

**PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE DOCENCIA DE LA  
COORDINACIÓN DE LABORATORIOS (CLAB) DE LA UNIVERSIDAD ICESI**

**JUAN SEBASTIAN JIMENEZ MILLAN  
HUGO JULIAN SANCHEZ MAYORGA**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
MAYO 2019**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE DOCENCIA DE LA  
COORDINACIÓN DE LABORATORIOS (CLAB) DE LA UNIVERSIDAD ICESI**

**JUAN SEBASTIAN JIMENEZ MILLAN  
HUGO JULIAN SANCHEZ MAYORGA**

**Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
ALONSO ESTEBAN ZAPATA DIAZ**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
MAYO 2019**

# Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>10</b>
1.1. Contexto, Justificación y Formulación del Problema .....	11
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>13</b>
2.1 Objetivo del Proyecto .....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
2.2.1 Entregables.....	13
<b>3. Marco de Referencia</b> .....	<b>14</b>
3.1 Antecedentes o Estudios Previos.....	14
3.2 Marco Teórico .....	14
3.2.1. Norma Técnica Colombiana ISO 9001.2015 .....	15
3.2.2. Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).....	16
3.2.3. Lean Thinking .....	17
3.2.4. MUDA .....	18
3.2.5. MURI.....	18
3.2.6. MURA .....	18
3.2.7. Value Stream Mapping (VSM) .....	18
3.2.8 Herramientas para estudio de tiempos .....	20
3.2.8.1 Tamaño de la Muestra .....	20
3.2.8.2 Sistema Westinghouse .....	21
3.2.9. SIPOC.....	23
3.3. Contribución intelectual o Impacto del Proyecto.....	24
<b>4. Metodología</b> .....	<b>25</b>
<b>5. Resultados</b> .....	<b>27</b>
5.1 Caracterización del proceso gestión docente.....	27
5.1.1. Procedimiento de Transporte a laboratorios .....	31
5.1.2. Procedimiento de Descargue y alistamiento de insumos y reactivos .....	31
5.1.3. Procedimiento de Apoyo en práctica de laboratorio.....	31
5.1.4. Procedimiento de Desmonte y cargue de materiales y reactivos .....	32

5.1.5. Procedimiento de Transporte de vuelta al Almacén de insumos y Reactivos .....	32
5.1.6 Análisis y estudio de tiempos.....	33
5.1.7 Value Stream Mapping .....	34
5.2 Análisis y discusión de resultados de caracterización .....	36
5.2.1 MUDA .....	37
5.2.2 MURI.....	38
5.2.3. MURA .....	39
5.3 Propuesta de mejora .....	39
5.3.1 Gestión visual / 5´s en el desmonte de materiales .....	40
5.3.2 Checklist cuando se reciba el material en el Almacén .....	40
5.3.3 Trabajo estandarizado para la entrega de los materiales .....	41
5.3.4 Value Stream Mapping Futuro .....	41
5.4 Discusión de propuesta de mejora .....	42
5.5 Prueba piloto .....	45
5.5.1. Resultados y análisis de prueba piloto.....	48
5.6 Conclusiones.....	50
5.7 Recomendaciones.....	52
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## Listado de tablas

Tabla 1. Factor de valoración: Habilidad.....	21
Tabla 2. Factor de valoración: Esfuerzo .....	22
Tabla 3. Factor de valoración. Condiciones .....	22
Tabla 4. Factor de valoración. Consistencia .....	23
Tabla 5. Clasificación de prácticas de laboratorio .....	28
Tabla 6. Tiempos Estándar Gestión docencia. ....	34
Tabla 7. Desperdicios vs Herramientas .....	39
Tabla 8. Actividades de propuesta de mejora .....	42
Tabla 9. Indicadores Actual Vs Futuro .....	44
Tabla 10. Resultados prueba piloto .....	48

## Listado de ilustraciones

Ilustración 1. Los beneficios de la Implementación Lean en empresas de servicio .....	17
Ilustración 2. Método de elaboración de un VSM.....	19
Ilustración 3. Metodología Ciclo PHVA .....	26
Ilustración 4. Flujograma del Proceso gestión de docencia .....	29
Ilustración 5. SIPOC del proceso gestión de docencia .....	30
Ilustración 6. Value Stream Mapping actual.....	35
Ilustración 7. Takt Time.....	36
Ilustración 8. Desperdicios .....	37
Ilustración 9. Porcentaje de asistentes que consideran desperdicio.....	38
Ilustración 10. Propuestas de mejora.....	40
Ilustración 11. Value Stream Mapping Futuro .....	43
Ilustración 12. Checklist .....	45
Ilustración 13. Gestión visual desmonte de materiales .....	46
Ilustración 14. Canastas prueba piloto.....	46
Ilustración 15. Empoderamiento a los estudiantes.....	47
Ilustración 16. Tack Time prueba piloto. ....	49

**Listado de ecuaciones**

Ecuación 1. Tack time.....19  
Ecuación 2.Número de observaciones del estudio de tiempo .....20

## **Lista de Anexos**

Anexo 1. Cronograma Proyecto de Grado Gestión de Docente .....	55
Anexo 2. Ilustración Carro de transporte .....	56
Anexo 3. Ilustración de Ejemplo de Insumos y materiales en canasta .....	56
Anexo 4. Ejemplo de formato de práctica .....	57
Anexo 5. Número de muestras .....	57
Anexo 6 Formato de entrevista .....	58
Anexo 7. Resultados Westinghouse .....	60

## RESUMEN

Este trabajo de grado ha sido elaborado como soporte para el Sistema de Gestión de Calidad (SGC), regido por la Norma Técnica Colombiana ISO 9001:2015, de la Coordinación de Laboratorios (CLAB) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi. Sin embargo, dado el gran alcance que requiere dicha certificación, se ha enfocado este proyecto en el mejoramiento en el proceso misional que tiene más relación con el consumidor final (estudiantes y docentes) y que previamente se ha detectado que tiene mayores oportunidades de mejora, el proceso de gestión de docencia.

Teniendo en cuenta los antecedentes y proyectos enfocados al mejoramiento de los procesos de servicios en espacios clínicos y/o de laboratorios, se establece a Lean Thinking como guía en el desarrollo de este proyecto. Se evaluó y caracterizó puntualmente el proceso de gestión docente en el actual sistema dentro del CLAB para brindar una verificación general de la situación en la que se encuentran los procedimientos internos. Seguidamente, se analizó y se diagnosticó las oportunidades de mejora para esta entidad. Posteriormente, se planteó una propuesta de mejora integrada, enfocada en las oportunidades previamente identificadas y fundamentada en Lean Thinking. Finalmente, se procedió a realizar una prueba piloto donde se implementó en tiempo real la propuesta diseñada con el fin de evaluar y comparar el estado actual del proceso versus el escenario futuro.

Este proyecto de grado tuvo como conclusiones relevantes la importancia de la gestión de docencia para la calidad y seguridad de las prácticas académicas desarrolladas en los laboratorios de docencia de la Facultad de Ciencias Naturales, además, la efectividad y beneficios de la filosofía Lean Thinking en procesos de laboratorios de docencia.

**Palabras claves:** *Lean Thinking, Laboratorios de docencia, Diagrama Yamazumi, Checklist, Toma de Tiempos, Value Stream Mapping.*

## 1. Introducción

La Coordinación de laboratorios (CLAB) de la Universidad Icesi es considerada un eslabón vital de la cadena de valor, quien hace posible la ejecución y desarrollo de las prácticas de laboratorios planeadas por la Facultad de Ciencias Naturales dentro de cada semestre académico. Esta entidad se encarga de brindar un servicio logístico y de acompañamiento en las prácticas de laboratorios, logrando tener un contacto directo con el usuario final, quien es la razón de ser de todo el sistema. Por ende, el CLAB puede generar una sensación de insatisfacción sobre el servicio brindado cuando no se realizan eficientemente las actividades y funciones encargadas.

De esta manera y debido a la responsabilidad que tiene con los usuarios, la Coordinación de laboratorios (CLAB) presenta grandes oportunidades de mejora enmarcadas en el cumplimiento de los objetivos establecidos para la implementación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) regido por la Norma Técnica Colombiana ISO 9001:2015. Las mejoras de las oportunidades deberán además estar direccionadas en el marco de la teoría de mejoramiento continuo Lean Thinking.

El concepto de Lean Thinking se fundamenta en la creación de valor a través de la eliminación de desperdicio, y es por ello, que es el principio ideal para desarrollar un mejoramiento dentro de los procedimientos internos del proceso de gestión docente para la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Icesi.

## **1.1. Contexto, Justificación y Formulación del Problema**

A mediados del año 2008 la Universidad Icesi realizó la apertura de la Facultad de Ciencias Naturales (FCN), la cual se planteó el objetivo de suplir la demanda de estudiantes interesados y matriculados en tres programas académicos: Química, Química Farmacéutica y Biología; programas que requieren del uso de espacios físicos para la formación integral y profesional de sus estudiantes.

La Coordinación de los Laboratorios (CLAB) inicia sus funciones y ejecución con un Coordinador Académico quien era el responsable de integrar el área administrativa de la Facultad, con el área de compras y administración financiera de los recursos a utilizarse, pero dado a la creciente demanda, tanto en cursos académicos como de laboratorios de investigación, se decidió para el año 2013 dividir las funciones del hasta entonces Coordinador Académico. En consecuencia, surgieron la Coordinación administrativa, quien se encarga de administrar todos los recursos (humano, materiales, equipos, etc.) para la Facultad de Ciencias naturales destinados a los laboratorios; y la Coordinación académica que se encarga de interrelacionarse con el área de investigación y docente.

Actualmente, la Coordinación de laboratorios cuenta con 7 asistentes de docencia de los cuales 5 se encargan de atender las prácticas de química y química farmacéutica y 2 tienen la responsabilidad de atender las áreas de biología y microbiología. Además, la Coordinación de laboratorios también tiene a su cargo el alistamiento del laboratorio de preparación de medios, importante para el desarrollo del área de docencia e investigación.

El CLAB cuenta puntualmente con los procesos de: gestión docente, gestión de laboratorios y gestión de servicio al cliente, los cuales son categorizados como procesos misionales, que son la esencia de la entidad dentro de la Facultad de Ciencias Naturales. No obstante, este proyecto se enfocará en la gestión de la docencia, la cual se ocupa de la planeación de recursos (laboratorios, personal y equipos) dependiendo de los cursos académicas que se vayan a dictar durante el semestre.

Los laboratorios de docencia e investigación de la Facultad de Ciencias Naturales son un sistema complejo, ya que requiere del mayor grado de exactitud en sus procesos para que no se vean afectados los resultados esperados en estos espacios. Por ello, para garantizar la calidad de la gestión de docentes, es necesario comprender todos los aspectos del funcionamiento de los laboratorios, incluidos la estructura organizacional y los procesos y procedimientos dentro de la Coordinación. Sin embargo, el CLAB no cuenta con un sistema de gestión de calidad (SGC) estructurado y estandarizado que les permita realizar mejoras con las que puedan anticipar problemas, oportunidades y daños en los espacios de la

Facultad de Ciencias Naturales. Por ende, se ha cuestionado su capacidad para aportar valor a la calidad y eficiencia de la gestión de docentes, debido a que se ha visto inmerso en factores no deseados como sobrecostos, desperdicios en tiempo por trámites innecesarios e insatisfacción del usuario final.

Por consiguiente, el propósito central de este proyecto es proceder a un análisis y estructuración del proceso de gestión de docencia de la Coordinación de laboratorios (CLAB) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi, para posteriormente formular una propuesta basada en la filosofía Lean Thinking estructurada con las herramientas Lean asociadas. Pues bien, esta filosofía permite estandarizar los procesos y procedimientos, generando al CLAB posibles ahorros de costos directos, como lo son los de materias primas, mano de obra, reprocesos y mantenimiento de equipo. Del mismo modo, esta propuesta permitirá reducir o eliminar pasos de los procesos que no generan valor como movimientos y/o actividades innecesarias; y logrará detectar los recursos ociosos como la mano de obra sin utilizar; equipo y materiales subaplicados. El resultado final de este proyecto podría ser una herramienta base para futuros proyectos de implementación de Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) enfocados en la gestión del docente de las entidades que tengan integrado dentro de sus instalaciones laboratorios de docencia.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo del Proyecto**

Formular una propuesta de mejora a través de Lean Thinking, para el proceso de gestión de docencia dentro de la Coordinación de Laboratorios (CLAB) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar el proceso de la gestión de docencia del CLAB.
2. Diseñar una propuesta de mejora estructurada con herramientas Lean.
3. Realizar prueba piloto de la propuesta

#### **2.2.1 Entregables**

1. Formato de caracterización: Suppliers - Inputs - Process - Output - Customers (SIPOC), Diagrama de flujo y Value Stream Mapping (VSM) actual de la gestión docente de la Coordinación de Laboratorios.
2. Documento: Propuesta de mejora estructurada con herramientas Lean
3. Documento: Resultados de la prueba piloto desarrollada

### **3. Marco de Referencia**

#### **3.1 Antecedentes o Estudios Previos**

La implementación de un sistema de gestión de calidad se ha convertido en un importante objetivo estratégico de las organizaciones, más aún, de las entidades que tengan dentro de sus procesos espacios de laboratorios, ya que en ellos se realizan prácticas que requieren del menor margen de error posible. Por ello, con el apoyo de las respectivas normativas, se han desarrollado proyectos enfocados a la implementación de este sistema de gestión en diferentes sectores, incluso, algunos de ellos se fundamentan en la filosofía Lean para la implementación de este sistema.

