	16.58	49.15	32.82	12.72	12.72	214.18	214.18	11.73	225.66	138.02	59.49	98.47	71.80
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CIF Unit (S/.)	30.01	33.63	7.14	292.14	93.87	13.64	97.78	7.84	72.65	79.27	8.03	1,490.43	288.55	53.35	99.98	52.53
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
CUTP (S/.)	62.47	71.44	158.50	323.29	159.53	46.60	112.58	20.72	295.80	301.71	19.95	1,725.40	428.30	128.94	207.24	133.14

Cálculo de ingresos por ventas actuales y costos totales real

Ingreso por venta total-actual (S/.)	=	Valor Venta Unitario (S/.)	x	Unidades vendidas
Costo total-real (S/.)	=	C.U.T.P (S/.)	x	Unidades vendidas

	Valor de venta unitario (S/.)		Unidades vendidas		Ingreso por total-actual(S/.)
1	48.3	x	16	=	772.80
2	48.3	x	16	=	772.80
3	41.4	x	71	=	2939.40
4	17.3	x	1	=	17.30
5	48.3	x	9	=	434.70
6	31.1	x	44	=	1368.40
7	27.6	x	2	=	55.20
8	17.3	x	25	=	432.50
9	48.3	x	44	=	2125.20
10	48.3	x	41	=	1980.30
11	17.3	x	22	=	380.60
12	48.3	x	2	=	96.60
13	48.3	x	7	=	338.10
14	34.5	x	20	=	690.00
15	48.3	x	16	=	772.80
16	48.3	x	16	=	772.80

(i)	CUTP (S/.)		Unidades vendidas		Costo total (S/.)
1	62.47	x	16	=	999.59
2	71.44	x	16	=	1143.01
3	158.50	x	71	=	11253.18
4	323.29	x	1	=	323.29
5	159.53	x	9	=	1435.79
6	46.60	x	44	=	2050.58
7	112.58	x	2	=	225.16
8	20.72	x	25	=	518.06
9	295.80	x	44	=	13014.99
10	301.71	x	41	=	12370.04
11	19.95	x	22	=	438.94
12	1725.40	x	2	=	3450.79
13	428.30	x	7	=	2998.12
14	128.94	x	20	=	2578.76
15	207.24	x	16	=	3315.87
16	133.14	x	16	=	2130.20

Cálculo de utilidad bruta o pérdida:

$$\text{Utilidad bruta} = \text{Ingreso x venta total-actual (s/.)} - \text{Costo total-real (s/.)}$$

Ensayo	Ingreso x ventas total-actual (s/.)		Costo total-real (s/.)		Utilidad bruta o pérdida (s/.)
1	772.8	-	999.59	=	-226.79
2	772.8	-	1143.01	=	-370.21
3	2939.4	-	11253.18	=	-8313.78
4	17.3	-	323.29	=	-305.99
5	434.7	-	1435.79	=	-1001.09
6	1368.4	-	2050.58	=	-682.18
7	55.2	-	225.16	=	-169.96
8	432.5	-	518.06	=	-85.56
9	2125.2	-	13014.99	=	-10889.79
10	1980.3	-	12370.04	=	-10389.74
11	380.6	-	438.94	=	-58.34
12	96.6	-	3450.79	=	-3354.19
13	338.1	-	2998.12	=	-2660.02
14	690	-	2578.76	=	-1888.76
15	772.8	-	3315.87	=	-2543.07
16	772.8	-	2130.20	=	-1357.40
				Total	-44296.88

Resumen del costeo por Absorción

Ensayo	U. vend	Costo MP (S/.)	Costo MOD (S/.)	CIF total (S/.)	CIF Unitarios (S/.)	C.U.T.P. (S/.)*	Ingreso x venta total-actual (S/.)	Costo total-real (S/.)	Utilidad bruta o pérdida (S/.)
1	16	6.21	16.67	30.01	26.58	62.47	772.8	999.59	-226.79
2	16	9.08	18.23	33.63	29.58	71.44	772.8	1143.01	-370.21
3	71	123.86	17.45	7.14	6	158.50	2939.4	11253.18	-8313.78
4	1	14.57	10.52	292.14	268.13	323.29	17.3	323.29	-305.99
5	9	16.51	31.2	93.87	75.78	159.53	434.7	1435.79	-1001.09
6	44	0.14	20.83	13.64	12.75	46.60	1368.4	2050.58	-682.18
7	2	2.08	8.07	97.78	75.1	112.58	55.2	225.16	-169.96
8	25	0.17	8.07	7.84	6.02	20.72	432.5	518.06	-85.56
9	44	8.97	135.94	72.65	61.65	295.80	2125.2	13014.99	-10889.79
10	41	8.27	135.94	79.27	65.85	301.71	1980.3	12370.04	-10389.74
11	22	0.19	7.45	8.03	6.15	19.95	380.6	438.94	-58.34
12	2	9.3	143.23	1490.43	1414.88	1725.40	96.6	3450.79	-3354.19
13	7	1.73	87.6	288.55	300.33	428.30	338.1	2998.12	-2660.02
14	20	16.1	37.76	53.35	41.5	128.94	690	2578.76	-1888.76
15	16	8.79	62.5	99.98	85.67	207.24	772.8	3315.87	-2543.07
16	16	8.81	45.57	52.53	42.73	133.14	772.8	2130.20	-1357.40
Total	352	234.78	787.03	2720.84		4195.61			-44296.88

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Diseño del Costeo Directo o Variable

Para realizar el costeo Directo o Variable, es importante tener en cuenta los siguientes datos:

- Unidades vendidas (ver Tabla 23)
- Costo de materia prima sin flete (ver Tabla 31)
- Fletes por producto (ver Tabla 32)
- Costo de mano de obra directa (ver Tabla 36)
- Costo de energía (ver Tabla 29)
- Costo de calibración

Costo de materia prima unitaria= costo MP sin flete + Fletes de producto.

	MP sin flete (S/.)		Flete (S/.)		Costo de MP. (S/.)		U. vendidas		Costo de MP. Total (S/.)
1	5.95	+	0.26	=	6.21	x	16	=	99.30
2	8.82	+	0.26	=	9.08	x	16	=	145.35
3	123.81	+	0.06	=	123.86	x	71	=	8794.38
4	10.40	+	4.17	=	14.57	x	1	=	14.57
5	16.04	+	0.46	=	16.51	x	9	=	148.55
6	0.05	+	0.09	=	0.14	x	44	=	6.28
7	-	+	2.08	=	2.08	x	2	=	4.17
8	-	+	0.17	=	0.17	x	25	=	4.17
9	8.88	+	0.09	=	8.97	x	44	=	394.86
10	8.16	+	0.10	=	8.27	x	41	=	338.87
11	-	+	0.19	=	0.19	x	22	=	4.17
12	7.22	+	2.08	=	9.30	x	2	=	18.61
13	1.13	+	0.60	=	1.73	x	7	=	12.10
14	15.89	+	0.21	=	16.10	x	20	=	321.99
15	8.53	+	0.26	=	8.79	x	16	=	140.70
16	8.55	+	0.26	=	8.81	x	16	=	140.92

Cálculo de los costos generales de fabricación variables:

Para el caso del costeo variable, el cálculo de los costos generales de fabricación depende de las unidades producidas, que en este caso es igual a las unidades vendidas, pues a más unidades producidas, mayores costos consumidos. Por lo tanto es importante calcular un porcentaje de incidencia de unidades vendidas para poder ajustar los costos generares de fabricación variables a cada ensayo realizado.

