

**Diseño y construcción del laboratorio de Medición del Trabajo para la  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead Tunja**

**JOHN ALEXANDER RAMÍREZ VARGAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA "UNAD"  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TUNJA, COLOMBIA  
2014**

**Diseño y construcción del laboratorio de métodos y tiempos para la  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead Tunja**

**JOHN ALEXANDER RAMÍREZ VARGAS**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**ASESOR:**

**CARLOS JOFRED ROBAYO BERRIO**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA "UNAD"  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TUNJA (BOYACÁ)**

**2014**

A Dios por guiarme e iluminarme en los todos los momentos de mi vida, a  
mis padres por su apoyo, sus consejos y persistencia en los peores  
momentos.

A mis hermanos por darme los mejores ejemplos posibles y por su apoyo  
incondicional.

Una dedicatoria especial a mi esposa Alejandra y a mi hijo Johan, los cuales  
han estado conmigo en el transcurso de esta hermosa etapa de mi vida.

DEDICO

## AGRADECIMIENTOS

Expreso de todo corazón mis agradecimientos a:

A mi familia por todo el apoyo moral, sentimental y económico brindado durante toda mi carrera profesional haciendo todo esto posible.

A todas las personas que de manera directa o indirecta me apoyaron y/o ayudaron a que este sueño fuese posible.

Al docente Carlos Jofred Robayo Berrio, Ingeniero Industrial, Tutor de la escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e ingeniería de la UNAD Cead Tunja, por su paciencia, orientación, consejos, palabras de ánimo, confianza y respeto; en gran parte este trabajo es en honor a su grandiosa labor ya que sin su colaboración hubiera sido un camino más difícil de recorrer.

*Gracias*

“LA INTELIGENCIA CONSISTE NO SOLO  
EN EL CONOCIMIENTO, SINO TAMBIÉN EN  
LA DESTREZA DE APLICAR LOS  
CONOCIMIENTOS EN LA PRÁCTICA”

ARISTÓTELES

## **RESUMEN**

### **Diseño y construcción del laboratorio de Medición del Trabajo para la Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead Tunja**

Mediante el diseño de 2 guías para el desarrollo de componentes prácticos de la asignatura de medición del trabajo y el prototipo de una banda transportadora, el proyecto se enmarca en el mejoramiento de las prácticas de laboratorio para el programa de ingeniería industrial, para tal hecho se diseñó y recreó el prototipo de una banda transportadora semi automatizada con el fin de que los estudiantes tuvieran la oportunidad de dar uso a las 2 guías propuestas para tal efecto, para validar la hipótesis planteada se implementó no solo la revisión de fuentes secundarias sino también de fuentes primarias en este caso la encuesta aplicada a los estudiantes. Los resultados demostraron la percepción de los estudiantes frente a la necesidad de implementación de laboratorios no solo del área foco de estudio de esta investigación sino de otras que aportan gran conocimiento profesional y específico a un profesional de ingeniería industrial. La visión compleja de este sistema radica en las capacidades que pueda llegar a obtener un estudiante mediante este sistema, es decir, el mejoramiento en las competencias profesionales mediante la creación del laboratorio de medición del trabajo.

## Tabla de Contenido

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	10
<b>1. RECONOCIMIENTO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Hipótesis y Variables .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>18</b>
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1. Medición del Trabajo:.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2. Normas de Tiempo Predeterminado (NTPD): .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1. Las Bandas Transportadoras .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2. Micromovimientos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3. MTM .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4. Tiempo improductivo.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.5. Contenido básico de trabajo .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.6. TMU.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.7. Técnica MOST .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.8. Prototipo.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3. Referencias.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1. MARCO LEGAL.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. MARCO GEOGRÁFICO .....</b>	<b>25</b>
<b>3. ESTRUCTURA METODOLOGICA.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Diseño de la encuesta.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. Trabajo de Campo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. Guías .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4. Prototipo.....</b>	<b>28</b>

3.5.	Automatización.....	28
3.6.	Clasificación y análisis de la información.....	28
4.	RESULTADOS.....	29
5.	Análisis de los Resultados.....	38
5.1.1.	Preguntas para el sesgamiento.....	38
5.1.2.	Preguntas.....	38
5.2.	Prototipo:.....	39
5.2.1.	Medidas:.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.	Forma:.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.3.	Funcionamiento:.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.3.1.	Motores:.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.3.2.	Automatización:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.	PRODUCTOS.....	40
6.1.	Guías:.....	40
6.2.	Prototipo:.....	56
6.2.1.	Banda:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.2.	Rodillos:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.3.	Soportes:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.4.	Motores:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.5.	Adaptador:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.6.	Estructura:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.7.	Sistema de Guías:.....	¡Error! Marcador no definido.
6.3.	Programa (Automatización Zelio Soft 2):.....	¡Error! Marcador no definido.
6.4.	Manual del prototipo:.....	59
7.1.	CONCLUSIONES.....	60
7.2.	RECOMENDACIONES.....	61
8.	APÉNDICES ANEXOS.....	62
	BIBLIOGRAFÍA.....	77



## TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
<i>Ilustración 1: Diagrama de una banda transportadora .....</i>	20
<i>Ilustración 2: Ubicación satelital de la UNAD Cead Tunja .....</i>	26
<i>Ilustración 3: Pregunta 1 Sesgada- ¿Usted ha visto el curso de Medición del Trabajo? .....</i>	29
<i>Ilustración 4: Pregunta 2 Sesgada - ¿Usted tiene experiencia laboral en el area de Medición del Trabajo?....</i>	30
<i>Ilustración 5: Pregunta 1 - ¿Cree usted que es necesario implementar laboratorio sobre la asignatura de Medición del Trabajo?.....</i>	30
<i>Ilustración 6: Pregunta 2 - ¿Cree usted que al graduarse tendría los conocimientos y competencias necesarias sobre la medición del trabajo y que estos son suficientes para realizar trabajos sobre el tema? ...</i>	31
<i>Ilustración 7: Pregunta 3 - ¿Qué grado de pertinencia cree usted que tiene el implementar laboratorios para ingeniería?.....</i>	31
<i>Ilustración 8: Pregunta 4 - ¿Qué grado de pertinencia cree usted que tiene el implementar laboratorios sobre medición del trabajo?.....</i>	32
<i>Ilustración 9: Pregunta 5 - ¿Cree usted que sus competencias profesionales pueden mejorar al implementar laboratorios sobre medición del trabajo? .....</i>	33
<i>Ilustración 10: Pregunta 6 - ¿Cree usted que se deben implementar otros tipos de laboratorio para el programa de Ingeniería industrial?.....</i>	33
<i>Ilustración 11: Pregunta 7 - ¿Cree usted que los conocimientos adquiridos necesitan práctica? .....</i>	34
<i>Ilustración 12: Pregunta 8 - ¿Ha aplicado sus conocimientos sobre la medición del trabajo?.....</i>	34
<i>Ilustración 13: Pregunta 9 - ¿Ha realizado labores de medición del trabajo en su lugar de trabajo sin conocimientos sobre el tema?.....</i>	35
<i>Ilustración 14: Pregunta 10 - ¿En algún momento ha visto la necesidad de implementar conocimientos sobre la medición del trabajo en su lugar de trabajo?.....</i>	35
<i>Ilustración 15: Laboratorios Sugeridos.....</i>	37
<i>Ilustración 16: Diseño banda Transportadora - Vista lateral .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Ilustración 17: Diseño Banda Transportadora - Vista Superior .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Ilustración 18: Diseño Banda Transportadora - Vista Frontal .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Ilustración 19: Diseño Banda Transportadora - Vista Superior Final.....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Ilustración 20: Diseño Banda Transportadora - Vista Frontal Final .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Ilustración 21: Guía de Limpieza - Paso 1.....</i>	71
<i>Ilustración 22: Guía de Limpieza - Paso 2.....</i>	71
<i>Ilustración 23: Guía de Limpieza - Paso 3.....</i>	71
<i>Ilustración 24: Guía de Limpieza - Paso 4.....</i>	72
<i>Ilustración 25: Guía de Limpieza - Paso 5.....</i>	72

## LISTADO DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
<i>Tabla 1: Movimientos Therblig's</i> .....	22
<i>Tabla 2: Postulados de laboratorios de los Estudiantes</i> .....	36
<i>Tabla 3: Material de Apoyo - Guía 1</i> .....	44
<i>Tabla 4: Calificación de la Actuación</i> .....	46
<i>Tabla 5: TMU para conversiones en Tiempos estándar</i> .....	48
<i>Tabla 6: Material de Apoyo - Guía 2</i> .....	50

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto trata sobre la construcción de un laboratorio de métodos y tiempos para el programa de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead Tunja; soportado en tecnología semi automatizada.

Se hace necesaria la construcción de un laboratorio de métodos y tiempos para el Cead Tunja como complemento a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes del programa; ya que se considera necesario fortalecer las competencias profesionales en esta importante asignatura; puesto que el curso de medición del trabajo no cuenta con los recursos didácticos suficientes para la aplicación y práctica de ciertas técnicas empleadas en la optimización de sistemas productivos.

Mediante verificación del estado del arte se logró establecer que los estudiantes encuestados manifestaron la importancia del aprendizaje práctico y una oportunidad de mejora para el programa ya que al contar con este tipo de elementos didácticos se puede fortalecer el tema de competencias en la toma de métodos y estudio de trabajo.

Dentro de los resultados esperados con este proyecto se puede mencionar que el Cead contará con su propio laboratorio de tiempos y movimientos soportado en guías de trabajo para su uso, mantenimiento y manipulación por parte de los estudiantes. Es de denotar que este proyecto busca el desarrollo de actividades prácticas mas no tiene fines lucrativos para el Cead.

## 1. RECONOCIMIENTO

Actualmente la Universidad presenta una carencia de elementos e instrumentos que permiten desarrollar componentes prácticos para las áreas de estudio del trabajo en el Cead Tunja debido a la ausencia de laboratorios especializados para el programa de Ingeniería Industrial y en especial para el área de métodos y tiempos.