Jurado, Thomson, & Taccone (2012) en su trabajo de grado, el cual consistió en la implementación de herramientas Lean a los procesos de atención al cliente y flujo de pacientes del Laboratorio Clínico Domecq & Lafage de Argentina, lograron una mejora en la generación de desperdicios detectados en este proceso, como:

- Disminución en los tiempos de espera en un 54% (de 18,37 min a 8,52 min).
- Disminución en la atención de requerimientos de recursos en un 7% (de 201 a 187 hora/hombre).
- Aumento en la utilización de recursos en un 6% (pasar de 81% a un 87%)
- Aumento en el nivel de servicio, logrando aumentar la cantidad de pacientes en estado verde en un 44% (de 64,26% a 92,57%) para las rutinas y en un 24% para los urgentes (de 79,38% a 98,44%).

Por otro lado, Lucia & Osorio (2015) describieron el Macroproceso de Gestión de Laboratorios en la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, que finalmente desencadenó recomendaciones estratégicas y metodologías sobre este Macroproceso enmarcadas en el largo plazo.

Así mismo, Garcia Perez & Cepeda Paez (2014) desarrollaron una propuesta de un sistema de gestión integrada para laboratorios de investigación universitarios mediante el cual, analizaron todas las partes interrelacionadas de los Laboratorios de la Universidad Santo Tomás para finalmente crear un modelo de implementación de un sistema de gestión integrado.

#### **3.2 Marco Teórico**

Como se mencionó anteriormente, este proyecto tiene la misión de ser un soporte para el Sistema de Gestión de Calidad del CLB, por lo que describir el propósito de la Norma Técnica Colombiana ISO 9001.2015 es pertinente para la ejecución de este documento. Además, el presente proyecto tiene la obligación de respetar estándares ya establecidos por el CLB y la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi relacionados con las Buenas Prácticas de Laboratorio.

Asimismo, es vital integrar conceptos y herramientas que permitan el desarrollo efectivo de los objetivos planteados. Por ello, hay que entender, relacionar y apropiarse los términos y conceptos requeridos.

### **3.2.1. Norma Técnica Colombiana ISO 9001.2015**

La Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 9001 del 2015 es guía para la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad permitiendo integrar acciones y mejoras basados en riesgos, con el fin de prevenir y adelantarse a que sucedan imprevistos, aprovechando oportunidades de las buenas prácticas.

La normativa ISO 9001:2015, relata los requisitos para un sistema de gestión de calidad. “Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente.” (ICONTEC, 2015,ii)

Dentro del alcance que trata la ISO 9001: 2015 se encuentra el Liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño y mejora. En estos seis títulos se centra los requisitos al cual la organización espera cumplir para alcanzar la certificación en esta NTC.

ICONTEC afirma en la norma, que el liderazgo se relaciona con el nivel de compromiso que debe tener desde la alta dirección hasta el nivel operativo con respecto al sistema de gestión de calidad. Dentro del liderazgo cabe el establecimiento de políticas de calidad y los roles y responsabilidades de las entidades dentro de la organización.

La planificación, busca alinear las acciones que las entidades dentro de los procesos puedan terminar en la ejecución de la misión y la visión de la organización. ICONTEC en la ISO 9001:2015, expresa los requerimientos para poder estipular las oportunidades y riesgos que es necesario abordar con la intención de cerciorar que el SGC pueda lograr su misión y visión; aumentar los efectos deseables; prevenir o reducir efectos no deseados; lograr la mejora. (ICONTEC, 2015).

Para la ejecución de los procedimientos y tareas que dentro del CLAB se llevan a cabo para dar un servicio de calidad a los usuarios, se requiere apoyos que serán las herramientas para la construcción, establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de calidad.

La necesidad de medir en el SGC es innata, ya que estas mediciones permiten conocer cómo está en contexto el SGC evaluando el desempeño y la eficacia. Esta información debe ser conservada y documentada apropiadamente como es requerido por el literal de Evaluación de desempeño consignada en el capítulo 9 de la NTC ISO 9001:2015 elaborada por ICONTEC.

El proceso de mejora es transversal y necesario en el CLAB, debido que se deben identificar y aprovechar las oportunidades, de manera análoga ejecutar acciones que permitan aumentar la calidad de los servicios de apoyo, así como la satisfacción de los clientes o usuarios.

Como lo plantea ICONTEC (2015) en la norma “ los requisitos de la normativa son genéricos permitiendo así que el entorno de aplicación sea abierto a todo tipo de organizaciones y procesos sin importar el tamaño, así como los tipos de servicios prestados”(p.1). Con el amparo de lo expuesto por INCONTEC, se pretende que esta normativa técnica puede ser aplicada a los procesos en cuestión de la Coordinación de Laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Icesi, puntualmente evaluando el proceso de gestión docente por lo que el presente proyecto de grado tiene que ir en pro de contribuir a esta iniciativa establecida por el CLAB.

### **3.2.2. Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL)**

La Facultad Ciencias Naturales Icesi & Salud Ocupacional Y Medio Ambiente Icesi (2016) (SOMA) han estructurado el *Manual de Bioseguridad* para los laboratorios, enfocado en el Trabajo Seguro y Seguridad e Higiene Industrial. En este manual se pueden evidenciar los estándares para ejercer control sobre los riesgos biológicos y químicos, fundamentados en las Buenas Prácticas de Laboratorios (BPL). Este último, describe el correcto uso de los equipos de atención de emergencias, elementos de protección personal (bata, tapabocas, guantes, gafa, etc.), la operación y el mantenimiento adecuado de las instalaciones de los laboratorios de docencia e investigación de la Universidad Icesi

Este proyecto tendrá en cuenta el Manual de Bioseguridad elaborado por la Facultad de Ciencias Naturales y la Facultad de Ciencias Médicas, con el apoyo de Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SOMA) de la Universidad Icesi, con el fin de que los procesos y procedimientos levantados y mejorados en este proyecto de grado se ajusten a las Buenas Prácticas De Laboratorio (BPL) establecidas en este manual.

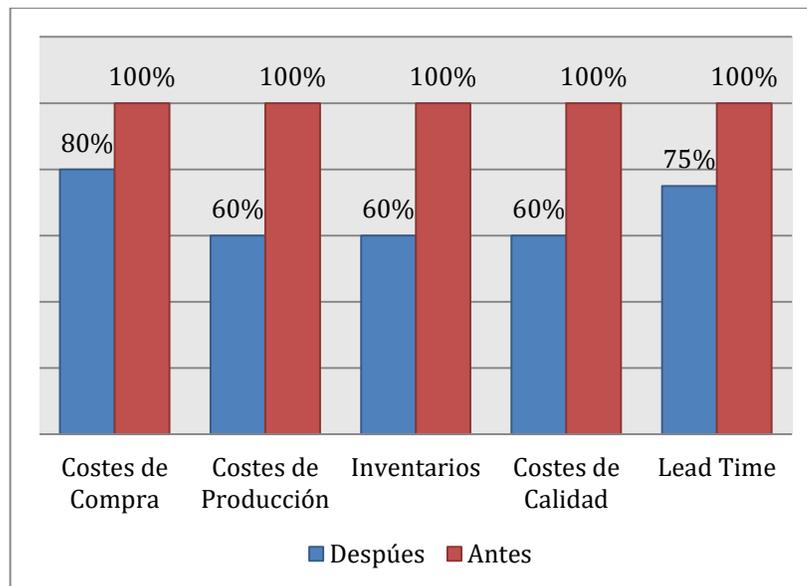
### 3.2.3. Lean Thinking

Hernandez Matias & Vizan Idoipe ( 2013) exponen que:

*Lean Thinking es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. (p.10)*

Las filosofías Lean buscan generar una nueva cultura de mejora basada en la comunicación y trabajo en equipo. Esta filosofía es aplicable completamente a los servicios prestados por el CLAB ya que, se encuentran actividades que no generan valor al usuario. Por ende, el CLAB cuenta con procesos y procedimientos con oportunidades de mejora.(Hernández Matias & Vizan Idoipe, 2013)

Los beneficios de la implementación y uso de las herramientas Lean son evidentes y demostrables. Según *Aberdeen Group*, quien es una compañía internacional que recopila y analiza datos de más de 200 sectores, en un estudio realizado entre 300 empresas estadounidenses desarrolladoras de la filosofía Lean, se muestran reducciones del 20% al 50% en los aspectos generadores de costes importantes de la fabricación (Hernandez Matias & Vizan Idoipe, 2013). Esto se ve evidenciado en la **Ilustración 1**. Los beneficios de la Implementación Lean en empresas de servicio



**Ilustración 1.** Los beneficios de la Implementación Lean en empresas de servicio  
(Hernandez Matias & Vizan Idoipe, 2013,p.11).

Esta filosofía pretende atacar y eliminar todo proceso que no agregue valor, por ende, hay que definir y clarificar los conceptos relacionados a los procesos que no agregan valor y que, por consiguiente, deben de ser eliminados. Estos conceptos son: MUDA, MURI y MURA

#### **3.2.4. MUDA**

Hace referencia a toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: producción de artículos que no son demandados y que conlleva a un exceso de inventario; tiempo perdido por esperas; movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito (movimientos innecesarios y transporte); pasos en el proceso que realmente no son necesarios o incorrectos (procesos inapropiados o sobreprocesos); defectos de producción (Womack, James, & Jones, 2003)

#### **3.2.5. MURI**

Se considera Muri todo lo relacionado a la sobrecarga tanto del personal como de los materiales o equipos integrados en un proceso, logrando superar la capacidad del sistema y generando: tiempo muertos, deterioro de maquinaria y materiales, cuellos de botellas e incluso, defectos de calidad. (Smith, 2014)

#### **3.2.6. MURA**

Mura es un desperdicio de irregularidad o inconsistencia en el proceso, es decir, cualquier variación no prevista que produce una alteración, interrupción o incumplimiento de los estándares y que conlleva a un desequilibrio en todo el sistema. Este concepto requiere de una visión general y detallada que permita identificar defectos, fallos e incumplimientos (Smith, 2014)

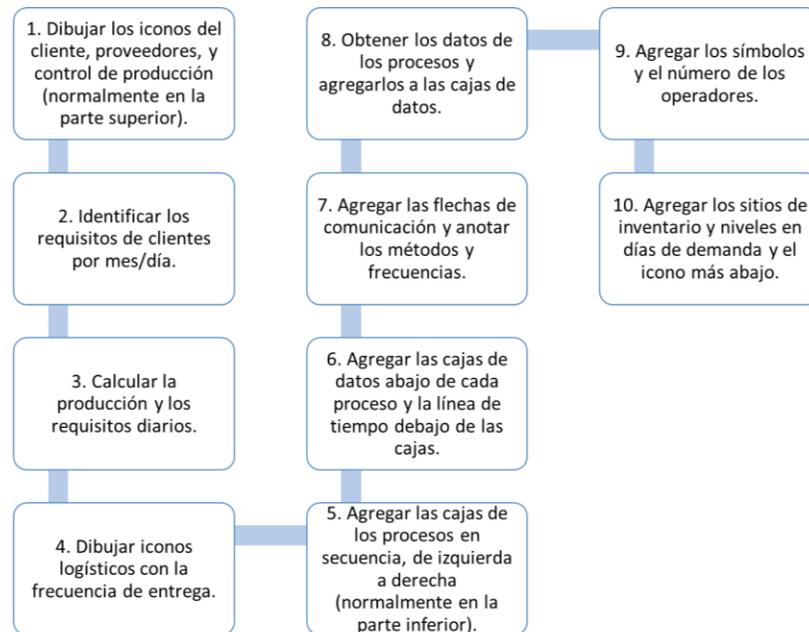
#### **3.2.7. Value Stream Mapping (VSM)**

Por otro lado, la herramienta Value Stream Mapping (VSM) o en su traducción Mapa de Cadena de Valor, se basa en conocer y entender un proceso identificando sus desperdicios. Su funcionalidad permite desarrollar una ventaja competitiva, refiriéndose a todas aquellas que no son innatas en la organización si no que, se van desarrollando mediante el ciclo de vida de esta. Además, existe otra funcionalidad que permite evitar fallos en el proceso, además de crear un lenguaje

estandarizado dentro de la organización para una mejor efectividad de los procesos y de sus recursos. (González González, 2012)

En el trabajo de González & López Herrera (2016) describe el siguiente método para la elaboración de un VSM que se presentara en la

**Ilustración 2:**



**Ilustración 2.** Método de elaboración de un VSM

Ilustración adaptada por los Autores

Para la aplicación de la herramienta VSM, es importante aclarar algunos indicadores que facilitan y permitan el análisis en este proyecto de grado.