Porcentaje de incidencia de unidades vendidas	=	Unidades vendidas por ensayo	/	Total unidades vendidas
--	----------	-------------------------------------	----------	--------------------------------

Ensayo	Unidades vendidas	/	Total Unid. Vendidas	=	Porcentaje de incidencia
1	16	/	352	=	0.045
2	16	/	352	=	0.045
3	71	/	352	=	0.202
4	1	/	352	=	0.003
5	9	/	352	=	0.026
6	44	/	352	=	0.125
7	2	/	352	=	0.006
8	25	/	352	=	0.071
9	44	/	352	=	0.125
10	41	/	352	=	0.116
11	22	/	352	=	0.063
12	2	/	352	=	0.006
13	7	/	352	=	0.020
14	20	/	352	=	0.057
15	16	/	352	=	0.045
16	16	/	352	=	0.045
Total	352				

Por consiguiente, los porcentajes de incidencias calculados son multiplicados por los costos de fabricación variables, que en este caso sólo sería el costo de energía (S/.2008.29)

Costo de energía:

C. Energía	S/. 2008.29
-------------------	-------------

Costos generales de fabricación variable	=	Porcentaje de incidencia	x	Costo de energía
---	---	---------------------------------	---	-------------------------

Ensayo	Porcentaje de incidencia		Costos energía (S/.)		C.G. fabricación variable (S/.)
1	0.045	x	2,008.29	=	91.29
2	0.045	x	2,008.29	=	91.29
3	0.202	x	2,008.29	=	405.08
4	0.003	x	2,008.29	=	5.71
5	0.026	x	2,008.29	=	51.35
6	0.125	x	2,008.29	=	251.04
7	0.006	x	2,008.29	=	11.41
8	0.071	x	2,008.29	=	142.63
9	0.125	x	2,008.29	=	251.04
10	0.116	x	2,008.29	=	233.92
11	0.063	x	2,008.29	=	125.52
12	0.006	x	2,008.29	=	11.41
13	0.020	x	2,008.29	=	39.94
14	0.057	x	2,008.29	=	114.11
15	0.045	x	2,008.29	=	91.29
16	0.045	x	2,008.29	=	91.29

Cálculo de costo de producción variable (C.P.V.):

Costos de producción variable	=	Costo MP total	+	Costo MOD total	+	Costos generales de fabricación variable
--------------------------------------	---	-----------------------	---	------------------------	---	---

Ensayo	Costo MP. Total (s/.)		Costo MOD total (s/.)		C.G.F. variable (s/.)		C.P.V. (s/.)
1	99.3	+	420.15	+	91.29	=	610.73
2	145.35	+	459.53	+	91.29	=	696.17
3	8794.38	+	1951.79	+	405.08	=	11151.26
4	14.57	+	16.58	+	5.71	=	36.85
5	148.55	+	442.38	+	51.35	=	642.28
6	6.28	+	1444.25	+	251.04	=	1701.57
7	4.17	+	25.44	+	11.41	=	41.02
8	4.17	+	317.98	+	142.63	=	464.78
9	394.86	+	9423.73	+	251.04	=	10069.63
10	338.87	+	8781.20	+	233.92	=	9353.99
11	4.17	+	258.16	+	125.52	=	387.84
12	18.61	+	451.33	+	11.41	=	481.34
13	12.1	+	966.17	+	39.94	=	1018.21
14	321.99	+	1189.87	+	114.11	=	1625.97
15	140.7	+	1575.55	+	91.29	=	1807.53
16	140.92	+	1148.84	+	91.29	=	1381.04

Cálculo de ingresos por ventas actuales y costos totales real

Ingreso x venta total-actual(s/.)	=	Valor Venta Unitario (S/.)	x	Unidades vendidas
Costo total-real variable (s/.)	=	C.P.V. (S/.)		

Ensayo	Valor de venta unitario (S/.)		Unid vend.		Ingreso por venta total actual (S/.)	Ensayo	C.P.V. (S/.)		Costo total real (S/.)
1	48.3	x	16	=	772.8	1	610.73	=	610.73
2	48.3	x	16	=	772.8	2	696.17	=	696.17
3	41.4	x	71	=	2939.4	3	11151.26	=	11151.26
4	17.3	x	1	=	17.3	4	36.85	=	36.85
5	48.3	x	9	=	434.7	5	642.28	=	642.28
6	31.1	x	44	=	1368.4	6	1701.57	=	1701.57
7	27.6	x	2	=	55.2	7	41.02	=	41.02
8	17.3	x	25	=	432.5	8	464.78	=	464.78

9	48.3	x	44	=	2125.2	9	10069.63	=	10069.63
10	48.3	x	41	=	1980.3	10	9353.99	=	9353.99
11	17.3	x	22	=	380.6	11	387.84	=	387.84
12	48.3	x	2	=	96.6	12	481.34	=	481.34
13	48.3	x	7	=	338.1	13	1018.21	=	1018.21
14	34.5	x	20	=	690	14	1625.97	=	1625.97
15	48.3	x	16	=	772.8	15	1807.53	=	1807.53
16	48.3	x	16	=	772.8	16	1381.04	=	1381.04

Cálculo de margen de contribución total:

El margen de contribución es la diferencia entre los volumen de ventas y los costos variables, en otras palabras, son los beneficios que persive el laboratorio sin condiderar los costos fijos.

Margen de contribución total	=	Ingreso x venta total-actual (s/.)	-	Costo variable total (s/.)
-------------------------------------	---	---	---	-----------------------------------

Ensayo	Ingreso x ventas total-actual (S/.)		Costo variable (S/.)		Margen de contribución (S/.)
1	772.8	-	610.73	=	162.07
2	772.8	-	696.17	=	76.63
3	2939.4	-	11151.26	=	-8211.86
4	17.3	-	36.85	=	-19.55
5	434.7	-	642.28	=	-207.58
6	1368.4	-	1701.57	=	-333.17
7	55.2	-	41.02	=	14.18
8	432.5	-	464.78	=	-32.28
9	2125.2	-	10069.63	=	-7944.43
10	1980.3	-	9353.99	=	-7373.69
11	380.6	-	387.84	=	-7.24
12	96.6	-	481.34	=	-384.74
13	338.1	-	1018.21	=	-680.11
14	690	-	1625.97	=	-935.97
15	772.8	-	1807.53	=	-1034.73
16	772.8	-	1381.04	=	-608.24

Resumen del costeo Directo o Variable

N°	U. Vend	Costo M.P. (S/.)	Costo MOD. (S/.)	% Incidencia de U. vend	G.G.F. Variables (S/.)	Costo Producción Variable (S/.)	Ingreso x venta actual (S/.)	Costo total real (S/.)	Margen (S/.)
1	16	99.3	420.15	0.05	91.29	457.25	772.8	610.73	162.07
2	16	145.35	459.53	0.05	91.29	528.30	772.8	696.17	76.63
3	71	8794.38	1951.79	0.2	405.08	10438.27	2939.4	11151.26	-8211.86
4	1	14.57	16.58	-	5.71	30.79	17.3	36.85	-19.55
5	9	148.55	442.38	0.03	51.35	480.68	434.7	642.28	-207.58
6	44	6.28	1444.25	0.13	251.04	1173.98	1368.4	1701.57	-333.17
7	2	4.17	25.44	0.01	11.41	31.72	55.2	41.02	14.18
8	25	4.17	317.98	0.07	142.63	348.62	432.5	464.78	-32.28
9	44	394.86	9423.73	0.13	251.04	6627.15	2125.2	10069.63	-7944.43
10	41	338.87	8781.20	0.12	233.92	6146.23	1980.3	9353.99	-7373.69
11	22	4.17	258.16	0.06	125.52	293.54	380.6	387.84	-7.24
12	2	18.61	451.33	0.01	11.41	316.47	96.6	481.34	-384.74
13	7	12.1	966.17	0.02	39.94	665.27	338.1	1018.21	-680.11
14	20	321.99	1189.87	0.06	114.11	1191.31	690	1625.97	-935.97
15	16	140.7	1575.55	0.05	91.29	1231.99	772.8	1807.53	-1034.73
16	16	140.92	1148.84	0.05	91.29	961.37	772.8	1381.04	-608.24
Total	352	10588.98	28873.00	1	2008.29	41470.00			-27 520.71

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Diseño del Costeo Basado en Actividades (ABC)

Para el desarrollo del costeo basado en actividades, se necesita asignar actividades representativas a cada costo indirecto, de tal forma, poder controlarlos de manera específica.

Las actividades a considerar son las siguientes:

- Consumo de energía.
- Manejo de equipo (depreciación de equipos)
- Manejo de material (depreciación de materiales)
- Dirección de hidráulica (sueldo del director del instituto de hidráulica)
- Control de calidad (sueldo del director de calidad)
- Certificación de calibración (costo de calibración)
- Apoyo administrativo y atención al cliente (costo de apoyo administrativo y atención al cliente)

Los generadores de costos asignados a las actividades son las siguientes:

Actividades	Generadores de costos
Consumo de energía	Número de pedidos vendidos
Manejo de equipo	Min/Máquina por equipo
Manejo de material	Min/MOD por equipo
Dirección de Hidráulica	Número de análisis de costo mensual (se realiza el análisis de costo quincenalmente)
Control de calidad	Número de inspecciones mensual
Certificación de calibración	Número de equipos
Apoyo administrativos y atención al cliente	Número de tipesos (considerando un tipeo por cada unidad vendida)

- La actividad consumo de energía genera costos mediante el consumo de energía ocasionado por los equipos, al producir una unidad pedida.
- La actividad manejo de equipo, que hace referencia a la depreciación de equipos, genera costos al consumir horas máquina cada equipo en sus respectivos ensayos.
- La actividad manejo de materiales, que hace referencia a la depreciación de materiales, genera costos, al consumir horas hombre para utilizar cada material en sus respectivos ensayos.
- La actividad dirección de hidráulica, que hace referencia al sueldo del director del instituto, genera costos, mediante la actividad más representativa que realice para el laboratorio, en este caso se optó por elegir el número de análisis de costo que realice.
- La actividad control de calidad, que hace referencia al sueldo del director de calidad, genera costos, mediante el número de inspecciones que realiza por cada ensayo.
- La actividad certificación de calibración, genera costos, mediante el número de inspecciones a cada equipo que se realice, puesto que, a mayor número de equipos a certificar mayor será el costo.
- La actividad apoyo administrativo y atención al cliente, genera costos, mediante el número de tipesos que realice para cada ensayo respectivo.