Los laboratorios existentes en el Cead Tunja en cuanto a ingeniería industrial se refiere, se concentran en las áreas de Física, química, procesos químicos e industriales, higiene industrial y energía eólica, lo cual pese a que son de gran calidad y usabilidad no abarcan las competencias suficientes para un futuro profesional en áreas de producción, calidad y logística entre otras.

Los fundamentos teóricos interno para el desarrollo de este proyecto serán tomados en su mayoría de los suministrados por la misma universidad y sus referencias bibliográficas más adelante citadas, teniendo como base el Cead Tunja, los estados actuales de estos laboratorios, su manejo, capacidad y planes de mejoramientos del mismo.

Actualmente en la zona pertenecen 733 estudiantes de entre los cuales al Cead Tunja pertenecen 156 de ingeniería industrial, 32 de Tecnología en logística industrial y 6 de Tecnología industrial y un total de 138 egresados de en total, esto denota que el número de estudiantes que puede acceder a este laboratorio es una cantidad significativa y que podrían mejorar sus competencias.

No se realiza un estudio técnico para la venta de este laboratorio ya que su fin es netamente académico, denotando que para el asesoramiento de empresas se requiere de la certificación, todo esto soportado en la necesidad interna del programa de ingeniería industrial para contar con este tipo de herramientas que buscan el fortalecimientos de las competencias profesionales de los estudiantes y de prácticas para el programa.

### 1.1. Hipótesis y Variables

La hipótesis planteada para este proyecto trata sobre si es posible mejorar las condiciones prácticas para el programa de ingeniería industrial mediante el diseño y creación de un laboratorio para métodos y tiempos en la UNAD Cead Tunja.

Las variables a tener en cuenta sobre este proyecto son las siguientes:

- ❖ Encuesta aplicada.
- ❖ Calidad en los productos (guías y prototipo).
- ❖ Financiación del proyecto.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la Universidad Nacional abierta y a Distancia Cead Tunja no cuenta el desarrollo de un área de prácticas para el programa de ingeniería industrial en relación con la asignatura de estudio de métodos, tiempos y movimientos; lo cual permite inferir una necesidad insatisfecha y una oportunidad de mejora puesto que cuando se requiere efectuar prácticas al respecto no es fácil encontrar un lugar donde aprender y fortalecer los contenidos del módulo actual del curso. Las necesidades de las empresas y la incorporación de nuevos adelantos tecnológicos en materias primas, ensambles y demás actividades fabriles hacen necesario que el estudiante se prepare de forma adecuada para afrontar dichos retos.

Según la encuesta nacional realizada por el Ministerio de Educación<sup>1</sup> una de las principales dificultades a la hora de ubicarse laboralmente se fundamenta en la deficiencia de competencias requeridas con un 12,4% ubicándose en la 4ta posición en este aspecto. También se observa que un 23,4% de graduados egresados en área de conocimiento de Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines en donde la Ingeniería Industrial tiene una cantidad de 62.269 egresados de un total de 382.146 egresados del área; denotando así la ubicación de un segundo puesto luego de la ingeniería de sistemas y telemática con 108.784 graduados, mostrando que la preparación práctica que pueda tener un estudiante en su formación académica es de vital importancia para mejorar las posibilidades de ingresar a un trabajo y mantenerse en él.

Teniendo las condiciones actuales encontradas en la Universidad y vista la necesidad de mejorar las actividades prácticas en cursos de áreas específicas, es necesario aprovechar estas falencias para proporcionar a los estudiantes de métodos y tiempos herramientas que permitan complementar su proceso formativo, esto mediante la puesta en marcha de un laboratorio cuya misión será la implementación de áreas prácticas del estudio de medición del trabajo (métodos, tiempos, movimientos y micromovimientos), por medio inicialmente de un prototipo de una banda transportadora apoyada en guías de uso y estudio para el desarrollo de componentes prácticos. Determinada la situación el no implementar

---

<sup>1</sup> Ministerio de Educación. Observatorio Laboral para la Educación: Seguimiento a los graduados de la educación superior en los últimos 10 años, Agosto 2011 Pdf. disponible en : [http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-277950\\_presentacion\\_ministra.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-277950_presentacion_ministra.pdf)

laboratorios de ingeniería atenuaría la calidad de las competencias profesionales de los estudiantes y futuros egresados de la Universidad.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible mejorar las condiciones prácticas de los estudiantes del programa de ingeniería industrial mediante la implementación de un laboratorio de Medición del Trabajo?



#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente el programa de ingeniería industrial, ofertado en la UNAD Cead Tunja no cuenta con el componente práctico del programa de ingeniería industrial sobre medición del Trabajo, parte fundamental en el campo profesional de un ingeniero industrial. El proyecto se fundamenta en las necesidades de los estudiantes para obtener mejores condiciones de aprendizaje para cursos que son de gran relevancia en el área de ingeniería industrial como lo es el estudio de métodos y tiempos entre otros. La construcción del laboratorio permitirá manipular variables que son de vital importancia a la hora de efectuar diseños o ajustes a líneas de producción, actividades de aseguramiento de la calidad entre otras y con lo cual se espera que se adquiera la habilidad para optimizar tareas y actividades basadas en operaciones manuales, automatizadas o semiautomatizadas gracias a la manipulación de este laboratorio.