- **Tiempo de ciclo o Cycle Time:** Es el tiempo que toma un operario en completar una tarea específica desde el comienzo hasta el final.
- **Change Over:** Es el tiempo de acondicionamiento que se requiere para cambiar de un tipo de producto/servicio a otro.
- **Takt Time:** Es la frecuencia con la que las unidades han de ser procesadas en otras palabras, es el ritmo de trabajo necesario para suplir la demanda.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ de\ produccion}{Cantidad\ requerida\ por\ el\ cliente} \quad (1)$$

### Ecuación 1. Tack time

Jones y Womack (2003) refieren que los procesos en donde el tiempo de ciclo este superior al takt time se le deben aplicar las herramientas Lean Thinking para alinear el proceso al cumplimiento de la demanda.

#### 3.2.8 Herramientas para estudio de tiempos

El estudio de tiempos es la actividad que involucra la técnica de establecer un estándar de tiempos aceptados para realizar una tarea determinada, con la debida consideración de la fatiga del operario, los retrasos inexcusables y la calificación de la velocidad media de trabajo.

Para realizar un estudio de tiempos verídicos y representativo al proceso de gestión de docencia fue necesario, calcular el tamaño de observaciones que permita lograr un tiempo estándar de la ejecución de los procedimientos de la gestión de docencia, esto fundamentado por Jananina Abraham (2008) cuando afirma que: “Cuanto mayor sea el número de observaciones cronometradas más próximo estará los resultados a la realidad del trabajo que se estudie.”

##### 3.2.8.1 Tamaño de la Muestra

El número de muestras para este proyecto se estableció teniendo en cuenta la formula estadística en presentada a continuación:

$$N = \left( \frac{z(sd)}{e} \right)^2 \quad (2)$$

#### Ecuación 2. Número de observaciones del estudio de tiempo

Dónde:

**z:** Se refiere al valor de la distribución normal equivalente al nivel de confianza establecido para el estudio de los tiempos. El nivel de confianza utilizado para este proyecto fue de un 95 %.

**sd:** Desviación estándar de la muestra que asemeja la desviación poblacional.

**e:** Corresponde al error estándar, el cual se determina según el nivel de precisión deseada. Para este estudio se determinó un 10 %.

### 3.2.8.2 Sistema Westinghouse

La determinación clara y real del tiempo requerido para que un operario capacitado, con habilidades y experiencia pueda completar las actividades o tareas correspondientes al procedimiento a operar, crea la necesidad de tener un factor de calificación para ajustar positiva o negativamente el tiempo del operario hasta alcanzar un nivel estándar para el procedimiento a evaluar.

Como no hay un análisis histórico del desempeño de los operarios del proceso de gestión de docencia, es recomendable utilizar el sistema Westinghouse porque, primero cuantifica el desempeño del operario según la opinión de los agentes responsables del proceso, como lo son el operario y el coordinador del proceso, segundo incluye cuatro factores de desempeño del operador: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (Niebel & Freivalds, 2009); que son comunes y adheridos a los labores que se realizan en un laboratorio de docencia en donde, se llevan a cabo los procedimientos de gestión de docencia que se estudiara en este proyecto.

A continuación, se explicarán los factores de desempeño del sistema Westinghouse los cuales serán tomados en cuenta en este proyecto de grado:

- **Habilidad:** “Es la destreza para seguir un método dado y después la relaciona con la experiencia que se demuestra mediante la coordinación adecuada entre mente y manos.” (Niebel & Freivalds, 2009,p.358). Este factor se mejora constantemente como resultado de la experiencia en la labor.

**Tabla 1.**Factor de valoración: Habilidad

<b>Habilidad</b>		
Superior	A1	+0.15
	A2	+0.13
Excelente	B1	+0.11
	B2	+0.08
Buena	C1	+0.06
	C2	+0.03
Promedio	D	0.00
Aceptable	E1	-0.05
	E2	-0.10
Mala	F1	-0.16

	F2	-0.22
--	----	-------

*Nota. Recuperado de Lowry Maynard y Stegemerten (1940), p 233*

- **Esfuerzo:** Es la voluntad para trabajar de manera eficaz

**Tabla 2.**Factor de valoración: Esfuerzo

<b>Esfuerzo</b>		
Excesivo	A1	+0.13
	A2	+0.12
Excelente	B1	+0.10
	B2	+0.08
Bueno	C1	+0.05
	C2	+0.02
Promedio	D	0.00
Aceptable	E1	-0.04
	E2	-0.08
Malo	F1	-0.12
	F2	-0.17

*Nota. Recuperado de Lowry Maynard y Stegemerten (1940), p 233*

- **Condiciones:** Son los factores externos que afectan al desempeño del operario como lo es la temperatura, ventilación, luz, entre otras.

**Tabla 3.**Factor de valoración. Condiciones

<b>Condiciones</b>		
Ideal	A	+0.06
Excelente	B	+0.04
Bueno	C	+0.02
Promedio	D	0.00
Aceptable	E	-0.03
Malo	F	-0.07

*Nota. Recuperado de Lowry Maynard y Stegemerten (1940), p 233*

- **Consistencia:** Se define como la forma repetitiva y mecánica de las acciones de una persona en un determinado trabajo. (Jananina Abraham, 2008)

**Tabla 4.**Factor de valoración. Consistencia

<b>Consistencia</b>		
Perfecta	A	+0.04
Excelente	B	+0.03
Buena	C	+0.01
Promedio	D	0.00
Aceptable	E	-0.02
Mala	F	-0.04

*Nota. Recuperado de Lowry Maynard y Stegemerten (1940), p 233*

### **3.2.9. SIPOC**

El SIPOC (Por sus siglas en inglés: *Supplier-Input- Process -Output -Customer*) es una herramienta clave para la caracterización de procesos. El Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno (2015) identifica los elementos que conforman esta herramienta como:

Proveedor (*Supplier*): Persona u organización que aporta las entradas al proceso; Entradas (*Input*): Todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales, personas, entre otros; Proceso (*Process*): Conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, logrando un valor agregado; Salida (*Output*): Resultado del proceso.; Cliente (*Customer*): Persona u organización que recibe la “Salida” del proceso” (p.44).

Esta herramienta genera una visión amplia y rápida de los procesos de la organización, además, ayuda en la detección de áreas críticas y permite definir con facilidad indicadores de gestión fundamentales para los procesos. En consecuencia, esta herramienta facilitará el estudio previo de los procesos integrados en el CLAB, la cual será fundamental para realizar la caracterización del proceso de la gestión docente.

### **3.3. Contribución intelectual o Impacto del Proyecto**

Este proyecto tendrá un aporte basado en la implementación de la filosofía Lean Thinking (soportado por las herramientas Lean) en el proceso de gestión de docencia para el fortalecimiento de la implementación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) para la coordinación de laboratorios de la FCN. Esto permitirá a otras organizaciones que cuentan con espacios de laboratorio de docencia, implementar los resultados encontrados en este proyecto para sus procesos y procedimientos. Es importante recalcar que esta filosofía se ha empleado en espacios de laboratorios técnicos, industriales, etc, pero no se ha aplicado en espacios de laboratorios de docencia; laboratorios que varían considerablemente de los otros.

Por otro lado, el CLAB, quien es el ente más interesado de este proyecto, podrá tomar como referencia este estudio para fortalecer y enriquecer su SGC y lograr cumplir efectivamente con sus procesos misionales. Además, permitirá que la Facultad de Ciencias Naturales sea reconocida dentro de la Universidad Icesi por brindar servicios de alta calidad con un fundamento normativo y técnico. Finalmente, los estudiantes y docentes de la Universidad Icesi se beneficiarán directamente de los resultados de este proyecto, ya que les garantizará la implementación de un servicio de excelente calidad en las prácticas de laboratorios a realizar.

Desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial, la implementación de la filosofía Lean Thinking en el sector de servicios de docencia da evidencia de cómo las herramientas de mejoramiento pueden aportar valor a diferentes campos, permitiendo entender que el alcance de la Ingeniería Industrial es amplio y aplicable en la resolución de problemas de cualquier sector.

## 4. Metodología

ICONTEC (2015) afirma que “el ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.”(p.i). Por consiguiente, es pertinente emplear esta herramienta para el desarrollo oportuno del presente proyecto.

Es importante detallar esta herramienta, por lo que ICONTEC (2015) resuelve que:

*“El ciclo PHVA puede describirse brevemente como sigue: 1. Planificar: establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades; 2. Hacer: implementar lo planificado; 3. Verificar: realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados; 4. Actuar: tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario”.*  
(p.iv)

De este modo, este proyecto se fundamentó en las 4 etapas definidas en el ciclo PHVA (Ver **Anexo 1**).

La primera etapa de este proyecto de grado, consistió en realizar una caracterización del proceso de gestión de docencia, con la intención de conocer el orden de los procedimientos; medir los tiempos y movimientos, así como identificar los flujos de valor dentro la gestión de docencia del CLAB.

Después de conocer y caracterizar el proceso de gestión de docencia, en donde se identificó en cuales procedimiento del proceso era necesario implementar las mejoras, se procedió a desarrollar la segunda etapa perteneciente a la realización de la propuesta de mejora con herramientas de Lean Thinking.

En la tercera etapa, se calculó y visionó como sería el VSM futuro del proceso de gestión de docencia del CLAB con la ejecución de la propuesta de mejora estructurada en la segunda etapa de tal forma permitió aterrizar y esquematizar las mejoras planteadas en el proceso de gestión de docencia.

Por último, se desarrolló una prueba piloto que consistió en implementar las propuestas de mejora estructuradas previamente, en dos prácticas académicas desarrolladas en los laboratorios de docencia de la facultad de ciencias naturales con la intención de ajustar y medir la mejora en el desarrollo de los procedimientos.

A continuación, se evidencia el ciclo PHVA que fue la base para la ejecución del presente proyecto.



**Ilustración 3.** Metodología Ciclo PHVA

*Fuente: Elaboración propia*

## **5. Resultados**

En este capítulo se expondrá los resultados y las respectivas discusiones trabajadas y desarrolladas en este trabajo de grado, mostrando la caracterización del proceso de gestión de docencia, la propuesta de mejora estructurada y los resultados posteriores a la ejecución de la prueba piloto.

### **5.1 Caracterización del proceso gestión docente**

Para lograr entender y comprender el funcionamiento del proceso de gestión docente del CLAB, es importante levantar la caracterización de dicha gestión ya que, esto permite adquirir una visión integral del proceso e identificar todos los factores que intervienen en él. Inicialmente, fue necesario realizar un acercamiento con el CLAB para dimensionar el alcance de la gestión docente, conocer el personal que se encarga de cumplir esta labor y todos los subprocesos que la componen.

Como se mencionó en el **apartado 1.1**, el CLAB cuenta con 7 asistentes de docencia de los cuales 5 se encargan de atender las prácticas de laboratorios de química y química farmacéutica y 2 tienen la responsabilidad de atender las áreas de laboratorios de biología y microbiología. Este personal tiene que cumplir con un total laboral de 48 horas semanales en las que se incluyen la logística y el tiempo presencial de las prácticas de la facultad de ciencias naturales. En este sentido, en cuanto a la logística de atención a las prácticas de laboratorio, entendiendo la logística como los preparativos previos (traslado, montaje de material, etc) y posteriores (desmonte de material, traslado) al desarrollo de la práctica correspondiente, el CLAB ha determinado que el tiempo que tienen los asistentes para desarrollar esta labor es de una hora, tanto antes como después de la práctica de laboratorio.

El proceso de gestión de docencia está compuesto por 5 procedimientos claves que permiten el cumplimiento de la misión de dicha gestión, los cuales se definieron como: 1. Transporte desde el almacén de materiales y reactivos, 2. descargue y alistamiento de materiales y/o reactivos dentro del laboratorio, 3. asistencia en la práctica de laboratorio, 4. montaje y cargue de materiales y/o reactivos después de la práctica de laboratorio y 5. transporte hacia el Almacén de materiales y reactivos.

Sin embargo, el procedimiento de asistencia en la práctica se ve influenciado por la variable tiempo, haciendo que sea dependiente al tipo de práctica que se va a desarrollar. No obstante, los demás procedimientos no se ven afectados por esta variable, haciendo que sean independientes a la duración de la práctica en cuestión.

En ese orden de ideas, las prácticas de laboratorio de la facultad de ciencias naturales se clasificaron según su duración. Con el número de prácticas totales desarrolladas durante el semestre 2018-2 se consolidó la **Tabla 5**, donde se clasificó el tipo de prácticas por su duración. En la **Tabla 5** se evidencia el número de prácticas semestrales según la duración de la práctica y el porcentaje de participación que tiene cada una de las clasificaciones, en comparación con el total de prácticas. Esto fue necesario, para conocer el tipo de práctica que es más frecuente y por lo tanto la que muestra mayor representatividad en el proceso de gestión de docente.