Cálculo de la tasa aplicable:

Costo Total de Actividad <hr/> Generador Total de Costo
--

	Actividades	S/.
A	Consumo de energía	2008.29
B	Manejo de equipo	1936.26
C	Manejo de material	126.20
D	Dirección de hidráulica	1260.44
E	Control de Calidad	6302.18
F	Certificación de Calibración	4000.00
G	Apoyo administrativos y atención al cliente	3151.09

	Generadores de Costos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL
A	Número de Pedidos vendidos	16	16	71	1	9	44	2	25	44	41	22	2	7	20	16	16	352
B	Min/Máquina por equipo	34	34	30	12	8	29	-	2	395	444	-	30	219	52	562	83	1936
C	Min/MOD por equipo	15.16	30.07	24.60	12.58	5.17	19.55	1.72	0.00	1.22	5.83	0.00	0.02	0.77	2.77	3.36	3.36	126
D	Analisis de costos mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
E	Número de inspecciones mensuales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
F	Número de equipos	2	5	3	3	4	5	0	0	6	7	1	8	6	3	10	8	71
G	Número de tipos	16	16	71	1	9	44	2	25	44	41	22	2	7	20	16	16	352

	S/.		N°		Tasa aplicable
1	2008.29	/	352	=	5.71
2	1936.26	/	1936	=	1
3	126.20	/	126.2	=	1
4	1260.44	/	32	=	78.78
5	6302.18	/	16	=	393.89
6	4000.00	/	71	=	57.14
7	3151.09	/	352	=	8.95

Cálculo para repartición de los costos de las actividades:

Costos de actividades (s/.) =	Generador de costos	x	Tasa (s/.)
--------------------------------------	----------------------------	----------	-------------------

N	Número de Pedidos vendidos		Tasa (1)		Costos de consumos de energía (S/.)	N	Min/Máq por equipo		Tasa (2)		Costos de Manejo de equipo (S/.)
1	16	x	5.71	=	91.29	1	34.22	x	1	=	34.22
2	16	x	5.71	=	91.29	2	34.22	x	1	=	34.22
3	71	x	5.71	=	405.08	3	30.12	x	1	=	30.12
4	1	x	5.71	=	5.71	4	12.49	x	1	=	12.49
5	9	x	5.71	=	51.35	5	8.32	x	1	=	8.32
6	44	x	5.71	=	251.04	6	29.14	x	1	=	29.14
7	2	x	5.71	=	11.41	7	-	x	1	=	0.00
8	25	x	5.71	=	142.63	8	2.07	x	1	=	2.07
9	44	x	5.71	=	251.04	9	395.25	x	1	=	395.25
10	41	x	5.71	=	233.92	10	444.22	x	1	=	444.22
11	22	x	5.71	=	125.52	11	-	x	1	=	0.00
12	2	x	5.71	=	11.41	12	30.15	x	1	=	30.15
13	7	x	5.71	=	39.94	13	218.51	x	1	=	218.51
14	20	x	5.71	=	114.11	14	51.85	x	1	=	51.85
15	16	x	5.71	=	91.29	15	562.45	x	1	=	562.45
16	16	x	5.71	=	91.29	16	83.26	x	1	=	83.26

N	Materiales, x ensayo		Tasa (C)		Costos de Manejo de material (S/.)	N	Nº inspeccio- nes		Tasa (D)		Costos de dirección de hidráulica (S/.)
1	15.16	x	1.00	=	15.16	1	1	x	78.78	=	78.78
2	30.07	x	1.00	=	30.07	2	1	x	78.78	=	78.78
3	24.60	x	1.00	=	24.60	3	1	x	78.78	=	78.78
4	12.58	x	1.00	=	12.58	4	1	x	78.78	=	78.78
5	5.17	x	1.00	=	5.17	5	1	x	78.78	=	78.78
6	19.55	x	1.00	=	19.55	6	1	x	78.78	=	78.78
7	1.72	x	1.00	=	1.72	7	1	x	78.78	=	78.78
8	-	x	1.00	=	-	8	1	x	78.78	=	78.78
9	1.22	x	1.00	=	1.22	9	1	x	78.78	=	78.78
10	5.83	x	1.00	=	5.83	10	1	x	78.78	=	78.78
11	-	x	1.00	=	-	11	1	x	78.78	=	78.78
12	0.02	x	1.00	=	0.02	12	1	x	78.78	=	78.78
13	0.77	x	1.00	=	0.77	13	1	x	78.78	=	78.78
14	2.77	x	1.00	=	2.77	14	1	x	78.78	=	78.78
15	3.36	x	1.00	=	3.36	15	1	x	78.78	=	78.78
16	3.36	x	1.00	=	3.36	16	1	x	78.78	=	78.78

N	Número de equipos		Tasa (E)		Costos control de calidad (S/.)	N	Número de tipos		Tasa (F)		Costos de certificación de calibración
1	1	x	393.89	=	393.89	1	2	x	57.14	=	114.29
2	1	x	393.89	=	393.89	2	5	x	57.14	=	285.71
3	1	x	393.89	=	393.89	3	3	x	57.14	=	171.43
4	1	x	393.89	=	393.89	4	3	x	57.14	=	171.43
5	1	x	393.89	=	393.89	5	4	x	57.14	=	228.57
6	1	x	393.89	=	393.89	6	5	x	57.14	=	285.71
7	1	x	393.89	=	393.89	7	0	x	57.14	=	-
8	1	x	393.89	=	393.89	8	0	x	57.14	=	-
9	1	x	393.89	=	393.89	9	6	x	57.14	=	342.86
10	1	x	393.89	=	393.89	10	7	x	57.14	=	400.00
11	1	x	393.89	=	393.89	11	1	x	57.14	=	57.14
12	1	x	393.89	=	393.89	12	8	x	57.14	=	457.14
13	1	x	393.89	=	393.89	13	6	x	57.14	=	342.86
14	1	x	393.89	=	393.89	14	3	x	57.14	=	171.43
15	1	x	393.89	=	393.89	15	9	x	57.14	=	514.29
16	1	x	393.89	=	393.89	16	8	x	57.14	=	457.14

N	Número de equipos		Tasa (G)		Costos de atención al cliente (S/.)
1	16	x	8.95	=	143.23
2	16	x	8.95	=	143.23
3	71	x	8.95	=	635.59
4	1	x	8.95	=	8.95
5	9	x	8.95	=	80.57
6	44	x	8.95	=	393.89
7	2	x	8.95	=	17.90
8	25	x	8.95	=	223.80
9	44	x	8.95	=	393.89
10	41	x	8.95	=	367.03
11	22	x	8.95	=	196.94
12	2	x	8.95	=	17.90
13	7	x	8.95	=	62.66
14	20	x	8.95	=	179.04
15	16	x	8.95	=	143.23
16	16	x	8.95	=	143.23

Costo total de las actividades

N	Costos de consumo de energía (S/.)	Costos de Manejo de equipo (S/.)	Costos de Manejo de material (S/.)	Costos de dirección de hidráulica (S/.)	Costos control de calidad (S/.)	Costos de certificación de calibración	Costos de atención al cliente (S/.)	Total (S/.)
1	91.29	34.22	15.16	78.78	393.89	114.29	143.23	870.86
2	91.29	34.22	30.07	78.78	393.89	285.71	143.23	1057.19
3	405.08	30.12	24.60	78.78	393.89	171.43	635.59	1739.48
4	5.71	12.49	12.58	78.78	393.89	171.43	8.95	683.83
5	51.35	8.32	5.17	78.78	393.89	228.57	80.57	846.64
6	251.04	29.14	19.55	78.78	393.89	285.71	393.89	1451.99
7	11.41	0.00	1.72	78.78	393.89	-	17.90	503.70
8	142.63	2.07	-	78.78	393.89	-	223.80	841.16
9	251.04	395.25	1.22	78.78	393.89	342.86	393.89	1856.92
10	233.92	444.22	5.83	78.78	393.89	400.00	367.03	1923.67
11	125.52	0.00	-	78.78	393.89	57.14	196.94	852.27
12	11.41	30.15	0.02	78.78	393.89	457.14	17.90	989.29
13	39.94	218.51	0.77	78.78	393.89	342.86	62.66	1137.41
14	114.11	51.85	2.77	78.78	393.89	171.43	179.04	991.86
15	91.29	562.45	3.36	78.78	393.89	514.29	143.23	1787.28
16	91.29	83.26	3.36	78.78	393.89	457.14	143.23	1250.94