La importancia de este proyecto radica en mejorar las condiciones actuales del programa y la posibilidad de intervenir eficientemente sistemas productivos; ya que al suplir la necesidad real con la dotación del laboratorio, se facilitará el desarrollo de prácticas que contribuyan al mejoramiento de las competencias académicas y profesionales; puesto que se podrá simular de forma correcta una línea de producción adaptable a las necesidades de ciertos procesos basados en producción en serie o intermitente y condiciones que el tutor de práctica pueda llegar a sugerir. El alcance del proyecto pretende lograr el diseño y construcción del laboratorio apoyado en manual de uso, mantenimiento y guías para el desarrollo de actividades prácticas.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un laboratorio de métodos y tiempos para la Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead Tunja.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Generar diagnóstico de las necesidades de los estudiantes en relación con la pertinencia de contar con laboratorios para el programa de ingeniería industrial.

Efectuar diseño de laboratorios de ingeniería industrial basados en métodos, tiempos y movimientos.

Construir laboratorio de ingeniería industrial para el estudio de trabajo.

Diseñar manuales de operación y uso del laboratorio.

Elaborar material didáctico para la realización de prácticas en la toma de tiempos y movimientos (Guías prácticas).

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. Medición del Trabajo:

La medición del trabajo es un conjunto de sistemas y teorías que se encargan particularmente de "definir un tiempo adecuado para la ejecución de una o varias operaciones, de acuerdo con una interrelación equilibrada de sus componentes" (FLORES, 2007)<sup>2</sup>

El estudio del trabajo y sus tiempos tanto productivos como improductivos, de procesos y procedimientos productivos en una empresa ha sido estudiada desde hace muchos años, tomando como referente a Frederick W. Taylor considerado como el padre de la medición del trabajo. Dando los sistemas basados en tareas.

"La medición del trabajo y su estudio de métodos y tiempos ha dado las pautas para mejorar la relación entre humano-máquina, considerando el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procedimientos, procesos, herramientas, equipamientos, capacitación y conocimientos para manufacturar un producto" (CRIOLLO)<sup>3</sup>

#### 2.1.2. Normas de Tiempo Predeterminado (NTPD):

"Esta técnica de medición del trabajo en que se utilizan tiempos predeterminados para los movimientos humanos básicos (clasificados según su naturaleza) a fin de establecer el tiempo requerido para una tarea efectuada según una norma dada de ejecución" (SENA)<sup>4</sup>

Estas normas son dadas con el fin de estandarizar los movimientos realizados al momento de cualquier proceso en el cual se involucren procedimientos repetitivos.

Esta técnica se adapta muy bien a los procesos repetitivos como en las bandas transportadoras ya que suelen ser ciclos repetitivos en operaciones de ensamble

### 2.2. MARCO CONCEPTUAL

#### 2.2.1. Las Bandas Transportadoras

---

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Módulo de "Medición del trabajo" definición de medición del trabajo. Pág. 15

<sup>3</sup> ROBERTO GARCÍA CRIOLLO. "Estudio del trabajo" Ingeniería de métodos y medición del trabajo.

<sup>4</sup> SENA. "Normas de Tiempo Predeterminado" pdf. Pág. 3

Una banda Transportadora es una máquina de transporte de materiales, conformada principalmente por dos rodillos (uno en cada extremo de la banda), uno de los rodillos está conectado generalmente a un motoreductor o servomotor de potencia según sea requerida y el otro está sujeto a la estructura, entre estos rodillos primarios se encuentran generalmente rodillos más pequeños que cumplen funciones como: Sostenimiento de la banda, agarre y continuidad a la misma.

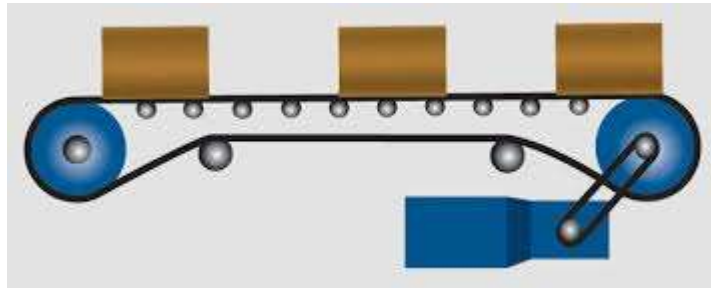


Ilustración 1: Diagrama de una banda transportadora

Fuente: Adaptado de Equipos el prado S.A. Bandas sobre rodillos.

Existen diferentes tipos de bandas transportadoras entre las cuales tenemos:

- Rectas.
- Curvas.
- Elevadas.

Como así también para diferentes operaciones como:

- Transporte de equipaje.
- Transporte de materiales.
- Transporte de productos.
- Automatización postal.