**Tabla 5.** Clasificación de prácticas de laboratorio

<b>Tipo de práctica</b>	<b>Número de prácticas</b>	<b>% Participación</b>
3 horas	427	70%
4 horas	65	11%
5 horas	60	10%
6 horas	55	9%

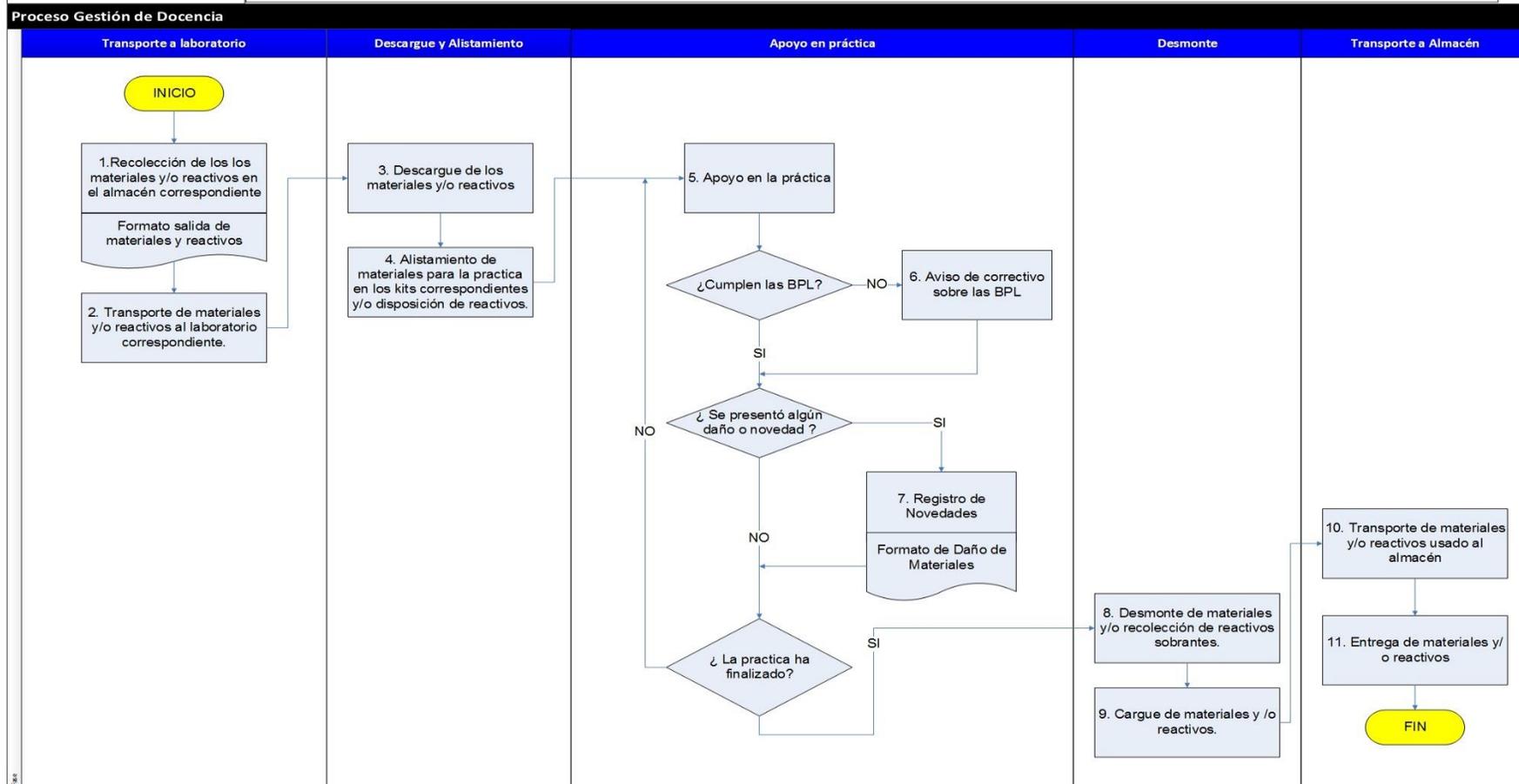
<b>Total de prácticas</b>
607

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en la **Tabla 5**, las prácticas de 3 horas son el tipo de práctica con mayor representatividad en todo el proceso de docencia a lo largo del semestre. Por ende, y por cuestiones de representatividad, simplicidad y alcance, este trabajo de grado sólo tomará en cuenta este tipo de práctica para sus cálculos y análisis.

Asimismo, En la Ilustración 4 se describe gráficamente como es el flujo de las actividades asociados al proceso de gestión de docencia del CLAB. Posteriormente, se describe con detalle todas las actividades que integran cada procedimiento.





**Ilustración 4.** Flujograma del Proceso gestión de docencia

*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, es pertinente detallar la caracterización del proceso de gestión de docencia a través de un diagrama SIPOC, donde también tiene integrado un ciclo PHVA. Pues bien, esta herramienta es la recomendada por la NTC ISO 9001.2015 para caracterizar y detallar cualquier proceso. La Ilustración 5. exhibe una descripción general del proceso de gestión docencia.

	<b>CARACTERIZACIÓN DE PROCESO: GESTIÓN DOCENCIA</b>		Fecha de Creación: 16/02/19			
<b>NOMBRE DEL PROCESO</b>	GESTIÓN DOCENCIA		<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>	Coodinar todo lo requerido para que las practicas de laboratorio de la Facultad de Ciencias naturales de la Universidad Icesi se puedan realizar. De igual forma, apoyar y supervisar dichas prácticas		
<b>RESPONSABLE DEL PROCESO</b>	ALONSO ESTEBAN ZAPATA DIAZ		<b>ALCANCE DEL PROCESO</b>			
<b>PROVEEDOR</b>	<b>ENTRADAS</b>	<b>CICLO PHVA</b>		<b>SALIDAS</b>		
1. Reactivos 2. Almacén	1. Programación de laboratorios 2. Insumos requeridos 3. Reactivos requeridos 4. Aplicativos	<b>PLANEAR</b>				
		1. Planeación de prácticas semanales correspondientes a cada asistente. 2. Planeación individual (asistente) de montaje de práctica	1. Práctica de laboratorio ejecutada 2. Formato de daño de materiales 3. Insumos empleados 4. Reactivos sobrantes	1. Docentes de la Facultad de Ciencias Naturales de Universidad Icesi (FCN) 2. Estudiantes de la FCN 3. Reactivos 4. Almacén		
		<b>HACER</b>				
		1. Tranpostar los materiales desde Almacén hasta el laboratorio correspondiente 2. Descargue y alistamiento de materiales 3. Supervisión de Buenas Practicas de Laboratorio (BPL). 4. Desmonte de todos lo materiales empleados. 5. Transporte de todos los materiales empleados y de los reactivos sobrantes				
		<b>VERIFICAR</b>				
1. Seguimiento y evaluación al cumplimiento de las actividades del proceso. 2. Seguimiento al cumplimiento de las horas semanales por cada asistente.						
<b>ACTUAR</b>			<b>DOCUMENTACIÓN</b> Formato de salida de materiales y reactivos Formato de daño de materiales			
1. Planes de mejora según indicadores 2. Acciones Preventivas 3. Acciones correctivas						

**Ilustración 5.** SIPOC del proceso gestión de docencia

*Fuente: Elaboración propia*

### **5.1.1. Procedimiento de Transporte a laboratorios**

Este procedimiento inicia cuando el asistente de la práctica se encuentra en el almacén y recibe un carro de transporte (Ver **Anexo 2**) con todos los insumos (Ver **Anexo 3**) requeridos para el desarrollo de la práctica correspondiente, junto con un formato(Ver **Anexo 4**) en donde se encuentra esta información con el nombre de la práctica a realizar; la duración de la práctica; el laboratorio en donde se va a realizar la práctica y el inventario de los insumos, reactivos y materiales relacionada con la práctica. Posteriormente, el asistente transporta los insumos hacia el espacio de laboratorio correspondiente; el procedimiento de transporte de laboratorios finaliza antes de descargar y alistar el material. De igual forma, este procedimiento tiene en cuenta el tiempo invertido en caso de que el asistente tenga que ir por reactivos o por otro carro con insumos al almacén de materiales.

El transporte a los espacios de laboratorios es independiente a las horas de asistencia en el desarrollo de las prácticas-docentes, por lo que se consideró como un proceso fijo. En otras palabras, sin importar el tipo de práctica, el procedimiento es el mismo.

### **5.1.2. Procedimiento de Descargue y alistamiento de insumos y reactivos**

El objetivo de este procedimiento es realizar el descargue de los insumos y reactivos que se encuentran en el carro de transporte para seguidamente iniciar el alistamiento de estos para el desarrollo de las prácticas docentes. Este procedimiento finaliza cuando quedan los kits de los estudiantes completos, es decir, con todos los materiales e insumos necesarios para el desarrollo eficaz de la práctica.

El descargue y alistamiento de insumos y reactivos se considera un procedimiento fijo para todo tipo de práctica clasificada en la **Tabla 5**, ya que no es dependiente de las horas de duración de esta.

### **5.1.3. Procedimiento de Apoyo en práctica de laboratorio**

En primera instancia, el asistente se encarga de supervisar y ser ente de control sobre la normativa de Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL). Posteriormente, el asistente se encarga de ser apoyo y refuerzo del docente en términos de uso de los materiales y reactivos y acompañamiento en las actividades tutoras y docentes a realizar dentro de la práctica.

Por otro lado, cuando se presenta algún daño o novedad en cuanto a los materiales o reactivos utilizados en la práctica, es labor del asistente registrar todo lo sucedido en el formato de daño de materiales.

Este procedimiento se da por terminado cuando el último de los estudiantes (sea el grupo o individualmente) termine de realizar la práctica asignada. Es pertinente mencionar que los estudiantes tienen la responsabilidad de dejar los insumos tal cual lo encontraron, es decir, deben dejarlos respectivamente lavados y en condiciones para que sean recogidos por el asistente.

Este procedimiento es directamente proporcional a la práctica. Donde a mayor duración de la práctica, mayor será el tiempo de apoyo realizado por el asistente. Sin embargo, vale la pena recordar que, por cuestiones de simplicidad, este estudio sólo tomará en cuenta las prácticas de 3 horas de duración (70% de las prácticas totales) descrito en la **Tabla 5**.

#### **5.1.4. Procedimiento de Desmonte y cargue de materiales y reactivos**

Este procedimiento inicia cuando el asistente realiza el desmonte de todos los insumos utilizados en la práctica de laboratorio. Seguidamente, el asistente se enfoca en la clasificación de los materiales, ya que en cada cubeta debe de ir todos los ejemplares de cada tipo de material utilizado; por ejemplo, pipetas, tubos de ensayo, beaker entre otros. Finalmente, el asistente se dispone a realizar el cargue de estas cubetas al carro de transporte, donde se prepara para realizar el último proceso de la gestión de docencia.

Si bien es cierto que el tiempo incurrido en este proceso dependerá de la cantidad de materiales necesarios para el desarrollo de la práctica, se estableció que este proceso será fijo para cualquier tipo de práctica, es decir, independiente al tipo de práctica. Esta independencia de la duración de práctica con la duración del proceso de desmonte y cargue de materiales y reactivos se observa en el análisis de tiempos. (**literal 5.1.6**)

#### **5.1.5. Procedimiento de Transporte de vuelta al Almacén de insumos y Reactivos**

Finalmente, el asistente debe encargarse de transportar los insumos utilizados hacia el almacén de materiales con ayuda de carros de transporte de materiales.

Al igual que el transporte a los laboratorios, este proceso no depende de la duración de la práctica, por lo que se estableció como un proceso independiente

### 5.1.6 Análisis y estudio de tiempos

Antes de realizar el mapa de flujo de valor de la gestión de docencia, es necesario recolectar la información pertinente para establecer los tiempos de ejecución de los procedimientos que conforma el proceso de gestión docente. Se tomaron los tiempos de la duración en minutos de las actividades correspondientes a los procedimientos, donde estadísticamente (**Ecuación 2**) se halló un total de 29 muestras (siendo el N mayor hallado para cada procedimiento) para cada procedimiento. Ver **Anexo 5**

Para realizar un análisis acorde y verídico de los tiempos recolectados fue necesario conocer cómo se comportan estadísticamente la duración de las actividades que componen los procedimientos de gestión de docencia. Con el uso de la herramienta de estadísticas descriptivas del software Minitab®, se infirió con un 95% de confianza que la duración de los procedimientos del proceso gestión de docencia en las prácticas de pregrado correspondientes a la facultad de ciencias naturales de la Universidad Icesi, se comportan según una distribución normal.

Además, se pudo observar que los procedimientos de transporte a salón; descargue y alistamiento de materiales; desmonte de materiales y reactivos y por ultimo transporte a almacén tienen un coeficiente de variación cercano a cero, por lo que se pudo inferir que no hay mucha diferencia de los valores esto debido a que, no es significativa las diferentes duraciones de la práctica, con los procedimientos mencionados anteriormente (transporte a salón; descargue y alistamiento de materiales; desmonte de materiales y reactivos transporte a almacén).

Por cuestión de simplicidad es premonitorio aclarar, que los tiempos se tomaron de forma macro procedimental y no de forma individual de cada actividad correspondiente a los procedimientos de docencia, ya que es pertinente tener criterios estandarizados en la toma de tiempos.