Cálculo del costo de materia prima:

Al igual que los costos de materia prima calculados en los sistemas de costos por Absorción y Variable, el costo ABC se rige a la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de materia prima unitario} = \text{Costo MP sin flete} + \text{Fletes} \times \text{producto.}$$

	MP sin flete (S/.)		Flete (S/.)		Costo de MP. (S/.)		U. vendidas		Costo de MP total (S/.)
1	5.95	+	0.26	=	6.21	x	16	=	99.3
2	8.82	+	0.26	=	9.08	x	16	=	145.35
3	123.81	+	0.06	=	123.86	x	71	=	8794.38
4	10.4	+	4.17	=	14.57	x	1	=	14.57
5	16.04	+	0.46	=	16.51	x	9	=	148.55
6	0.05	+	0.09	=	0.14	x	44	=	6.28
7	-	+	2.08	=	2.08	x	2	=	4.17
8	-	+	0.17	=	0.17	x	25	=	4.17
9	8.88	+	0.09	=	8.97	x	44	=	394.86
10	8.16	+	0.1	=	8.27	x	41	=	338.87
11	-	+	0.19	=	0.19	x	22	=	4.17
12	7.22	+	2.08	=	9.3	x	2	=	18.61
13	1.13	+	0.6	=	1.73	x	7	=	12.1
14	15.89	+	0.21	=	16.1	x	20	=	321.99
15	8.53	+	0.26	=	8.79	x	16	=	140.7
16	8.55	+	0.26	=	8.81	x	16	=	140.92
9	8.88	+	0.09	=	8.97	x	44	=	394.86
10	8.16	+	0.1	=	8.27	x	41	=	338.87
11	-	+	0.19	=	0.19	x	22	=	4.17
12	7.22	+	2.08	=	9.3	x	2	=	18.61
13	1.13	+	0.6	=	1.73	x	7	=	12.1
14	15.89	+	0.21	=	16.1	x	20	=	321.99
15	8.53	+	0.26	=	8.79	x	16	=	140.7
16	8.55	+	0.26	=	8.81	x	16	=	140.92

Cálculo del costo de producción total (C.P.T.)

Costos de producción total (C.P.T.)	=	Costo MP total	+	Costo MOD total	+	Costo actividades
--	----------	---------------------------	----------	----------------------------	----------	------------------------------

Ensayo	Costo de Actividad (S/.)	Costo de Materia Prima (S/.)	Costo de Mano de Obra Directa (S/.)	Total
1	870.86	99.3	420.15	1390.31
2	1057.19	145.35	459.53	1662.07
3	1739.48	8794.38	1951.79	12485.65
4	683.83	14.57	16.58	714.98
5	846.64	148.55	442.38	1437.57
6	1451.99	6.28	1444.25	2902.52
7	503.7	4.17	25.44	533.31
8	841.16	4.17	317.98	1163.31
9	1856.92	394.86	9423.73	11675.51
10	1923.67	338.87	8781.20	11043.74
11	852.27	4.17	258.16	1114.60
12	989.29	18.61	451.33	1459.23
13	1137.41	12.1	966.17	2115.68
14	991.86	321.99	1189.87	2503.72
15	1787.28	140.7	1575.55	3503.53
16	1250.94	140.92	1148.84	2540.70

Cálculo de ingresos por ventas actuales y costos totales real

Ingreso x venta total-actual(s/.)	=	Valor Venta unitario (S/.)	x	Unidades vendidas
Costo total-real (s/.)	=	C.P.T. (S/.)		

Ensayo	Valor de Venta Unitario (S/.)		Unidades vendidas		I.V. Total actual (S/.)
1	48.3	x	16	=	772.80
2	48.3	x	16	=	772.80
3	41.4	x	71	=	2939.40
4	17.3	x	1	=	17.30
5	48.3	x	9	=	434.70
6	31.1	x	44	=	1368.40
7	27.6	x	2	=	55.20
8	17.3	x	25	=	432.50
9	48.3	x	44	=	2125.20
10	48.3	x	41	=	1980.30
11	17.3	x	22	=	380.60
12	48.3	x	2	=	96.60
13	48.3	x	7	=	338.10
14	34.5	x	20	=	690.00
15	48.3	x	16	=	772.80
16	48.3	x	16	=	772.80

Ensayo	C.P.T. (S/.)		Costo total real (S/.)
1	1390.31	=	1390.31
2	1662.07	=	1662.07
3	12485.65	=	12485.65
4	714.98	=	714.98
5	1437.57	=	1437.57
6	2902.52	=	2902.52
7	533.31	=	533.31
8	1163.31	=	1163.31
9	11675.51	=	11675.51
10	11043.74	=	11043.74
11	1114.60	=	1114.60
12	1459.23	=	1459.23
13	2115.68	=	2115.68
14	2503.72	=	2503.72
15	3503.53	=	3503.53
16	2540.70	=	2540.70

Cálculo de utilidad bruta:

Utilidad bruta	= Ingreso x venta total-actual(s/.) - Costo total-real (s/.)
---------------------------	---

Ensayo	I.V. Total actual (S/.)		Costo total - real (S/.)		Utilidad bruta o pérdida (S/.)
1	772.8	-	1390.31	=	-617.50
2	772.8	-	1662.07	=	-889.28
3	2939.4	-	12485.65	=	-9546.25
4	17.3	-	714.98	=	-697.67
5	434.7	-	1437.57	=	-1002.87
6	1368.4	-	2902.52	=	-1534.12
7	55.2	-	533.31	=	-478.10
8	432.5	-	1163.31	=	-730.81
9	2125.2	-	11675.51	=	-9550.31
10	1980.3	-	11043.74	=	-9063.43
11	380.6	-	1114.6	=	-733.99
12	96.6	-	1459.23	=	-1362.63
13	338.1	-	2115.68	=	-1777.57
14	690	-	2503.72	=	-1813.72
15	772.8	-	3503.53	=	-2730.72
16	772.8	-	2540.7	=	-1767.90
					-44296.88

Resumen del costo basado en actividades (ABC)

	U. vend	ACTIVIDADES (S/.)							Total de C.I.F (S/.)	Costo M.P. (S/.)	Costo MOD (S/.)	Costos total Prod (S/.)	Ingreso x venta Total (S/.)	Utilidad bruta o pérdida (S/.)
		Costos de consumos de energía (S/.)	Costos de Manejo de equipo (S/.)	Costos de Manejo de material (S/.)	Costos de dirección de hidráulica (S/.)	Costos control de calidad (S/.)	Costos de certificación de calibración	Costos de atención al cliente (S/.)						
1	16	91.29	34.22	15.16	78.78	393.89	114.29	143.23	870.86	99.3	420.15	1390.31	772.8	-617.5
2	16	91.29	34.22	30.07	78.78	393.89	285.71	143.23	1057.19	145.35	459.53	1662.07	772.8	-889.28
3	71	405.08	30.12	24.60	78.78	393.89	171.43	635.59	1739.48	8794.38	1951.79	12485.65	2939.4	-9546.25
4	1	5.71	12.49	12.58	78.78	393.89	171.43	8.95	683.83	14.57	16.58	714.98	17.3	-697.67
5	9	51.35	8.32	5.17	78.78	393.89	228.57	80.57	846.64	148.55	442.38	1437.57	434.7	-1002.87
6	44	251.04	29.14	19.55	78.78	393.89	285.71	393.89	1451.99	6.28	1444.25	2902.52	1368.4	-1534.12
7	2	11.41	0.00	1.72	78.78	393.89	-	17.90	503.70	4.17	25.44	533.31	55.2	-478.1
8	25	142.63	2.07	-	78.78	393.89	-	223.80	841.16	4.17	317.98	1163.31	432.5	-730.81
9	44	251.04	395.25	1.22	78.78	393.89	342.86	393.89	1856.92	394.86	9423.73	11675.51	2125.2	-9550.31
10	41	233.92	444.22	5.83	78.78	393.89	400.00	367.03	1923.67	338.87	8781.2	11043.74	1980.3	-9063.43
11	22	125.52	0.00	-	78.78	393.89	57.14	196.94	852.27	4.17	258.16	1114.6	380.6	-733.99
12	2	11.41	30.15	0.02	78.78	393.89	457.14	17.90	989.29	18.61	451.33	1459.23	96.6	-1362.63
13	7	39.94	218.51	0.77	78.78	393.89	342.86	62.66	1137.41	12.1	966.17	2115.68	338.1	-1777.57
14	20	114.11	51.85	2.77	78.78	393.89	171.43	179.04	991.86	321.99	1189.87	2503.72	690	-1813.72
15	16	91.29	562.45	3.36	78.78	393.89	514.29	143.23	1787.28	140.7	1575.55	3503.53	772.8	-2730.72
16	16	91.29	83.26	3.36	78.78	393.89	457.14	143.23	1250.94	140.92	1148.84	2540.7	772.8	-1767.9
									10588.99	28872.95	58246.43	13949.5	-44296.88	