El tipo de material utilizado en la correa transportadora, varía según las necesidades de los materiales a transportar o el proceso a realizar.

La necesidad de mejorar la velocidad con la que se transportaban los materiales y productos terminados ha sido uno de los problemas de mayor angustia dentro de mucho tiempo, gracias a la banda transportadora se dio solución a esto llevando la producción a un nivel en donde se pueden tener altos estándares no solo de tiempo sino de calidad y organización.

Las bandas transportadoras son utilizadas en el transporte ligero y pesado, ya sea en el transporte de materiales como carbón o piedra como los productos terminados como en el caso de las embotelladoras en donde casi todo el proceso se realiza mediante el uso de las bandas.

La historia de estas bandas es remontada a los años 1795 utilizados en el transporte de materiales mineros como carbón y piedra; estas bandas eran instaladas en terrenos planos y en cortas distancias debido a las complejidades que se tenían para dar impulso a la banda, estos inconvenientes fueron los que dieron el incentivo necesario a los ingenieros para poder mejorar esta útil herramienta y convertirla en un medio rápido, económico y seguro método de transporte de productos que no afecta la calidad del mismo.

Los pioneros de las bandas transportadoras fueron H.C. Frick conocido por ser "el hombre más odiado de América" por su actitud frente a los trabajadores y sus huelgas, quien demostró los primeros pasos de la medición del trabajo al eliminar los trabajadores que considero "innecesarios" y que no ocasionaban ninguna ganancia para su compañía y quien obtuvo el recorrido de 8 km de una banda transportadora mostrando la practicidad de las bandas.

Viendo esto en 1913, "Henry Ford"<sup>5</sup> implementó estos sistemas de bandas a las líneas de producción en su compañía "Ford Motor Company" quién añadiendo sus conocimientos sobre la medición del trabajo logró no solo mejorar la producción de su compañía sino dejando una gran huella en la historia y en la manera de abordar las necesidades de las líneas de producción y sus métodos para la medición del trabajo.

### **2.2.2. Micromovimientos**

Esta técnica conocida también como "cinematográfica, creada por Frank Gilbreth" (FLORES, 2007)<sup>6</sup> y su esposa quienes también crearon técnicas de análisis ciclográfico y cronociclográfico para estudiar las trayectorias de los movimientos efectuados por un operario.

Los micromovimientos son utilizados mayormente en la industria, para el estudio del trabajo pero no se limita a esto.

---

<sup>5</sup> HENRY FORD. Fundador de la "Ford Motor Company" 16 de Junio de 1903.

<sup>6</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Módulo de "Medición del trabajo" Técnica cinematográfica. 2007. Pág. 41

Cabe resaltar que dentro del estudio de movimientos se resaltan 17 de estos y fueron llamados "THERBLIG'S", los cuales están identificados con un símbolo gráfico, un color y una letra o sigla, a continuación la tabla de estos:

Tabla 1: Movimientos Therblig's

THERBLIG'S	SIGLA O LETRA	COLOR
Buscar	B	Negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o asir	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín
Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado
Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	DE	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

**Fuente: Adaptado de Módulo de Medición del Trabajo: Sepúlveda Florez, UNAD. 2007**

### 2.2.3. MTM

Como su nombre lo indica el procedimiento de Medición de Tiempos Métodos, establece subdivisiones de las principales categorías de movimientos, elaborando definiciones y reglas de operación especiales para respetar las jerarquías, dando valores de tiempo para los movimientos fundamentales:

- Alcanzar.
- Mover.
- Girar.
- Asir (Tomar con la mano)
- Colocar en posición.
- Desembonar.
- Soltar.

“El MTM se define como un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método con base en los movimientos básicos necesarios para ejecutarlos, asignando a cada movimiento un tiempo predeterminado que se define por la índole del movimiento y las condiciones en que se efectúan” (CRIOLLO)<sup>7</sup>

#### **2.2.4. Tiempo improductivo**

Definido como aquellos tiempos “muertos” que ocasionan la inactividad en las operaciones, como falta de materiales, falta de equipos o no funcionamiento adecuado de los mismos, etc.

#### **2.2.5. Contenido básico de trabajo**

Es el tiempo básico necesario y requerido para poder obtener una unidad de producción, dado que es un tiempo teórico mínimo es un tiempo que no se puede reducir.

#### **2.2.6. TMU (FLORES, 2007)**

Es la unidad de tiempo creada para facilitar los cálculos y de esa manera la toma de tiempos, su denominación es la siguiente:

1 TMU → 0,00001 horas

1 TMU → 0,0006 minutos

1 TMU → 0,036 segundos

1 TMU → 36 milisegundos

1 Hora → 100.000 TMU

1 Minuto → 1.667 TMU

1 Segundo → 27,8 TMU

#### **2.2.7. Técnica MOST (CRIOLLO)<sup>8</sup>**

Esta técnica se utiliza básicamente cuando se quiere saber el tiempo requerido para cumplir el planeamiento, determinar la calidad de la ejecución y establecer los costos. Por ejemplo en una empresa que quiera fabricar un nuevo producto

---

<sup>7</sup> ROBERTO GARCÍA CRIOLLO. “Sistema MTM” Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Pág. 302

<sup>8</sup> ROBERTO GARCÍA CRIOLLO. “Estudio del trabajo” Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Pág. 368

con el uso de un sistema y tiempos de movimientos predeterminados, se podrían llevar a cabo los procesos de planeamiento y determinación del presupuesto.