Trayendo a consideración lo inferido sobre el ajuste de los datos a una distribución normal permitió, la ejecución del sistema Westinghouse para la calificación de los factores de: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencias de los tiempos promedios que fueron tomados; en consecuencia, esto permitió dar como resultados el nivel de desempeño en tiempo estándar que logra un asistente de docencia en condiciones cotidiana a su trabajo. (Ver **Anexo 7**)

**Tabla 6.** Tiempos Estándar Gestión docencia.

<b>Procedimiento</b>	<b>Tiempo Estándar (minutos)</b>
Transporte a laboratorio	1,58
Descargue y Alistamiento de materiales y reactivos	17,97
Asistencia en Práctica de laboratorio	143,36
Desmonte de Materiales y Reactivos	22,92
Transporte hacia Almacén y Reactivos	1,87

*Fuente: Elaboración propia*

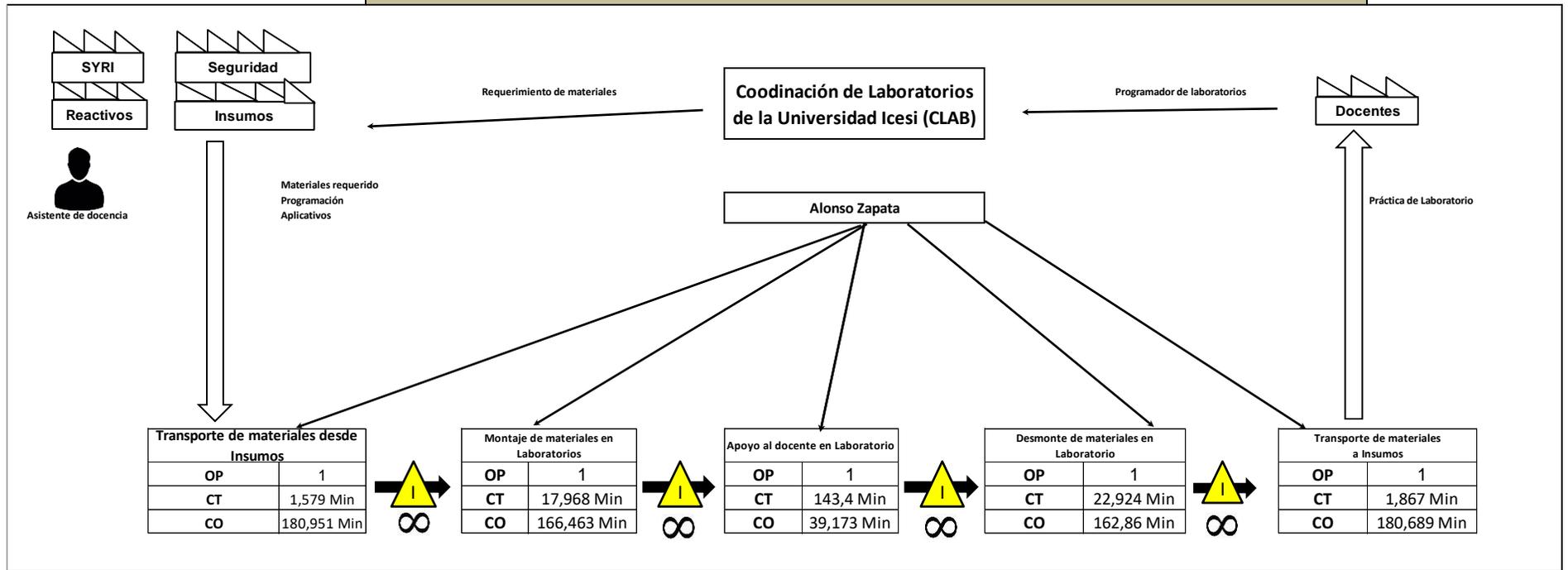
### **5.1.7 Value Stream Mapping**

En el caso de la gestión de docencia, la unidad de producción es un bien intangible, es decir, un servicio que se traduce al desarrollo de una práctica de pregrado de la facultad de ciencias naturales de forma eficiente. En otras palabras, que se lleve a cabo los objetivos trazados en cada práctica en particular en el tiempo planeado y con el uso de las buenas prácticas de seguridad y salud en el laboratorio de la facultad de ciencias naturales.

En VSM actual desarrollado en la Ilustración 6. Se observa que sin importar la duración de la práctica a realizar sigue, el mismo flujo hasta transformarse en una unidad de producción de gestión docente a la cual se le dio explicación en el párrafo anterior.

Como se evidenció en la Tabla 1 **Tabla 5**, las prácticas de 3 horas de duración equivalen al mayor porcentaje de participación del total de las prácticas (70%) y como se mencionó anteriormente en la sección de caracterización de los procedimientos de gestión de docencia, el procedimiento de Apoyo en la práctica es el único dependiente de la duración de las prácticas desarrolladas dentro de los laboratorios de la facultad de ciencia naturales. Por ende y por cuestiones de simplicidad se escogió las prácticas de 3 horas para el desarrollo del VSM actual del proceso de gestión de docente ya que, son las prácticas con mayor representación por su frecuencia con el fin de desarrollar un VSM característico al proceso de gestión de docencia. (Ver Ilustración 6.)

## VALUE STREAM MAPPING ACTUAL: GESTIÓN DE DOCENCIA

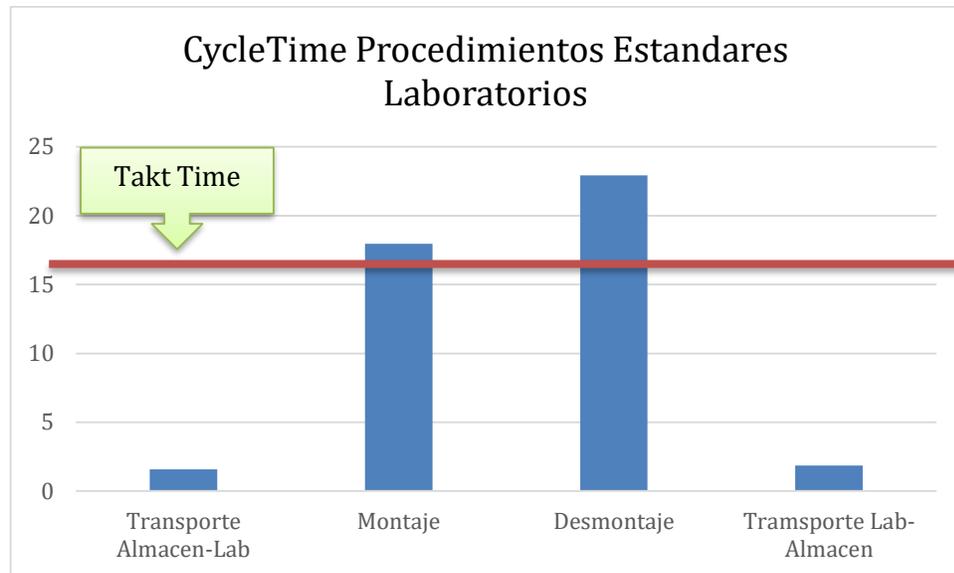


**Ilustración 6. Value Stream Mapping actual**

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.2 Análisis y discusión de resultados de caracterización

Inicialmente, con la información cuantificada y expresada en el VSM actual, se logró calcular el Takt time, permitiendo determinar los procedimientos en los cuales enfocar los esfuerzos por reducir los tiempos de ciclo. Vale la pena recalcar que este proceso se realizó solo para los procedimientos independientes a las horas de prácticas. Ver Ilustración 7



**Ilustración 7. Takt Time**

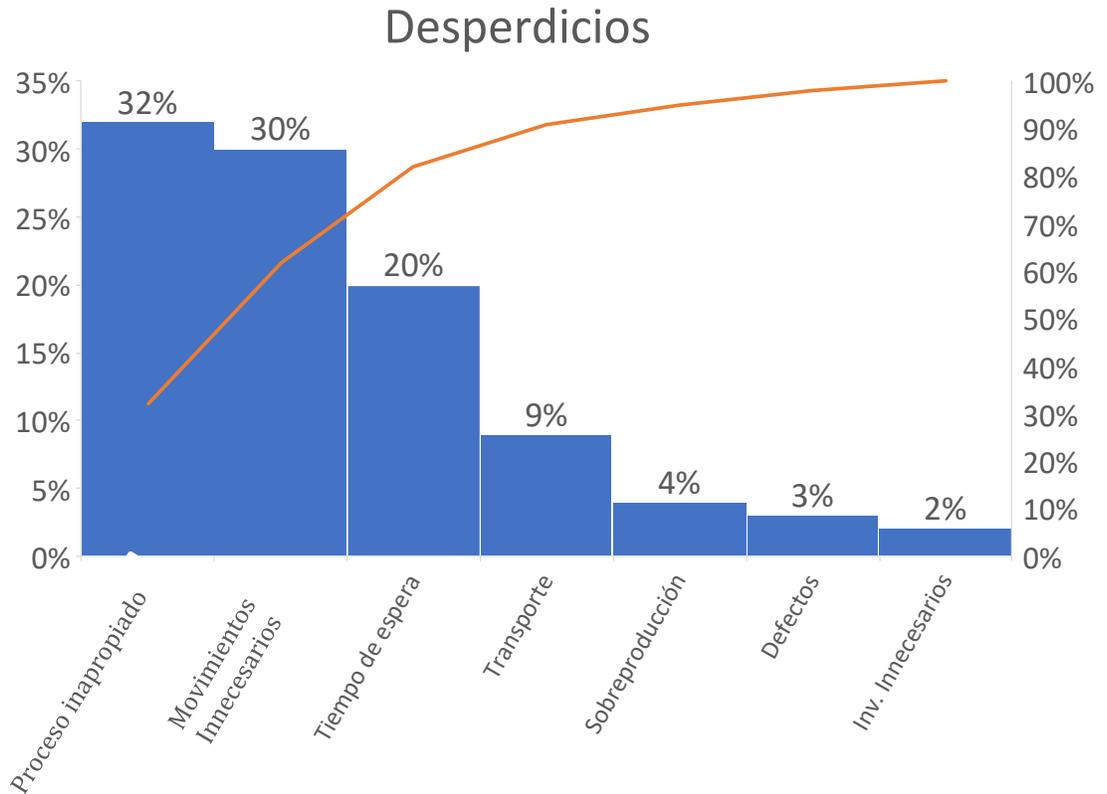
*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede observar en la Ilustración 7, el tiempo de ciclo de los procedimientos de montaje y desmontaje no se acopla al takt time, por lo tanto, según la metodología Lean Thinking las áreas que estén por encima del takt time se le debe aplicar herramientas Lean para que estos procedimientos se puedan acoplar al ritmo de trabajo necesario para suplir la demanda.

Por otro lado, desde lo experimentado en el trabajo de campo para realizar la caracterización y con apoyo de las entrevistas aplicadas (Ver **Anexo 6**) a los asistentes implicados en la gestión de docencia, se ha evidenciado la existencia de desperdicios que pueden parecer insignificantes pero que al sumarse generan un tiempo considerable en la ejecución de las labores del proceso de gestión docencia.

### 5.2.1 MUDA

Relacionando Muda con los 7 desperdicios descritos en el apartado 3.2.4, se logró identificar que el proceso de gestión docente tiene 3 tipos de desperdicio que representan el 82% del total de los desperdicios (movimientos innecesarios, proceso inapropiado o reproceso y tiempos de espera), lo que indica que los planes de acción tienen que ir enfocados en la eliminación y/o reducción de estos. Ver **Ilustración 8**.



**Ilustración 8.** Desperdicios

*Fuente: Elaboración Propia*

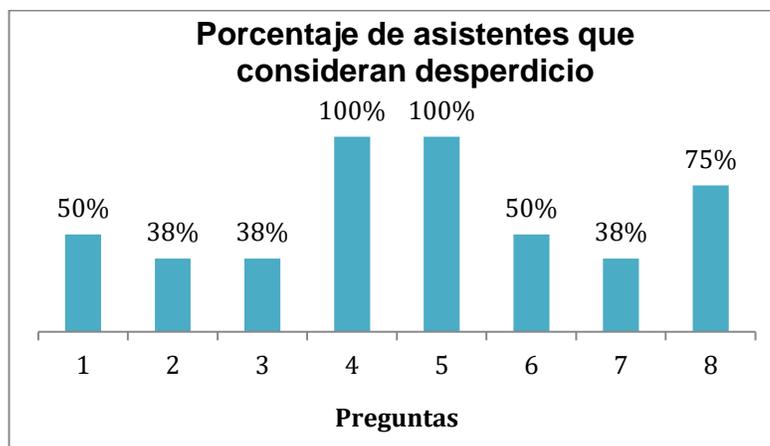
El 32% de los desperdicios está clasificado como proceso inapropiado o reproceso, el cual se evidencia en el momento que los asistentes tienen que ir al almacén por concepto de materiales inconsistentes y/o faltantes. Seguidamente el 30% de los desperdicios se les atribuye a los movimientos innecesarios, los cuales son consecuencia del exceso de movimientos que se realizan para el montaje y desmonte de los materiales.

El 20% restante de los desperdicios que este proyecto de grado pretende eliminar, se relacionan con el tiempo de espera, y este a su vez, va ligado al tiempo que los asistentes tienen que esperar a la persona que se supone que recibe el material. Pues bien, en lo experimentado en el trabajo de campo y evidenciado en las entrevistas, es muy normal que los asistentes tengan que esperar o, en su defecto, ir a buscar a la persona encargada de la recepción de los materiales.