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Resultados

	Ingresos x venta (S/.)	COSTEO-ABSORCIÓN		COSTEO-DIRECTO		COSTEO-ABC	
		C.Producción	Utilidad Bruta o pérdida (S/.)	C.Producción	Margen o pérdida (S/.)	C.Producción	Utilidad Bruta o pérdida (S/.)
1 Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	772.80	999.59	-226.79	610.73	162.07	1,390.30	-617.50
2 Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	772.80	1,143.01	-370.21	696.17	76.63	1,662.08	-889.28
3 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	2,939.40	11,253.18	-8,313.78	11,151.26	-8,211.86	12,485.65	-9,546.25
4 Determinación del valor del PH	17.30	323.29	-305.99	36.85	-19.55	714.97	-697.67
5 Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	434.70	1,435.79	-1,001.09	642.28	-207.58	1,437.57	-1,002.87
6 Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105 °C	1,368.40	2,050.58	-682.18	1,701.57	-333.17	2,902.52	-1,534.12
7 Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	55.20	225.16	-169.96	41.02	14.18	533.30	-478.10
8 Determinación de la temperatura	432.50	518.06	-85.56	464.78	-32.28	1,163.31	-730.81
9 Determinación de coliformes totales	2,125.20	13,014.99	-10,889.79	10,069.63	-7,944.43	11,675.51	-9,550.31
10 Determinación de coliformes termotolerantes	1,980.30	12,370.04	-10,389.74	9,353.99	-7,373.69	11,043.73	-9,063.43
11 Determinación de oxígeno disuelto (OD)	380.60	438.94	-58.34	387.84	-7.24	1,114.59	-733.99
12 Determinación de E. Coli	96.60	3,450.79	-3,354.19	481.34	-384.74	1,459.23	-1,362.63
13 Determinación de bacterias Heterótrofas	338.10	2,998.12	-2,660.02	1,018.21	-680.11	2,115.67	-1,777.57
14 Determinación de nitratos. (Método espectrofotométrico)	690.00	2,578.76	-1,888.76	1,625.97	-935.97	2,503.72	-1,813.72
15 Metales en el modo de homo de grafito	772.80	3,315.87	-2,543.07	1,807.53	-1,034.73	3,503.52	-2,730.72
16 Metales en modo de flama	772.80	2,130.20	-1,357.40	1,381.04	-608.24	2,540.70	-1,767.90
			-44,296.88		-27,520.71		-44,296.88

Costeo Absorción

Costo	S/.	Incidencia
Costo de materia prima total (S/.)	10,588.98	18%
Costo de mano de obra directa total (S/.)	28,872.94	50%
CIF unitarios total (S/.)	18,784.46	32%
Costo de producción (S/.)	58,246.38	100%

Costeo Variable

Costo	S/.	Incidencia
Costo de materia prima total (S/.)	10,588.98	26%
Costo de mano de obra directa total (S/.)	28,872.94	70%
CIF unitarios total (S/.)	2,008.29	5%
Costo de producción variable (S/.)	41,470.21	100%

Costeo ABC

Costo	S/.	Incidencia
Costo de materia prima total (S/.)	10,588.98	18%
Costo de mano de obra directa total (S/.)	28,872.94	50%
CIF unitarios total (S/.)	18,784.46	32%
Costo de producción (S/.)	58,246.38	100%

Como se pudo observar en la página anterior, los tres métodos de costeo concluyen en pérdida para el LIS, debido a que los costos de producción resultan mayores que los ingresos por venta.

Es necesario indicar que tanto el costeo por absorción como el costeo ABC, deben coincidir con la misma ganancia o pérdida global según sea el caso, debido a que ambos se diferencian en la forma de cómo manejar y distribuir los costos indirectos de fabricación. Mientras que el costeo variable difiere de los otros debido a que omite en su cálculo, los costos fijos.

En los cuadros de la parte izquierda, se aprecia la incidencia que tienen los costos de materia prima, mano de obra y CIF con respecto al costo de producción, y como se aprecia en el costeo por absorción y en el ABC, el costo de mano de obra, representa un 50% del costo de producción, siendo el que más incrementa el costo.

Asimismo en el costeo Variable el costo que presenta mayor incidencia es el de mano de obra. Con esto podemos concluir que la causa principal y por la que se debe de ajustar para que el negocio sea rentable es el costo de mano de obra directa, esto se presenta debido al poco volumen de pedidos que tiene el laboratorio y la alta mano de obra calificada. En otras palabras, se tiene una mano de obra muy cara para poco volumen de producción.

3.6 Unidades a vender

En este caso se realizará el cálculo de las unidades a vender, teniendo en cuenta que el laboratorio de ingeniería sanitaria desea tener una utilidad del 12% (**ver tabla 35**),

Es importante su cálculo, pues gracias a ello, se podrá tener en cuenta la cantidad de unidades por vender necesarias para no perder y poder adquirir utilidades en cada ensayo ofrecido.

Para su desarrollo se realizó lo siguiente:

- El costo fijo se distribuyó en base a las unidades vendidas por cada ensayo, así se asegura en no castigar aquellos ensayos que no son muy solicitados por los clientes y que al realizarlos no generan ganancia.
- Por lo tanto, si se desea obtener un 12% de utilidad se tiene que asignar un precio de venta con el que pueda ganar ese porcentaje (costo de producción unitario x 1.12).

Las unidades a vender lo obtendríamos de la siguiente manera:

- **Utilidad** = (precio de venta unitario) – (costo de producción unitario).
- **Unidades a vender** = (costo de producción) / (utilidad).

Tabla 35. Cálculo unidades a vender por ensayo

		Costos fijos (unitario)	Costo de producción (unitario)	Precio de venta (margen 12%)	Utilidad	Unidades a vender
Número de ensayos		16		12%		Unidades
1	Aceites y grasas por el método de Partición Gravimétrica	762.55	86.89	97.32	10.43	73
2	Aceites y grasas por el método de Extracción de Soxhlet	762.55	103.88	116.35	12.47	61
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	3383.83	175.85	196.96	21.10	160
4	Determinación del valor del PH	47.66	714.97	800.76	85.80	-
5	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	428.94	159.73	178.90	19.17	22
6	Determinación de sólidos en suspensión secados a 103 - 105	2097.02	65.97	73.88	7.92	264
7	Determinación de sólidos sedimentables (Volumétrica)	95.32	266.65	298.65	32.00	2
8	Determinación de la temperatura	1191.49	46.53	52.12	5.58	213
9	Determinación de coliformes totales	2097.02	265.35	297.19	31.84	65
10	Determinación de coliformes termotolerantes	1954.04	269.36	301.68	32.32	60
11	Determinación de oxígeno disuelto (OD)	1048.51	50.66	56.74	6.08	172
12	Determinación de E. Coli	95.32	729.61	817.17	87.55	1
13	Determinación de bacterias Heterótrofas	333.62	302.24	338.51	36.27	9
14	Determinación de nitratos. (Método espectrofométrico)	953.19	125.19	140.21	15.02	63
15	Metales en el modo de horno de grafito	762.55	218.97	245.25	26.28	29
16	Metales en modo de flama	762.55	158.79	177.85	19.06	40
		16776.2				

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 4:

Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

1. Las actividades localizadas para el costeo del laboratorio de Ingeniería Sanitaria son:
 - **Consumo de energía:** la actividad denominada consumo de energía involucra el costo de energía, siendo este un servicio básico consumido en el sector productivo.
 - **Manejo de equipo:** la actividad manejo de equipo hace referencia a la depreciación de equipos utilizados para los ensayos.
 - **Manejo de material:** la actividad manejo de materiales hace referencia a depreciación de materiales de vidrios utilizados en el desarrollo de cada ensayo.
 - **Dirección de hidráulica:** la actividad dirección de hidráulica, hace referencia al 10% del sueldo del director del instituto de Hidráulica.
 - **Control de calidad:** la actividad control de calidad involucra el costo referente al sueldo del jefe de calidad.
 - **Certificación de calibración:** la presente actividad refleja al servicio que anualmente se realiza para el calibrado de todos los equipos.

- **Apoyo administrativo y atención al cliente:** Actividad que representa los costos de apoyo administrativo y atención al cliente.

Las actividades “Control de calidad” (S/. 6302.18) y “Certificación de calibración” (S/. 4 000), son las que reportan mayor costos, esto se debe a que el encargado de control de calidad lo realiza el director de calidad que a su vez es el encargado del laboratorio, mientras que la actividad certificación de calibración, se tiene que realizar anualmente a todos los equipo nombrado a lo largo de la tesis, costo justificado debido a que es un requisito indispensable para la acreditación.