Con esta técnica se utilizan tres tipos de secuencias de actividad que son fundamentales para medir el trabajo manual, más un cuarto tipo para medir los movimientos de objetos con grúas manuales, estos tipos de secuencia son:

- a) La secuencia de mover general (para movimiento espacial de un objeto que este libremente por el aire)
- b) La secuencia de mover controlado (para el movimiento de un objeto cuando queda en contacto con una superficie o se junta a otro objeto durante el movimiento)
- c) La secuencia de utilización de herramientas (para el uso de herramientas manuales comunes)

### **2.2.8. Prototipo**

Un prototipo es un ejemplar referido a una máquina u artefacto (en este caso una banda transportadora) de prueba en tamaño relativamente inferior, diseñado con el fin de poder simular operaciones que son de utilización real en la máquina objeto; esto realizado con el fin de poder probar hipótesis antes de que la máquina entre en producción, mediante un prototipo se pueden perfeccionar lo que con una máquina construida en tamaño real sería muy costoso.

## **2.3. Referencias**

### **2.3.1. MARCO LEGAL**

Como guía para el desarrollo de este proyecto se tendrá en cuenta las siguientes normas técnicas colombianas:

- NTC 1486 (Certificación, 2008)<sup>9</sup>: En esta norma se consideran los requisitos para la presentación de un trabajo escrito, con el fin de orientar al estudiante, docente e investigador en su elaboración. No se enfatiza en los aspectos metodológicos de la investigación, sino en los aspectos formales de presentación.
- NTC 5613 (Certificación I. c., 2008)<sup>10</sup>: Esta norma especifica los elementos y su orden en las referencias bibliográficas de las fuentes

---

<sup>9</sup> Norma Técnica Colombia "NTC 1486". Trabajos de Grado.

<sup>10</sup> Norma Técnica Colombia "NTC 5613". Referencias Bibliográficas: Contenido, forma y estructura



consultadas para la elaboración de documentos: publicaciones monográficas y en serie, capítulos de libros, artículos, videos, discos compactos, normas técnicas y legales, grabaciones sonoras, programa de radio y televisión, material gráfico, patentes, citas bibliográficas, documento de archivo y comunicaciones personales, entre otros. Así mismo, establece las convenciones para la transcripción y presentación de la información que se deriva de la publicación fuente.

- NTC 4490 (Certificación I. C., NTC- 4490)<sup>11</sup>: Esta norma especifica los elementos que se han de incluir en las referencias de los documentos electrónicos. La norma establece un orden prescrito para los elementos de la referencia y establece convenciones para la transcripción y presentación de información derivada del documento electrónico fuente.

## **2.4. MARCO GEOGRÁFICO**

La ubicación para la implementación del proyecto es la ciudad de Tunja, con localización exacta en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, lugar en el cual será enfatizado el posicionamiento de la banda transportadora mediante la cual se realizarán estudios.

De igual manera el impacto se tendrá a nivel nacional en donde los futuros ingenieros de la ciudad laboren, pero enfáticamente se pretende que tenga un mayor impacto en la región boyacense ya que es aquí en donde se realizarán los estudios metodológicos de la banda transportadora y sus guías sobre la medición del trabajo.

- Ubicación: La Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD" Cead Tunja, se encuentra en el occidente de la ciudad de Tunja en la

---

<sup>11</sup> Norma Técnica Colombia "NTC 4490". Referencias Documentales para fuentes de información electrónicas



Ilustración 2: Ubicación satelital de la UNAD Cead Tunja

Fuente: [http://www.guiarte.com/mapas-destinos/satelite\\_poblacion\\_tunja.html](http://www.guiarte.com/mapas-destinos/satelite_poblacion_tunja.html)

### 3. ESTRUCTURA METODOLOGICA

Se tiene como objetivo el mejoramiento de las condiciones actuales y a futuro de los futuros profesionales de la ingeniería industrial de la UNAD Cead Tunja, desde el desarrollo de actividades prácticas dentro de la asignatura de medición del trabajo. El problema planteado brinda la opción de mostrar la creatividad y disponibilidad de los recursos humanos, tecnológicos y conocimientos que se puedan otorgar como un avance progresivo y estructurado a la UNAD, se considera la línea de investigación de "Diseño y Gestión de Redes y Suministros" dado que se estima que en el estudio del trabajo es un parámetro admisible esta temática. Para este proyecto no se necesita un método como tal; ya que la construcción del laboratorio y la creación de material didáctico conlleva a su implementación y uso de forma sencilla dentro de la rigurosidad que demandan las líneas de investigación del programa; por otra parte si se habla de un método sistemático para obtener la información necesaria en la implementación de este proyecto se determinaría así el uso del "Método científico" (AVENDAÑO, 2009)<sup>12</sup>.