Vale la pena recalcar que estos porcentajes (**Ilustración 8**) son el reflejo de ponderar los resultados de las entrevistas (Ver **Anexo 6**); asumiendo que las clasificaciones de 1 y 2 tienen un peso de 0, ya que era considerados como No desperdicio y Poco desperdicio respectivamente. De igual forma, las clasificaciones de 3,4 y 5 tienen un peso de 1,2 y 3 respectivamente, donde se cuantifica las clasificaciones de Desperdicio medio, Mucho desperdicio y Desperdicio completo.

## 5.2.2 MURI

Entendiendo Muri como sobrecargas o procesos donde se supera la capacidad de algo, es posible evidenciar este concepto en el transporte, ya que según los resultados de las entrevistas, un 38% de los asistentes de laboratorio consideran que pierden tiempo por concepto de inestabilidad en el medio de transporte del laboratorio (**Ilustración 9, pregunta 2**), donde los materiales requeridos no se encuentran ubicados de la mejor manera, haciendo que el asistente tenga que ir más lento y cuidadoso de no dejar caer algún material. Sin embargo, este desperdicio no representa mayor importancia en el proceso de gestión docencia, por lo que no se hará hincapié en la resolución de este.



**Ilustración 9.** Porcentaje de asistentes que consideran desperdicio

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.3. MURA

En cuanto al concepto de Mura expuesto en el apartado 3.2.6, se puede evidenciar en las entrevistas que los asistentes en un 75% (**Ilustración 9, pregunta 8**) consideran que pierden tiempo al tener que esperar a la persona que recibe el carro que es transportado, y en su defecto tienen que ir a buscar a dicha persona para efectuar la recepción del material. Este proceso es una actividad que no agrega valor y no corresponde a las funciones de los asistentes de laboratorio del CLAB (inconsistencia en el proceso). En consecuencia, es pertinente que esta actividad que no agrega valor sea atacada y eliminada del flujo del proceso de gestión docente.

En ese orden de ideas, y al identificar los desperdicios asociados a este proceso, es necesario asociar todos y cada uno de los desperdicios con una herramienta Lean que permita la eliminación o, en su peor escenario, la reducción de este desperdicio. Ver **Tabla 7**

**Tabla 7.** Desperdicios vs Herramientas

<b>Proceso</b>	<b>Problema</b>	<b>Herramienta</b>
Montaje y Desmontaje de materiales en Laboratorio	Exceso de movimientos para clasificar los kits de laboratorio	Gestión visual /5's
Montaje y Apoyo al docente en laboratorio	Reprocesamiento por materiales incompletos o inconsistentes	Checklist
Transporte de materiales a insumos	Tiempo de búsqueda del personal que reciba el carrito	Trabajo Estandarizado

*Fuente: Elaboración propia.*

### 5.3 Propuesta de mejora

Dado los problemas identificados en cada proceso (Ver **Tabla 7**), es clave realizar un plan de acción integral enfocado en la eliminación del 82% de los desperdicios identificados en el apartado 5.2.1 para lograr un funcionamiento óptimo y productivo en el CLAB. Por ende, la propuesta de mejora planteada consta de 3 aspectos especificados para cada desperdicio. Ver **Ilustración 10**



**Ilustración 10.** Propuestas de mejora

*Fuente: Elaboración propia*

### **5.3.1 Gestión visual / 5's en el desmonte de materiales**

A causa del desperdicio evidenciado en el proceso de Montaje y Desmontaje de materiales en Laboratorio relacionado con el exceso de movimientos en el desmonte y monte de los materiales de las prácticas, se propone transferir esta actividad a los estudiantes, específicamente en el momento del desmonte de la práctica.

Cuando se acaba la práctica de laboratorio, normalmente es el asistente quien realiza el desmonte. Ahora, esta actividad la realizará el estudiante, donde es requisito dejar los kits clasificados con los materiales empleados (según sea la práctica) para poder dar por finalizada la práctica de laboratorio. En este sentido, el asistente sólo tendrá que realizar el monte de las canastas (Ver **Anexo 3**) con los materiales al carro transportador.

### **5.3.2 Checklist cuando se reciba el material en el Almacén**

Puesto que los asistentes realizan reprocesos por concepto de materiales faltantes y/o inconsistentes, donde seguidamente tiene que volver al Almacén para lograr que el montaje de la práctica sea correcto; se propone implementar una checklist digital (o en el peor de los casos, en papel) con el fin de que el asistente, cuando se encuentre recibiendo el material de cada práctica en el Almacén, pueda verificar la existencia de los materiales necesarios en el carro transportador.

En este caso, el asistente tendrá la tarea de asegurarse mediante esta herramienta, que todos los materiales sean los correctos, tanto en cualidad como en cantidad.

Posteriormente, asumiendo que sí son consistentes los materiales que se necesitan para la práctica versus los que se encuentran cargados en el carro ubicado en el Almacén, el asistente procederá a transportar el material hasta el laboratorio para realizar el montaje de la práctica correspondiente.

### **5.3.3 Trabajo estandarizado para la entrega de los materiales**

Teniendo en cuenta el desperdicio evidenciado en el proceso de Transporte, donde los asistentes tienen que esperar a que la persona encargada de recibir el material llegue a su puesto, o en su defecto, tienen que ir a buscarlo; se propone reestructurar el aplicativo actual con la intención de mejorar la integración, comunicación y coordinación de ambas partes (CLAB y Almacén).

Este aplicativo se pretende que sea móvil (tipo App) para facilitar en tiempo real conocer toda la información que dicho aplicativo suministra. Además, se pretende que desde el aplicativo se logre avisar por medio de un "botón" que el asistente ya se dirige hacia el Almacén, de tal forma que el personal del Almacén este enterado y atento para la recepción del material.

La idea de la implementación de esta propuesta es Estandarizar y monitorear principalmente el procedimiento de entrega de los materiales al Almacén, donde se espera (gracias al análisis de tiempo y el trabajo de campo) que en promedio se demoren 1,367 Min, es decir, al no cumplirse con esta meta es necesario realizar planes de mejora para este procedimiento.

Los 3 pilares anteriormente mencionados es un resumen explicativo de la propuesta de mejora para el CLAB. De igual forma, en el anexo de Excel '[Propuesta de mejora del CLAB.xlsx](#)' se encuentra detallado a profundidad dicha propuesta con sus respectivos planes de acción e indicadores de gestión propuestos para el CLAB.

### **5.3.4 Value Stream Mapping Futuro**

Con la implementación de la propuesta anteriormente mencionada, se espera reducir los indicadores asociados al VSM (Tiempo de ciclo y Change Over), logrando tener todos los procedimientos independientes a las horas de práctica, a un nivel por debajo del takt time.

**Ilustración 11** refleja los tiempos esperados en todo el proceso de gestión docente.

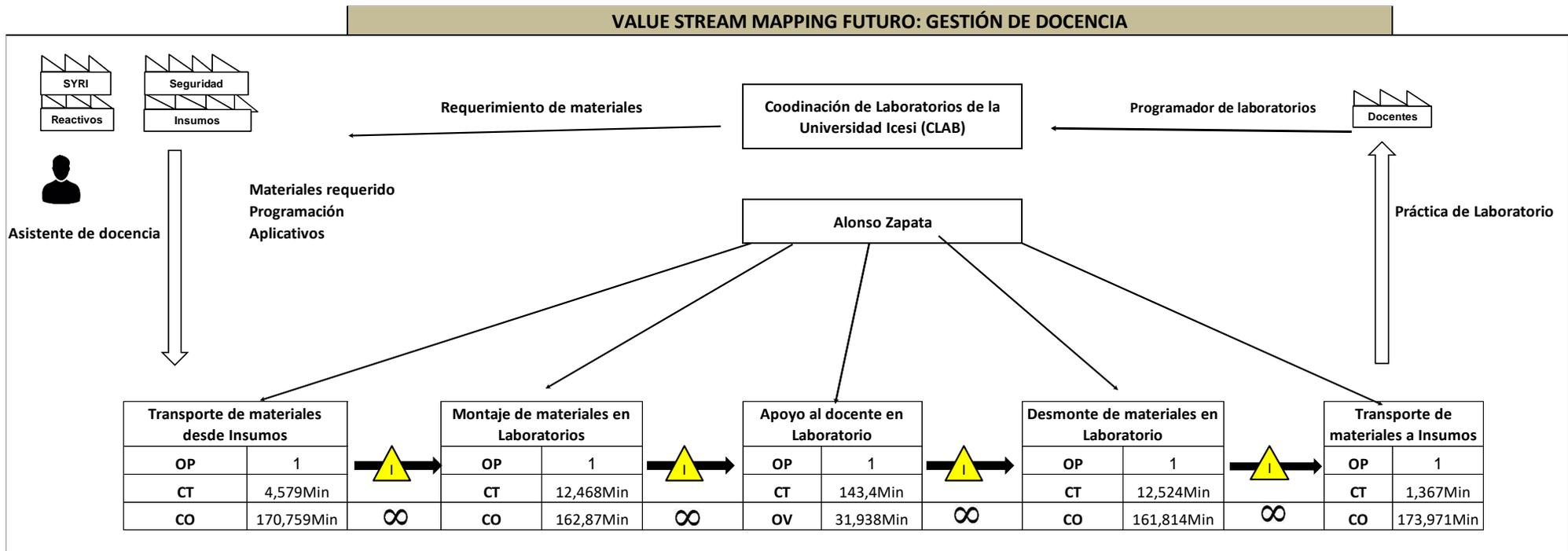
#### 5.4 Discusión de propuesta de mejora

Como se puede reflejar en la **Tabla 8**, las actividades puntuales que se realizarán para la implementación de la propuesta de mejora tienen asociados unos tiempos estimados que lograrían la reducción en el Cycletime y Change Over de los procedimientos de la gestión de docencia del CLAB.

**Tabla 8.** *Actividades de propuesta de mejora*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Unidad</b>
Verificar con la Checklist	3	Min
Tiempo ahorrado por no reproceso	5,5	Min
Estudiantes clasificando	10,4	Min
Tiempo ahorrado por recepción segura	0,5	Min

*Fuente: Elaboración propia*



**Ilustración 11. Value Stream Mapping Futuro**

*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, vale la pena relacionar los indicadores del actual proceso de gestión docencia (

**Ilustración 6)** versus los indicadores asociados al proceso de gestión docencia con la implementación de la propuesta de mejora (**Ilustración 11**). Ver **Tabla 9**.

**Tabla 9.** Indicadores Actual Vs Futuro

Procedimiento	Actual (Min)		Futuro ( Min)		Ahorro en tiempo (Min)	
	CycleTime	Change Over	CycleTime	Change Over	CycleTime	Change Over
Transporte de materiales desde Insumos	1,579	180,951	4,579	170,759	-3,00	10,19
Montaje de materiales en Laboratorios	17,968	166,463	12,468	162,87	5,50	3,59
Apoyo al docente en Laboratorio	143,4	39,173	143,4	31,938	0,00	7,24
Desmote de materiales en Laboratorio	22,924	162,86	12,524	161,814	10,40	1,05
Transporte de materiales a Insumos	1,867	180,689	1,367	173,971	0,50	6,72

*Fuente: Elaboración propia*

Al analizar la **Tabla 9**. Se puede evidenciar el ahorro de tiempo en todos los procedimientos que integran el proceso de gestión de docencia, tanto para el CycleTime como el Change Over. Sin embargo, el único indicador que por el contrario requiere de más tiempo para la ejecución de la propuesta de mejora es el Transporte de materiales desde Almacén de insumos. Esto es consecuencia del tiempo que requerido por el asistente para realizar la respectiva verificación con la Checklist.

Es notorio como el CycleTime del procedimiento de Apoyo al docente en Laboratorio no varía. Pues bien, como ya se ha mencionado anteriormente, este procedimiento es dependiente a las horas de las prácticas y no es el enfoque de este trabajo de grado. No obstante, el Change Over de este procedimiento si se ve afectado positivamente, ya que este indicador depende de los procedimientos anteriores y posteriores a este.

## 5.5 Prueba piloto

En la prueba piloto se implementó la propuesta planteada en el presente trabajo. Esta prueba se realizó en dos prácticas de laboratorio logrando analizar el comportamiento de todo el flujo del sistema de gestión de docencia a este cambio. En este caso, la propuesta de mejora se aplicó en la materia de Laboratorio de Química Orgánica II.

Inicialmente, se implementó el formato de checklist digital en el procedimiento de transporte de Almacén a Laboratorio, el cual permite de manera fácil y práctica la revisión y verificación de los materiales e insumos que el área de Almacén suministra a los asistentes de las prácticas de laboratorio. En **Ilustración 12** se puede evidenciar el formato con los respectivos materiales correspondientes a la práctica en la que se implementó la propuesta.