2. Los generadores de costos asignado a las actividades nombradas anteriormente son las siguientes:

Actividades	Generadores de costos
Consumo de energía	Número de pedidos vendidos
Manejo de equipo	Mín/Máquina por equipo
Manejo de material	Mín/MOD por equipo
Dirección de Hidráulica	Número de analisis de costo mensual (se realiza el análisis de costo quincenalmente)
Control de calidad	Número de inspecciones mensual
Certificación de calibración	Número de equipos
Apoyo administrativos y atención al cliente	Número de tipeos (considerando un tipeo por cada unidad vendida)

Estos generadores permiten estimar los costos de cada actividad por ensayo de una manera proporcional.

3. La tasa aplicada a cada generador de costo se determinó gracias a la relación entre el costo total de la actividad y el número total de generadores, siendo esta de mucha utilidad para poder distribuir el costo de cada actividad, a los diferentes productos ofrecidos por el laboratorio.
4. La determinación de las unidades vendidas, costo de materia prima costo de calibración y fletes se obtuvieron gracias a los registros históricos brindados por el laboratorio de Ingeniería Sanitaria, mientras que el costo de energía se obtuvo gracias a la característica de cada equipo. Se pudo observar que no se estaba llevando una buena política en la adquisición de la materia prima (reactivos), conllevando así a la inflación de costos de este elemento.
5. Al realizar el costeo ABC, se puede persivir que es un sistema de costeo más profundo y sensible, puesto que toma en cuenta cada área, este directa o indirectamente ligada al área de producción, y la modificación de una de ellas podría ocasionar una alteración en el resultado final del costeo.
6. Gracias a la información brindada en el resumen del costeo basado en actividades, se puede observar que el laboratorio de Ingeniería Sanitaria ha estado ofreciendo servicios

con precios determinados, sin tomar en cuenta la sinceración de costos, trabajando así, a pérdida.

7. El sistema de costeo basado en actividades propuesto, sirve de soporte para que la parte administrativa y contable suministren a los altos cargos de la empresa, información de costos relacionados a las actividades y productos. Por lo tanto su correcto análisis permitirá tomar decisiones relacionadas a la continuidad o discontinuidad de los productos que se elaboran, o qué productos tienen mayor costo de producción para poder tomar medidas apropiadas en su respectiva disminución.

4.2 Recomendaciones

1. Este costeo deberá ser implementado en el laboratorio para determinar los precios adecuados a cada servicio que se brindará.
Una vez implantado, es recomendable extenderlo a los demás procesos que no están aún acreditados, pues el objetivo general del laboratorio de Ingeniería Sanitaria es lograr poco a poco la completa acreditación de sus parámetros.
2. Es necesario hacer un análisis costo/beneficio antes de ofrecer el servicio de un nuevo ensayo, para asegurar que los beneficios que se puedan obtener, sean mayores a sus costos de producción.
3. El control de los costos deben ser un proceso continuo. Es recomendable emitir y analizar reportes de costos quincenalmente con el fin de mantener un estricto control sobre todos las etapas del proceso productivo, de manera que se puedan hacer correcciones y/o enmendar procedimientos.
4. Para medir el trabajo de los operarios continuamente y mejorar los costos de mano de obra es necesario plasmar objetivos a cubrir, en cuanto a materia prima, mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y otros costos que involucren la producción.
5. Para aprovechar al máximo la información obtenida de un sistema de control de costos basado en actividades, se recomienda contratar a una persona que se encargue específicamente de él, de esta manera el control será constante y se dará mayor seguimiento a los resultados obtenidos.
Dicha persona debe ser capacitada de forma general en el rubro del laboratorio para que pueda tener un conocimiento de cómo trabaja una empresa como esta.
6. Es recomendable invertir en constantes capacitaciones al personal encargado del LIS, para que se encuentren en la capacidad de realizar métodos más exactos de determinación de muestras, y así poder obtener manuales de procedimientos certificados internacionalmente, generando así mayor prestigio al laboratorio.
7. Es recomendable la revisión de los procedimientos en cada uno de los ensayos ya acreditados y de los aun faltantes, utilizando el estudio de tiempos y movimientos. Así mismo se recomienda implantar métodos de ensayos más abreviados. Bajo estas dos recomendaciones se logrará realizar varios ensayos simultáneamente, conllevando a la reducción de tiempos muertos y por consiguiente la disminución de los costos de manos de obra directa.
Un ejemplo claro se percibe en el ensayo 4, en el análisis de PH; siendo un ensayo tan sencillo, consume 62 min del tiempo en realizarlo, pudiéndolo realizar en menor tiempo, si el operario se organizara mejor o si se realizase otro método de medición de PH más abreviado.
8. Seguida la recomendación anterior, es importante que el director del LIS, deba ejercer una supervisión constante para asegurarse, en la medida de lo posible, que todas las mejoras realizadas por el estudio de métodos y movimientos se lleven a cabo de acuerdo a lo proyectado. De esta manera se logrará mantener los costos dentro de los rangos establecidos.

9. Es recomendable la contratación de técnicos especializados, cuya mano de obra es más barata a la de un ingeniero, ya que en algunos ensayos, quién los realiza es un profesional cuyo sueldo es 2.7 mayor que la de un técnico.
10. Se recomienda realizar una racionalización de las actividades administrativas en esta etapa previa a la acreditación, (vale indicar que en esta etapa no hay muchos ingresos), puesto que existen actividades que pueden ser realizadas por personal operativo en el laboratorio. Un ejemplo claro es de aquella persona que recepciona las llamadas, su actividad la puede realizar el encargado del laboratorio.
11. El costo de materia prima en algunos ensayos resulta elevado, por lo que se sugiere que el área de logística, a través de su departamento de compras, optimicen los costos de adquisición de materia prima sin perjudicar su calidad.
12. Se recomienda que el laboratorio de Ingeniería Sanitaria, cuente con un medidor propio de energía, así se podrá verificar el consumo generado exactamente mensualmente.
13. El laboratorio no cuenta con un ordenada base de datos de todo bien que ingresa, es recomendable contar con una base virtual de toda información (precio, vida útil, proveedor, etc.) de los bienes que existen en el laboratorio. Ayudaría mucho en la toma de datos referente a costos y facilitaría futuras negociaciones.

Bibliografía

- Apaza Meza, M. (2002). *Costos ABC, ABM y ABB Herramientas para incrementar la Rentabilidad y la Competitividad Empresarial*. Lima: Real Editores.
- Bellido Sánchez, P. A. (2000). Costos ABC. En P. A. Bellido Sánchez, *Costos ABC* (pág. 63). Lima: Pacífico Editoriales.
- BLOCHER Edwar, C. K. (s/f). *Cost Management*. New York: New York, NY.
- Botero, M. (23 de 6 de 2011). *Gerencie.com*. Obtenido de <http://www.gerencie.com/el-sistema-de-costeo-basado-en-actividades.html>
- Díaz Martell, M. (8 de 6 de 2006). *Fundamentos de los Costos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-fundamentos-costos/estado-costos-produccion>
- *Diccionario medio Ambiente*. (s.f.). Obtenido de <http://www.dominicanaonline.org/diccionariomedioambiente/es/definicionVer.asp?id=254>
- Elías Maza, P. (s/f). *Portal Economía y Finanzas*. Obtenido de http://mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=1729%3Aestado-de-resultados&catid=388&Itemid=100337&Itemid=100337&lang=es
- *Glosario Lombricultura y Ag. Orgánica*. (s.f.). Obtenido de <http://www.manualdelombricultura.com/glosario/pal/38.html>
- Gonzales, J. G. (2009). *Costo Basado en las Actividades*. Argentina.
- *Guías para la calidad del agua potable*. (1995). Lima.
- Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria. UDEP. (2013). *Manual de Calidad de Laboratorio de Ingeniería Sanitaria*. Piura.
- Lemus Campos, J. (1998). *El sistema de costeo basado en actividades para el control de costos, aplicado a empresas de construcción*. Guatemala.
- Maher, L. R. (2004). Fundamento de la contabilidad de Costos. En L. R. Maher, *Fundamento de la contabilidad de Costos* (pág. 5). Mc Graw-Hill international.
- Mayita, R. (9 de 9 de 2011). *Eficiencia y Productividad Empresarial*. Obtenido de <http://mayita-ruby.blogspot.com/2011/05/generadoras-sistema-tradicional-de.html>
- Mayor Gamero, G. (s/f). *Portal de Ministerio de Economía y Finanzas*. Obtenido de http://mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=1838%3Acontabilizacion-de-las-coberturas&catid=388&Itemid=100337&lang=es
- Ministerio del ambiente. (2008). *Estandares Nacionales para la Calidad del Agua*. Lima.
- *SIXTINA*. (2012). Obtenido de <http://www.sixtina.com.ar/articulos/a013.htm>

Anexos

Anexo A.