La encuesta a aplicar será de gran ayuda para medir el grado de percepción de los estudiantes frente a la situación actual de los laboratorios y de sus propias experiencias frente a la calidad educativa y sus competencias

<sup>12</sup> MARIA LUISA PALERMO AVENDAÑO. "Módulo de Metodología de la Investigación". Método Científico. pág. 7

profesionales desde la base de la asignatura de medición del trabajo. Este proyecto tiene como función un enfoque de mejoramiento continuo en cuanto a las competencias profesionales de los estudiantes y del mejoramiento continuo de la Universidad.

### **3.1. Diseño de la encuesta**

La encuesta se diseñó y formuló a partir de los parámetros de una aceptación e implementación de laboratorios en la UNAD Cead Tunja sesgando las preguntas con el fin de poder tener la visión no solo de los estudiantes que habían visto la asignatura de medición del trabajo sino también los que no la han visto, esto con el fin de tener una clara concepción de los estudiantes frente a la situación actual de los laboratorios y de sus propias experiencias frente a la calidad universitaria y sus competencias profesionales a aplicar en el futuro.

Este proyecto tiene como función un enfoque de mejoramiento continuo en cuanto a las competencias profesionales de los estudiantes así como también del mejoramiento continuo de la Universidad, es por eso, que el diseño de la encuesta fue validado por el asesor de tesis perfilando las preguntas a la solución de incógnitas sobre los laboratorios y su influencia sobre los estudiantes con y sin trabajo y/o experiencia en este campo.

### **3.2. Trabajo de Campo**

La aplicación de la encuesta semi-estructurada con preguntas cerradas fue aplicada a los estudiantes de la UNAD Cead Tunja en el mismo Cead, esto dado que se realizó una entrevista por medio del correo electrónico pero no tuvo la aceptación esperada dado el bajo nivel de encuestas respondidas.

### **3.3. Guías**

Para el diseño de las guías fue necesario remitirse al módulo de Medición del Trabajo para de esa manera poder abarcar los conocimientos necesarios sin interferir con el estándar dado por la universidad.

El nivel de cada guía fue identificado por los niveles del módulo, es decir, a medida que se avanza en el módulo se puede avanzar en el laboratorio. Estas guías pretender otorgar situaciones que puedan ocurrir en tiempo real, esto con el fin de tener la practicidad al momento de tener la oportunidad.

### **3.4. Prototipo**

Este prototipo forma una línea de trabajo consecutiva, el diseño de este prototipo se definió con el fin de cumplir las necesidades de las guías y que presten el servicio a los estudiantes que la necesiten.

El prototipo consta de 2 motores que dan la fuerza necesaria para que la banda pueda mover los materiales de la práctica para realizar las operaciones solicitadas en las guías. El prototipo sustenta innovación en cuanto a su utilización; pretendido así con el fin de obtener mejoras en cuanto al nivel frente a otras instituciones de educación superior.

### **3.5. Automatización**

El sistema creado cumple con la función de poder realizar paradas de emergencia esto mediante un apagador tipo palanca, lo cual resulta muy útil con el fin de simular daños que podrían llegar a ocurrir en momentos de trabajo, simplificando como tiempos muertos, improductivos y demás; así como también sirve en dado caso de presentar verdaderos inconvenientes como atascamientos de material.

Para el manejo de la banda transportadora se implementó un control de velocidad mediante un adaptador de voltaje el cual funciona dependiendo de la velocidad solicitada para la práctica o las necesidades que se tengan sobre el mismo.

### **3.6. Clasificación y análisis de la información**

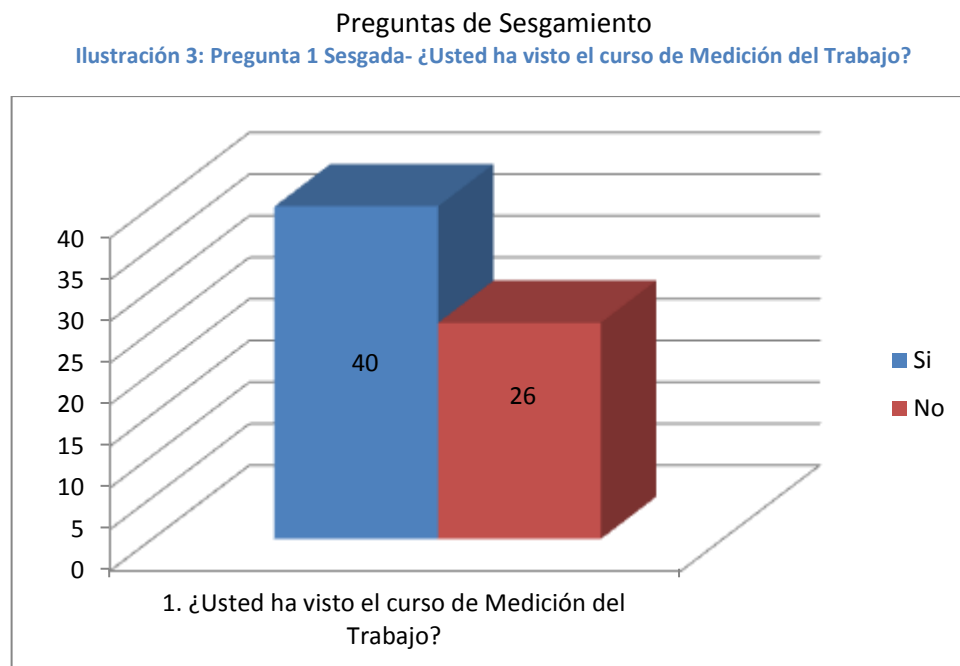
Con el fin de tener una clara idea sobre lo que los estudiantes creen necesitar se encuestaron estudiantes al azar del programa de ingeniería industrial, posteriormente se realizó la revisión, tabulación y análisis de los datos recolectados.