Heterociclos: Síntesis de 3,5-Dimetilpirazol	
<input type="checkbox"/>	3 BOMBAS DE VACIO
<input type="checkbox"/>	1 ROTAEVAPORADOR
<input type="checkbox"/>	1 FUSIOMETRO
<input type="checkbox"/>	8 PLANCHAS CALENTADORAS
<input type="checkbox"/>	8 TERMOMETROS
<input type="checkbox"/>	8 CAPILARES PARA PUNTO DE FUSION 10 CM
<input type="checkbox"/>	8 PAPELES FILTRO
<input type="checkbox"/>	16 PIPETAS PASTEUR
<input type="checkbox"/>	8 AGITADORS MAGNETICOS
<input type="checkbox"/>	8 ARO CON NUEZ
<input type="checkbox"/>	8 BALON DE 2 O 3 BOCAS CON TAPONES
<input type="checkbox"/>	3 ADAPTADOR REDUCTOR ÁRA ROTAEVAPORADORES

**Ilustración 12.** Checklist

*Fuente: Elaboración propia*

La práctica de laboratorio transcurrió normalmente hasta el proceso de desmonte de los materiales. En donde, mediante 5's y gestión visual, se transfirió este procedimiento a los estudiantes de la materia. Por ende, el asistente sólo tenía que recoger las cubetas con los materiales y equipos para montarlos al carro transportador que debe ser llevado al Almacén. En la **Ilustración 13** se expone la gestión visual empleada y proyectada en el Laboratorio para que los estudiantes logaran efectivamente la clasificación de los materiales utilizados.

<b>CANASTA 1</b> ERLENMEYERS PROBETA VIDRIO 10 ML	<b>CANASTA 2</b> EMBUDOS DE VIDRIO EMBUDO DE SEPARACION	<b>CANASTA 3</b> VASOS PRECIPITADOS 25 ML MAGNETOS
<b>CANASTA 4</b> PIPETAS VARILLAS DE VIDRIO ESPATULA VIDRIO RELOJ TERMOMETROS	<b>CANASTA 5</b> BALON DE 3 BOCAS  ADAPTADOR PARA TERMOMETROS	<b>CANASTA 6</b> ADAPTADOR REDUCTOR PARA ROTAEVAPORADOR  BALON FONDO REDONDO 50 ML
<b>CANASTA 7</b> AROS CON NUEZ PINZA CON NUEZ	<b>CANASTA 8</b> FRASCOS LAVADORES PROPIPETAS / PERA	<b>CANASTA 9</b> EMBUDO BUCHNER ERLENMEYER DESPRENDIMIENTO LATERAL 250 ML BAÑO MARIA

**Ilustración 13.** Gestión visual desmonte de materiales

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede evidenciar, la gestión visual y 5's se enfocó en dar una clarificación a los estudiantes de donde depositar los materiales empleados. Además, las cubetas de disposición final estaban marcadas con sus respectivos números para facilitar al estudiante la comprensión de su nueva labor. Ver **Ilustración 14**.



**Ilustración 14.** Canastas prueba piloto

*Fuente: Elaboración propia*

Parte fundamental de esta propuesta consta del empoderamiento por parte de los estudiantes. Por ende, fue necesario transmitir la información relacionada con esta prueba piloto para que los estudiantes estén conscientes de la actividad a realizar en su nueva labor. Ver

**Ilustración 15.**



**Ilustración 15.** Empoderamiento a los estudiantes

*Fuente: Elaboración propia*

Finalmente, se simuló el “botón” del aplicativo propuesto para que el asistente diera aviso previo al personal encargado de recibir el material en el área del Almacén. En efecto, el asistente envió el mensaje clave y el personal del Almacén dio respuesta de él, dando señal a que se encontraban preparados para recibir el material correspondiente a la práctica.

### 5.5.1. Resultados y análisis de prueba piloto

De esta experimentación, se logró determinar los tiempos de cada procedimiento relacionados a la gestión de docencia. Ver **Tabla 10**

**Tabla 10.** Resultados prueba piloto

<b>Procedimiento</b>	<b>Actual (Min)</b>	<b>Prueba piloto (Min)</b>	<b>Porcentaje de reducción</b>
	<b>Tiempo de Ciclo</b>	<b>Tiempo de Ciclo</b>	
Transporte de materiales desde Insumos	1,579	5,621	-256%
Montaje de materiales en Laboratorios	17,968	10,124	44%
Desmonte de materiales en Laboratorio	22,924	10,538	54%
Transporte de materiales a Insumos	1,867	1,486	20%

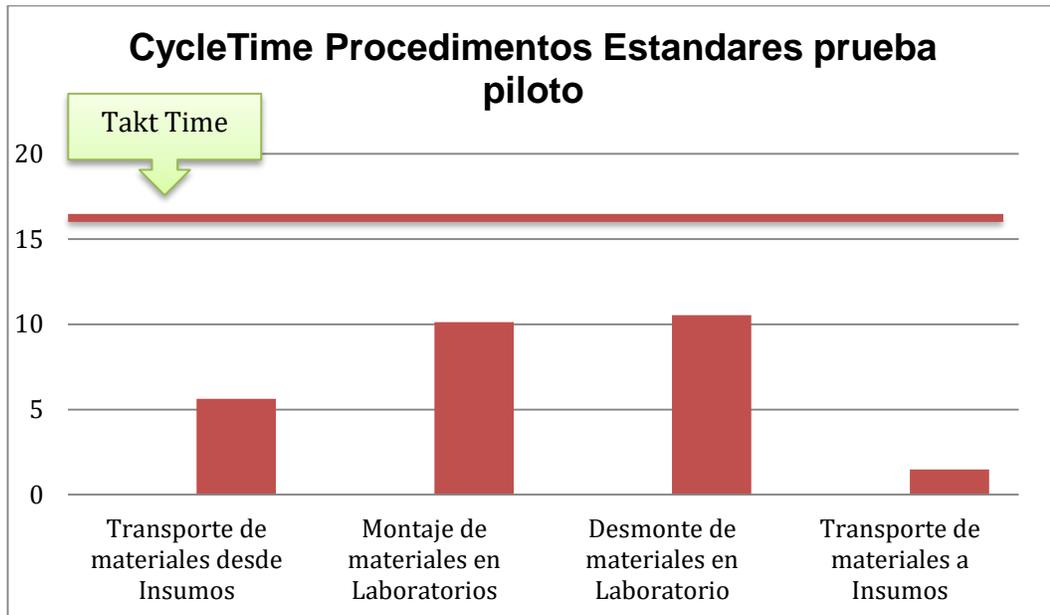
*Fuente: Elaboración propia.*

Estos resultados reflejan el porcentaje de reducción en los tiempos de ciclo para cada procedimiento relacionado con la coordinación de laboratorios. En primera instancia, es notorio como hay un aumento en el tiempo de ciclo en el transporte de materiales (Aumento: 256% del tiempo de ciclo), este fenómeno, consecuencia de la nueva actividad que se propone realizar en este procedimiento.

Asimismo, se evidencia una reducción del 44% en el tiempo de ciclo relacionado al montaje y una reducción de 54% para el desmontaje de materiales. Estos resultados son reflejo de la implementación de la propuesta de mejora planteada en este proyecto de grado y son prueba de la factibilidad de dicha propuesta para la gestión de docente de la Coordinación de Laboratorios (CLAB) de la facultad de ciencias naturales (FCN) de la Universidad Icesi.

Finalmente, es clara la reducción considerable del tiempo de ciclo del transporte de materiales hacia el Almacén de insumos (20%)

Por otro lado, en términos de Takttime, se puede analizar en la **Ilustración 16** **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que el proceso cumple con el objetivo, es decir, después de implementar la propuesta de mejora, cada procedimiento independiente a la hora de prácticas de laboratorio se encuentra por debajo de la línea de Takttime, lo que significa que no hay sobrecargas en los procedimientos y posteriormente, permite un servicio eficiente y oportuno.



**Ilustración 16.** Tack Time prueba piloto.

*Fuente: Elaboración propia*

En el desarrollo de esta prueba piloto se presentó una gran aceptación por parte de las partes implicadas en el proceso de gestión de docencia. Por un lado, la retroalimentación por parte de los estudiantes fue positiva, debido a que surgieron comentarios relacionados a la importancia de conocer y recordar los nombres de los materiales que se están empleados. Además, consideraron que fue una actividad que no les tomo mucho tiempo ni esfuerzo. De igual forma, los profesores recibieron esta propuesta con gran interés, ya que permitió generar un espacio de orden.

Asimismo, los asistentes (quienes son la entidad más beneficiada de esta propuesta) acataron esta prueba piloto con gran adaptabilidad al cambio. Se tuvo una percepción de comodidad durante todo el desarrollo de la prueba piloto y se obtuvo apreciaciones positivas. Por ende, es claro que la propuesta planteada en este proyecto de grado es influyente en el ambiente organizacional del CLAB y en la relación CLAB –cliente.

## 5.6 Conclusiones

La ejecución correcta y en el momento justo de la gestión de docencia permite, la realización óptima y segura de las prácticas en los laboratorios de docencia de la Facultad de Ciencia Naturales siendo así, que el proceso de gestión de docencia sea el proceso responsable para la logística y apoyo de las prácticas ratificando que, las prácticas de pregrado de la Facultad de Ciencia Naturales en los laboratorios de docencia se hagan, en el tiempo y espacio planeado optimizando la infraestructura de los laboratorios de docencia para los estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi.

La ejecución actual del proceso de gestión de docencia de la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Icesi, no permite suplir la demanda de la facultad de Ciencia Naturales esto justificado primero, por la insuficiencia del tiempo total disponible para el desarrollo de la gestión de docencia y segundo por la larga duración de los procedimientos participes en la ejecución del proceso de gestión de docencia por lo cual, genera que no se esté laborando con el ritmo que se necesita para poder suplir la demanda a tiempo.

Por lo dicho anteriormente, la cantidad actual de asistentes de docencia de la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Icesi para las prácticas de la facultad de Ciencias Naturales no son suficientes para suplir la demanda con un servicio de calidad. Del mismo modo, la ejecución actual de los procedimientos de montaje y desmontaje no permite que su duración sea óptima con el ritmo de trabajo necesario para la satisfacción de los estudiantes y profesores de la Facultad de Ciencias Naturales.

Ante la necesidad de poder mejorar el proceso de gestión de docencia de la facultad de Ciencias Naturales enfocándose, en suplir la demanda con un servicio de Calidad, sin aumentar los costos por contratación y capacitación de nuevos asistentes y la carga laboral de los asistentes actuales. Se realizó una propuesta de mejora concentrándonos en primero, disminuir los tiempos de ciclo de los procedimientos de montaje y desmontaje del proceso de gestión de docencia. Segundo encaminar el proceso de gestión de docencia a suplir la demanda con un servicio de calidad y Tercero a que todos los procedimientos del proceso de gestión de docencia generen un valor a los estudiantes y profesores de la Facultad de Ciencias Naturales.

La implementación de la filosofía Lean Thinking permitió, a la propuesta de mejora presentada en el proyecto de grado actual, brindar herramientas como Checklist, Trabajo estandarizado, 5's y gestión visual, las cuales permitieron que el proceso de gestión de docencia del CLAB pueda tener una mayor eficiencia e impacto positivo en todos los actores de la cadena.

Según lo mostrado en la prueba piloto, la propuesta de mejora para la gestión de docencia de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales permitió disminuir 44% y 54% los procedimientos de montajes y desmontaje de materiales respectivamente; lo anterior mencionado, da evidencia de la efectividad de la propuesta de mejora en términos de eliminar los desperdicios adheridos a los procedimientos, identificados previamente en la caracterización. De igual forma, se presenta una reducción del tiempo de ciclo del transporte de materiales hacia el Almacén, logrando así, atacar directamente el 82% de los desperdicios detectados en el proceso de gestión de docencia del CLAB.

Finalmente, se logra cumplir con el objetivo general del proyecto el cual fue Formular una propuesta de mejora a través de Lean Thinking, para la gestión de docencia de la Coordinación de Laboratorios (CLAB) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Icesi evidenciando la efectividad del Lean Thinking en el mejoramiento de los procesos de los laboratorios de docencia a nivel de pregrado universitario.

## 5.7 Recomendaciones

Como recomendación a la Coordinación de Laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales, es necesario generar un empoderamiento al personal en búsqueda al mejoramiento continuo permitiendo, que todas las personas sean partícipes en pro de mejorar los procesos de la Coordinación de los Laboratorios.

Por otra parte, es importante que la Coordinación de Laboratorios continúe con la toma de tiempos, esto debido a que es necesario medir para poder controlar los procesos y por ende mejorarlos, el seguimiento de estos procesos es responsabilidad de todos los partícipes del proceso con la intención de mostrar resultados positivos en cuanto a calidad y eficiencia se refiere.

Con el auge de crear sistemas intuitivos y automatizados se recomienda, realizar investigaciones y propuestas de herramientas tecnológicas que permitan interconectar las diferentes partes partícipes a la gestión de docencias basándose en las herramientas propuestas a este proyecto de grado.