Evaluación del Ministerio del Ambiente

El Ministerio del ambiente realizó una evaluación de capacidades de respuesta de las instituciones consultadas (Situación de los Laboratorios Ambientales en el Perú - 2009). Los laboratorios privados acreditados a quienes se les envió la encuesta son 23.

Entre los laboratorios no acreditados a quienes se les enviaron las encuestas fueron 145, las cuales comprenden laboratorios del sector público y privado, que incluyen laboratorios comerciales privados, laboratorios de Universidades, laboratorios de distintos sectores del gobierno en todo el país, tales como: Salud, Producción, Energía y Minas, Vivienda, Agricultura, Ministerio público y Ministerio de defensa.

En total se encuestó a 168 laboratorios en todo el Perú, cuyos resultados arrojaron los siguientes datos:

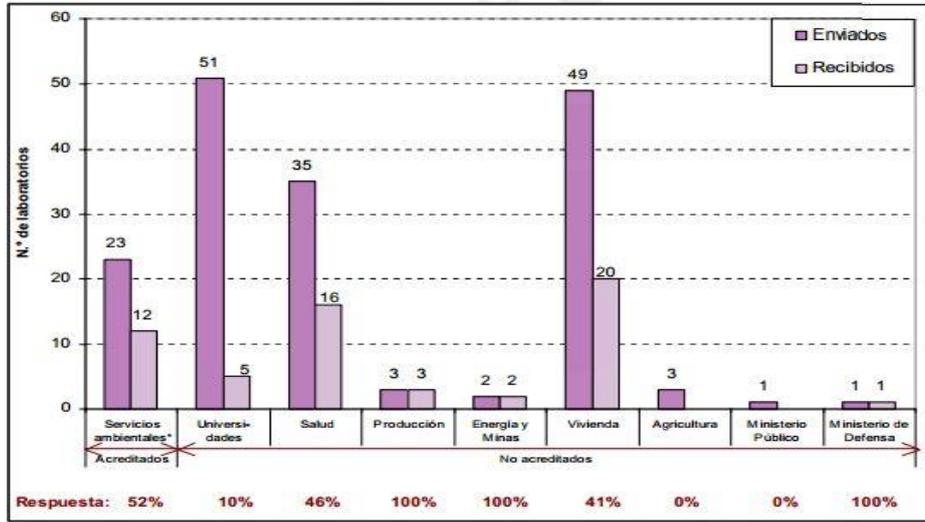
- Referente a la **capacidad de respuesta general** de las instituciones consultadas ha sido del 35% pues del total de encuestas enviadas, se han recibido 59 encuestas debidamente llenadas.
- La **capacidad de respuesta de los laboratorios acreditados** fue de 52%, pues de 23 encuestas enviadas se recibieron 12
- Y la **capacidad de respuesta de los laboratorios no acreditados** fue de 23%, pues de 145 encuestas enviadas se recibieron 46, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Laboratorios	Sector	Enviados	Recibidos	%
Acreditados	Servicios ambientales*	23	12	52
No acreditados	Universidades	51	5	10
	Salud	35	16	46
	Producción	3	3	100
	Energía y Minas	2	2	100
	Vivienda	49	20	41
	Agricultura	3		0
	Ministerio Público	1		0
	Ministerio de Defensa	1	1	100
Total		168	59	35

A1

*Un laboratorio que pertenece a una Universidad, que brinda servicios ambientales, se le considero en el grupo de los servicios ambientales.

En el siguiente gráfico de barras podemos apreciar de manera clara la respuesta de laboratorios acreditados/no acreditados, según sector comparación de encuesta de enviadas y recibidas:

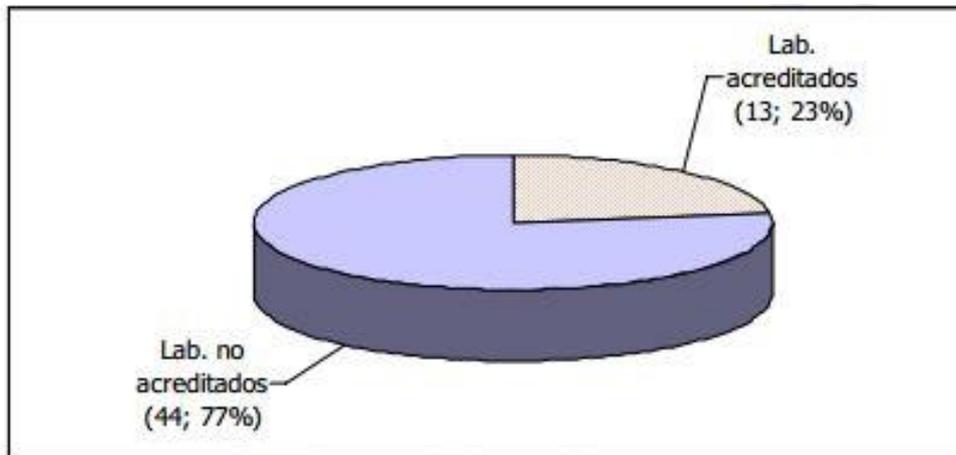


A2

Condición del laboratorio son respecto a la acreditación, según a la norma NTP ISO/IEC 17025

Además se realizó una pregunta, respecto a la acreditación, según la norma NTP ISO/IEC 17025, de las cuales a esta solo respondieron 57 laboratorios del total, 13 (23%) respondieron que son acreditados y 45 (77%) respondieron que no son acreditados.

Proporción de laboratorios acreditados y no acreditados

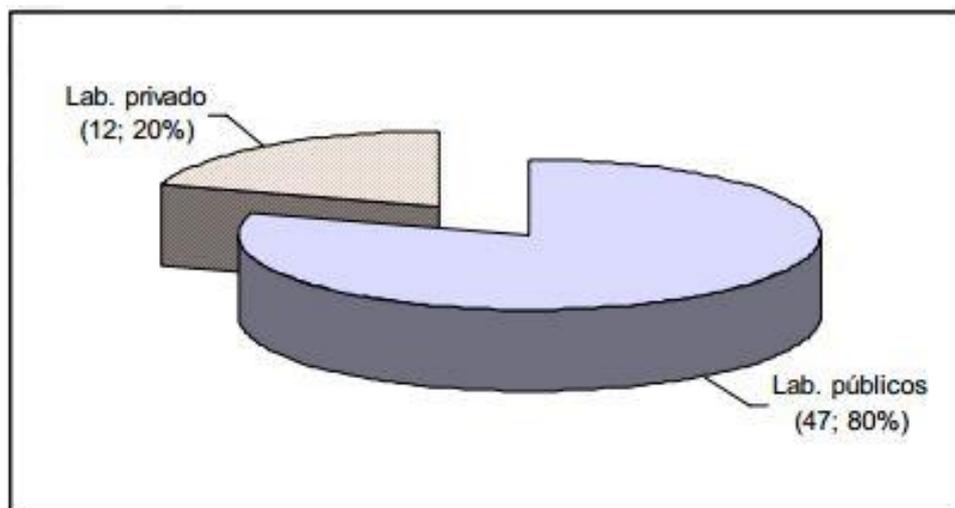


A3

Es importante comentar que las acreditaciones pueden ser otorgadas por INDECOPI-Perú y Canadá-CALA (Canadian Association for Laboratory Accreditation Inc.)

Tipo de laboratorio

De las 59 encuestas recibidas el 80% (47 laboratorios) corresponden a entidades públicas y el 20% corresponden a entidades privadas.

**A4**

Anexo B.

Ejemplo práctico de Costeo Basado en Actividades:

Una empresa de envasado “Envasado ABC S.A.” solicita un sistema de costeo basado en actividades.

El grupo encargado para la realización del sistema, luego de haber efectuado las entrevistas pertinentes, así como las visitas a plantas o las áreas gerenciales, han obtenido los siguientes datos.

La empresa fabrica tres tipos de envases de plástico para una organización trasnacional dedicada a la fabricación de gaseosas, en sus productos pequeño, mediano, grande.

Las unidades fabricadas y vendidas, este año han sido de 4000 unidades de pequeño, 10000 unidades de mediano y 15000 unidades de grande.

Los **costos indirectos de Fabricación (CIF)** han ascendido a \$ 922 500 y la organización, aplicando el sistema tradicional de costeo, los asigna tomado como base las horas máquina que han sido de 37 500.

El **costo de materiales directos** consumidos has sido de \$619 000, habiéndose consumido \$ 44 000 para el envase pequeño, \$200 000 para el envase mediano y de \$ 375 000 para el envase grande.

El **costo de la mano de obra directa (MOD)**, ha sido de \$ 24000 para el envase pequeño, \$ 170 000 para el envase mediano y \$ 135 000 para el envase grande.

Una investigación más profunda dentro de las actividades operativas de la organización ha podido suministrar los siguientes datos que se muestra en los cuadros a continuación:

Concepto	Pequeño	Mediano	Grande
Horas MOD por unidad	1	2	1.5
Horas máquina por unidad	2	1	1.3

B1

Además la determinación de las actividades y generadores de costos se presentan en la siguiente tabla con sus respectivos costos:

Actividades	Generadores	Costo \$	N° G.
Maquinar	Horas maquinado	378 750	37500
Cambiar Moldes	Lotes de fabricación	15000	30
Recibir Materiales	Recepciones	217 350	270
Entregar productos	Entregas	124 800	32
Planificar producción	Órdenes de producción	186 600	50

B2

		Mediano	Grande
		2000 unidades	3000 unidades
		35 veces	15 veces
		3 veces	9 veces
		10 órdenes	15 órdenes

B3

Lo que se realizará es:

1. Cálculo de CIF por unidad para cada producto, aplicando el sistema tradicional de costeo y utilizando como base de asignación o reparto de los CIF, las horas de maquinado.

$$\text{Tasa CIF} = \frac{\text{Total CIF (\$)}}{\text{H. Maquinado}}$$

$$\text{Tasa CIF} = \frac{\$922500}{37500}$$

$$\text{Tasa CIF} = \$ 24.6 \text{ por H. maquinado}$$

CONCEPTO	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
Tasa CIF	\$24.60	\$24.60	\$24.60
Horas de Maquinado	2.00	1.00	1.30
CIF Unitario	\$49.20	\$24.60	\$31.98

B4

2. cálculo de los costos unitarios para cada producto, utilizando el sistema tradicional de costeo.

Es necesario hallar primero los costos de materiales directos y MOD:

Costo de materiales directos por unidad:

Productos	Costo total de materiales directos	Número de unidades	Costo de materiales directos x unidad
Pequeño	\$44,000.00	4000	\$11.00
Mediano	\$200,000.00	10000	\$20.00
Grande	\$375,000.00	15000	\$25.00

B5**Costo de MOD por unidad:**

Productos	Costo total de MOD	Número de unidad	Costo de MOD x unidad
Pequeño	\$ 24,000.00	4000	\$ 6.00
Mediano	\$ 170,000.00	10000	\$ 17.00
Grande	\$ 135,000.00	15000	\$ 9.00

B6

Y con ayuda de los cálculos anteriores, se hallará los costos unitarios por productos:

Concepto	Pequeño	Mediano	Grande
Materiales directos	\$11.00	\$20.00	\$25.00
MOD	\$ 6.00	\$ 17.00	\$ 9.00
CIF	\$49.20	\$24.60	\$31.98
Costo unitario	\$66.20	\$61.60	\$65.98

B7

3. Cálculo del costo unitario para cada producto utilizando ABC.

Para el cálculo del costo unitario por el método del costo basado en actividades se requiere determinar lo siguiente:

- Las actividades
- Los generadores de costos respectivos
- El costo total de la actividad
- El costo de la actividad (costo por generador)

Actividades	Inductores	Costo total de actividad \$	Nº inductores	Costo de la actividad \$
Maquinar	Horas Maquina	378750	37500	10.1
Cambiar Moldes	Lotes	15000	30	500
Recibir Materiales	Recepciones	217350	270	805
Entregar productos	Entregas	124800	32	3900
Planificar Producción	Ordenes de Producción	186600	50	3732
TOTAL CIF	-	922500	-	-

B8

a) Cálculo de costo unitario para el producto pequeño:

- De los factores que intervienen directamente:

Factor	Cantidad	Precio \$	Importe \$	Total \$
Materiales directos	-	-	11	-
MOD	1	6	6	-
Maquinar	2	10.1	20.2	-
Costo unitario	-	-	37.2	-
Costo por volumen	4000	37.2	-	148800

B9

- De las actividades que intervienen indirectamente:

Actividades	Inductores	Costo de la actividad \$	Sub-total \$	Total \$
Cambiar moldes	(4000/200) 20	500	10000	-
Recibir materiales	220-	805	177100	-
Entregar productos	20	3900	78000	-
Planificar producción	25	3732	93300	-
Costos por lote	-	-	-	358400
Costo total	-	-	-	507200
Unidades producidas	-	-	-	4000
Costo unitario	-	-	-	126.80

B10

b) Cálculo de costo unitario para el producto mediano:

- De los factores que intervienen directamente:

Factor	Cantidad	Precio \$	Importe \$	Total \$
Materiales directos	-	-	20	-
MOD	2	17	34	-
Maquinar	1	10.1	10.1	-
Costo unitario	-	-	64.1	-
Costo por volumen	10000	64.1	-	641000

B11

- De las actividades que intervienen indirectamente:

Actividades	Inductor	Costo de la actividad \$	Sub-total \$	Total \$
Cambiar Moldes	5	500	2500	-
Recibir Materiales	35	805	28175	-
Entregar Productos	3	3900	11700	-
Planificar Producción	10	3732	37320	-
Costos por lote	-	-	-	79695
Costo total	-	-	-	720695
Unidades Producidas				10000
Costo unitario				72.07

B12

c) **Cálculo de costo unitario para el producto mediano:**

- De los factores que intervienen directamente:

Factor	Cantidad	Precio \$	Importe \$	Total \$
Materiales directos	-	-	25	-
MOD	1.5	9	13.5	-
Maquinar	1.3	10.1	13.13	-
Costo unitario	-	-	51.63	-
Costo por volumen	15000	51.63	-	774450

B13

- De las actividades que intervienen indirectamente:

Actividades	Inductores	Costo de la actividad \$	Sub-total \$	Total \$
Cambiar Moldes	5	500	2500	-
Recibir Materiales	15	805	12075	-
Entregar Productos	9	3900	35100	-
Planificar Producción	15	3732	55980	-
Costos por lote	-	-	-	105655
Costo total	-	-	-	880105
Unidades Producidas	-	-	-	15000
Costo unitario	-	-	-	58.67

B14

4. Comparación de las dos modalidades anteriores, informando cual es el beneficio o pérdida.

Producto	Costeo tradicional	Costeo ABC	Beneficio o pérdida oculto unitario	Beneficio o pérdida oculto total
Pequeño	66.2	126.80	-60.60	-242400
Mediano	61.6	72.07	-10.47	-104695
Grande	65.98	58.67	7.31	109595

B15

Anexo C.

Clientes del laboratorio de Ingeniería Sanitaria:

A lo largo de su servicio, el laboratorio de Ingeniería Sanitaria, ha venido brindando sus valores a entidades muy importantes. A continuación se presentará una lista de los clientes divididos en internos y personas jurídicas atendidas:

- Andreico S.A.C.
- BPZ Exploración y Producción S.R.L.
- Centro de Entrenamiento Pesquero Paita.
- Centro Nefrológico del Norte E.I.R.L.
- CESMEC PERÚ S.A.
- Compañía Minera Miski Mayo S.R.L.
- Conservera Garrido S.A.
- Consolidated Group del Perú S.A.C.
- Consorcio Piura
- Distribuidora Internacional Agroindustrial S.A.C.
- Duke Energy Egenor S. en C. por A.
- Fábrica de hielo del bueno E.I.R.L.
- Gerencia Subregional Morropón Huancabamba.
- ECOACUÍCOLA S.A.C.
- Empresa Eléctrica de Piura S.A.
- EPS Grau S.A.
- E&E Perú S.A.
- Gobierno Regional Piura
- Graña y Montero S.A.A.
- Junco y Asociados S.A.C.
- Knight Piésold Consultores S.A.
- Municipalidad Distrital de El Alto.
- Municipalidad Distrital de Vice.
- ODEBRECHT S.A.
- PETREVEN PERÚ S.A.
- PETROPERÚ S.A.
- Savia Perú S.A.

- PRIDESA S.A.
- Seafrost S.A.C.
- Sindicato Energético S.A.
- Skanska del Perú S.A.
- Gerencia sub-regional Luciano Castillo Coloma.
- Sunshine Export S.A.C.
- Industria Textil Piura S.A.
- UCISA S.A.
- WALSH PERÚ S.A.

Anexo D.**Reglamento del TUO (texto único ordenado) de la ley del impuesto a la renta:**

Bienes	% anual de depreciación
Edificios y construcciones	5%
Ganado de trabajo y reproducción, redes de pesca	25%
Vehículos de transporte terrestre (excepto ferrocarriles), hornos en general	20%
Maquinarias y equipos utilizados por las actividades minera, petrolera y de construcción, excepto muebles, enceres y equipos de oficina	20%
Equipos de procesamiento de datos	25%
Maquinaria y equipo adquirido a partir del 01.01.91	10%
Otros bienes del activo fijo	10%