Finalmente se recomienda a la Coordinación de laboratorios de la Universidad Icesi, implementar lo propuesto en este proyecto de grado en función de cumplir con la demanda con un servicio de calidad para los estudiantes y profesores.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ISO 9001:2015. Gestión de la calidad; sistema de la calidad; gestión por procesos; administración de la calidad. (2015).
- González Osorio, M. (2015). *Diseño de un modelo de gestión integrado, aplicado a los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira* [Ebook]. Palmira, Colombia.
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio (LQMS)*.
- INCONTEC. (2018). Las nuevas versiones de las normas ISO 9001 e ISO 14001: Un reto para los empresarios colombianos.
- SGS. (2018). ISO 9001 - Certificación - Sistemas de gestión de calidad.
- Consejo de auditoria interna general de gobierno. (2015). *Técnicas y herramientas para el control de procesos y la gestión de la calidad, para su uso en la auditoría interna y en la gestión de riesgos este* (0.2 no. N°75). Santiago de Chile.
- Facultad ciencias naturales Icesi, & Salud Ocupacional y medio ambiente icesi. (2016). Manual de conductas básicas de seguridad y bioseguridad en los laboratorios de la facultad de ciencias básicas y de la salud en la universidad icesi. In soma (ed.), *conductas básicas de seguridad y bioseguridad en los laboratorios de la facultad de ciencias básicas y de la salud*. Cali: Icesi.
- García Pérez, A. del P., & Cepeda Paez, W. J. (2014). Propuesta De Un Sistema De Gestión Integrada para laboratorios de investigación universitarios, 6(1), 189.
- González González, R. (2012). VSM – Mapa del flujo de valor (Value Stream Mapping).
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. (Fundación Eoi, Ed.) (1st ed.). Madrid: Fundación Eoi.
- INCONTEC. (2015). Norma Técnica Colombiana NTC 9001:2015 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. REQUISITOS, (571), ii.
- Imai, M. (2001). *La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. (Compañía Editorial Continental, Ed.), *Animal Genetics* (3rd ed., Vol. 39). Kaizen Institute Ltd.
- Jananina Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de*

*Metodos.* (LIMUSA, Ed.) (1ª).

Jurado, F., Taccone, I. K., & Taccone, E. (2012). *Aplicacion de la metodologia Lean Manufacturing en un laboratorio de analisis clinicos.* Buenos Aires.

Lucia, M., & Osorio, G. (2015). *Diseño de un modelo de gestión integrado, aplicado a los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.*

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeneria Industrial: Metodos, estandares y diseño del trabajo.* (11ª). Mc Graw Hills.

Smith, S. (2014). Lean Thinking: MUDA MURI MURA. *Six Sigma Forum Magazine*, (May), 1–8.

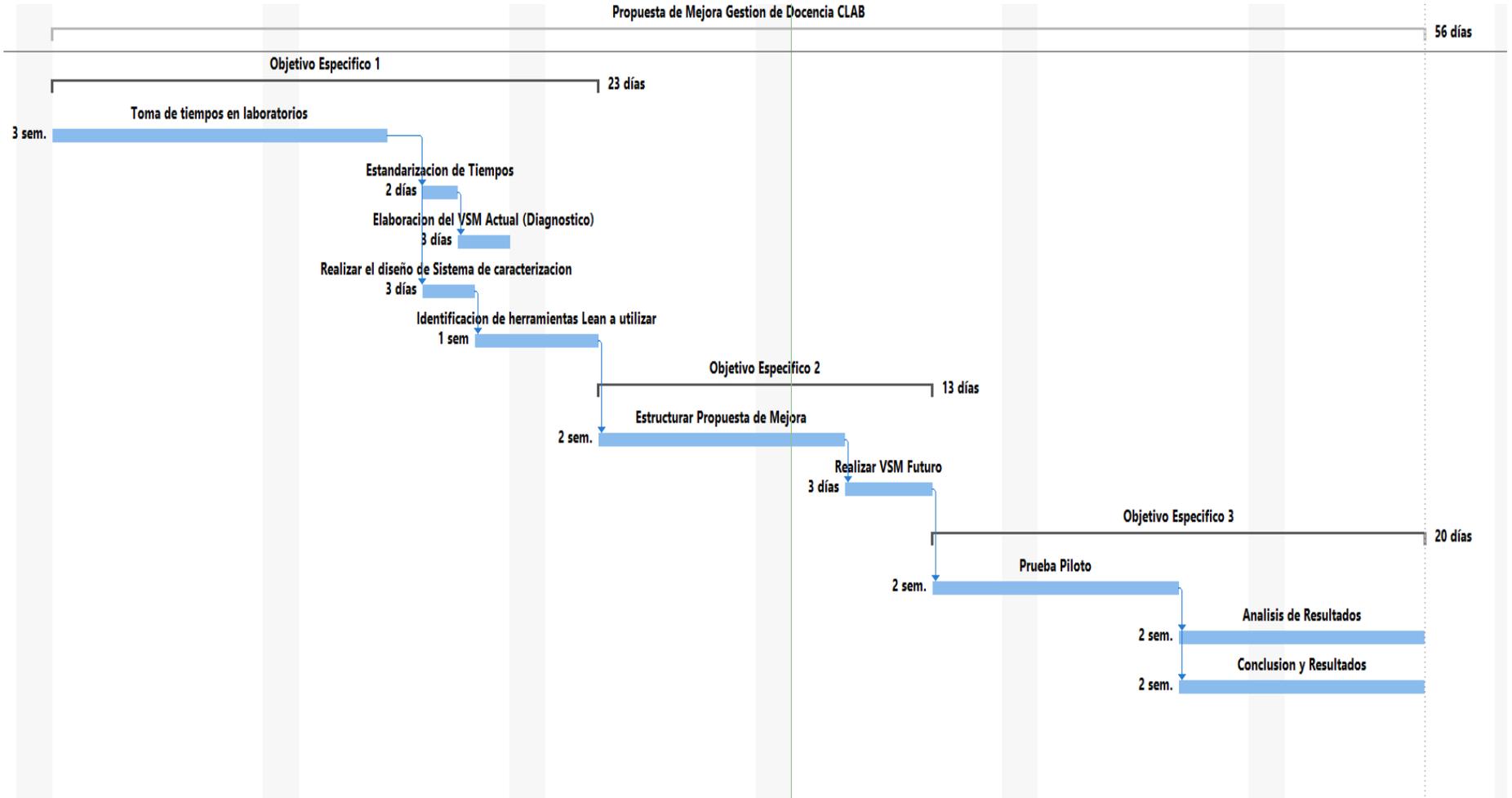
Soler, V. G. (2015). Lean Manufacturing. Qué Es Y Qué No Lean Manufacturing ., 4, 42–52.

Womack, James, P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in your corporation.* Simon and Schuster. New York.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Cronograma Proyecto de Grado Gestión de Docente

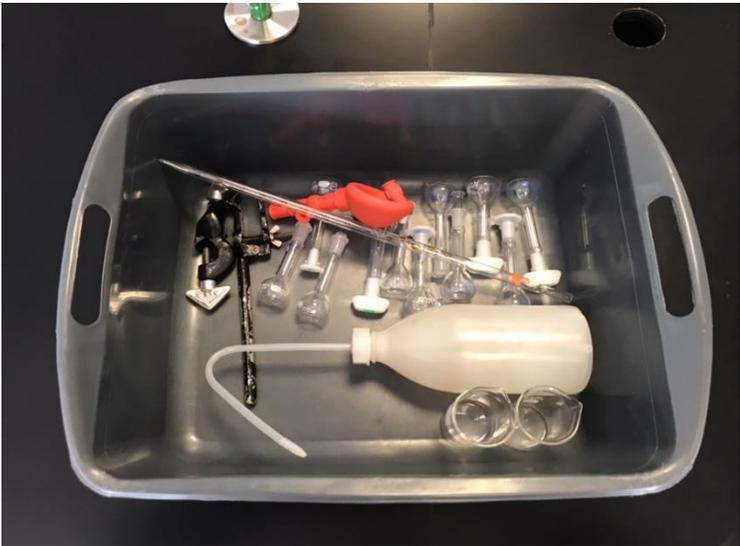
Propuesta de Mejora Gestion de Docencia CLAB



**Anexo 2. Ilustración Carro de transporte**



**Anexo 3. Ilustración de Ejemplo de Insumos y materiales en canasta**



## Anexo 4. Ejemplo de formato de práctica

laboratorio de Bioquímica

26005\_P14

> LIPIDOS

Fechas y programa de dispensación

Entregar:			martes, 23 de abril de 2019	Profesor: LAURA MARCELA VALENCIA TORRES - 13 Kits [25 estudiantes]	Cantidades de utilización	
Tipo de Material	TIPO	Código	Descripción - [Interprise]	Descripción utilizada en las Guías	x kit	Unidad
sin equivalencia			PLANCHA DE CALENTAMIENTO	PLANCHA DE CALENTAMIENTO	13	UND
			BEAKER DE 250 ML	Beaker de 250 mL	26	UND
			BEAKER DE 50ML	Beaker de 50mL	26	UND
			ESPÁTULA	Espátula	13	UND
			GRADILLA	Gradilla	13	UND
			PINZA PARA TUBOS	Pinza para tubos	13	UND
			PIPETA DE 10ML	Pipeta de 10mL	26	UND
			PIPETA DE 5ML	Pipeta de 5mL	26	UND
			PIPETA DE PASTEUR	PIPETA DE PASTEUR	65	UND
			TUBOS DE ENSAYO	Tubos de ensayo	156	UND
			VARILLA DE VIDRIO	Varilla de vidrio	13	UND
			ESCOBILLON		3 POR GRUPO	UND
			FRASCO LAVADOR		13	UND
			PROPIPETA O PERA		13	UND

## Anexo 5. Número de muestras

Procedimiento	N
Transporte a Laboratorio	20
Descargue y Alistamiento de materiales	26
Asistencia en Práctica	29
Desmonte de Materiales y Reactivos	19
Transporte a Almacén	24

## Anexo 6 Formato de entrevista

	<b>PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE DOCENCIA DE LA COORDINACIÓN DE LABORATORIOS (CLAB) DE LA UNIVERSIDAD ICESI</b>				FECHA DE EMISIÓN: 18 de Marzo del 2019																																									
					VERSIÓN: 1																																									
					DOCUMENTO CONTROLADO																																									
<b>Nombre</b>																																														
<b>Cargo actual</b>																																														
La siguiente encuesta tiene como objetivo identificar las oportunidades de mejora del sistema de gestión de docencia del CLAB. Por lo que el diligenciamiento de este será anónimo y no tendrá consecuencias directas con los encuestados.																																														
En la escala de frecuencia de 1 a 5, siendo 1 Nunca y 5 Siempre, seleccione la opción que más se ajusta a su criterio.																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Descripción y/o pregunta</th> <th colspan="4">Nunca</th> <th>Siempre</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En qué medida considera que pierde tiempo por transportar dos o más carritos</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>En qué medida considera que pierde tiempo a causa de que los materiales están inestables en el carrito</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>En qué medida considera que realiza excesos de movimientos en el desmonte de los materiales del carrito</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>En qué medida considera que realiza reprocesos para la clasificación de los kits</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>En qué medida considera que pierde tiempo y desplazamiento por material que faltaba</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>						Descripción y/o pregunta	Nunca				Siempre	1	2	3	4	5	En qué medida considera que pierde tiempo por transportar dos o más carritos	1	2	3	4	5	En qué medida considera que pierde tiempo a causa de que los materiales están inestables en el carrito	1	2	3	4	5	En qué medida considera que realiza excesos de movimientos en el desmonte de los materiales del carrito	1	2	3	4	5	En qué medida considera que realiza reprocesos para la clasificación de los kits	1	2	3	4	5	En qué medida considera que pierde tiempo y desplazamiento por material que faltaba	1	2	3	4	5
Descripción y/o pregunta	Nunca				Siempre																																									
	1	2	3	4	5																																									
En qué medida considera que pierde tiempo por transportar dos o más carritos	1	2	3	4	5																																									
En qué medida considera que pierde tiempo a causa de que los materiales están inestables en el carrito	1	2	3	4	5																																									
En qué medida considera que realiza excesos de movimientos en el desmonte de los materiales del carrito	1	2	3	4	5																																									
En qué medida considera que realiza reprocesos para la clasificación de los kits	1	2	3	4	5																																									
En qué medida considera que pierde tiempo y desplazamiento por material que faltaba	1	2	3	4	5																																									

En qué medida considera que pierde tiempo por equipos descompuestos	1	2	3	4	5
En qué medida considera que pierde tiempo porque los materiales no están en condiciones de montar en el carro (Por ejemplo: mojados)	1	2	3	4	5
En qué medida considera que pierde tiempo porque tiene que buscar el personal que reciba el carrito cargado	1	2	3	4	5
En qué medida se siente capacitado para realizar las labores establecidas	1	2	3	4	5
¿Cuáles son las dificultades que presenta a la hora de ejecutar su labor?					
¿Cuál cree que es el error más frecuente que comete?					
¿Qué oportunidades de mejora evidencia usted dentro del proceso de gestión docencia?					
Comentarios					

## Anexo 7. Resultados Westinghouse

	Transporte de Almacén a Laboratorio		Montaje de Materiales	
	Clasificación WestingHouse	Nivel	Clasificación WestingHouse	Nivel
<b>Habilidad</b>	Buena	C2	Superior	A1
<b>Esfuerzo</b>	Promedio	D	Superior	A2
<b>Condiciones</b>	Superior	A2	Superior	A1
<b>Consistencia</b>	Buena	C1	Buena	C2
	Desmontaje de Materiales		Transporte de Laboratorio Almacén	
	Clasificación WestingHouse	Nivel	Clasificación WestingHouse	Nivel
<b>Habilidad</b>	Superior	A1	Buena	C2
<b>Esfuerzo</b>	Superior	A1	Promedio	D
<b>Condiciones</b>	Superior	A1	Superior	A2
<b>Consistencia</b>	Buena	C2	Buena	C1

*Fuente: Elaboración propia*