Teniendo la información analizada se procedió con la elaboración de las conclusiones y recomendaciones a seguir, esto con el fin de seguir con el estudio de laboratorios en la UNAD Cead Tunja.

## 4. RESULTADOS

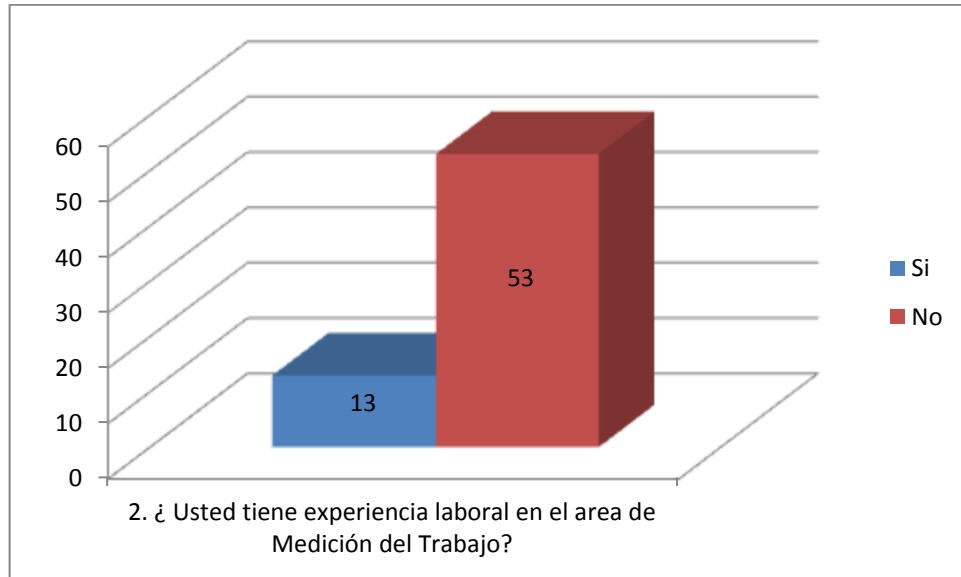
### 4.1. Encuesta

La encuesta arrojó los siguientes resultados por pregunta:



Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

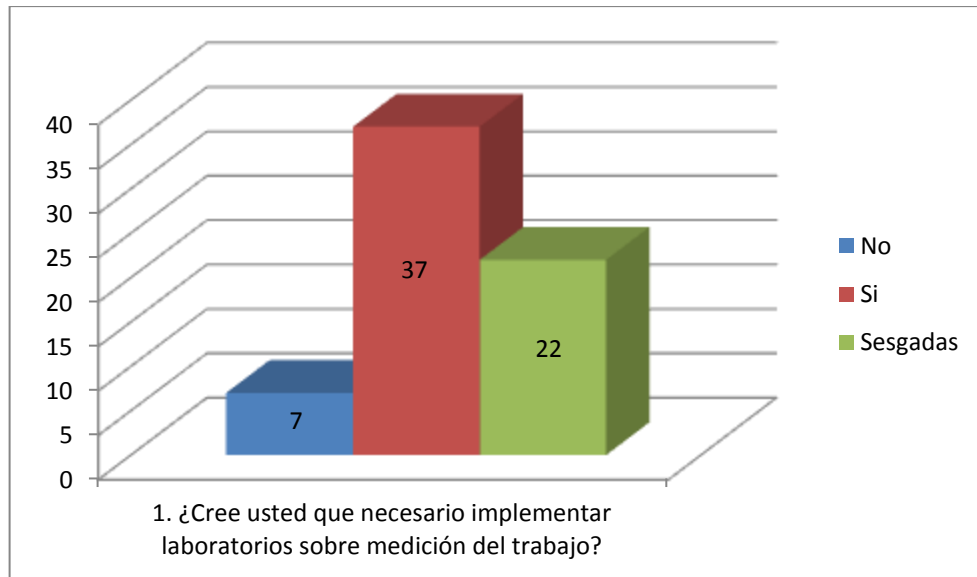
Ilustración 4: Pregunta 2 Sesgada - ¿Usted tiene experiencia laboral en el área de Medición del Trabajo?



Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

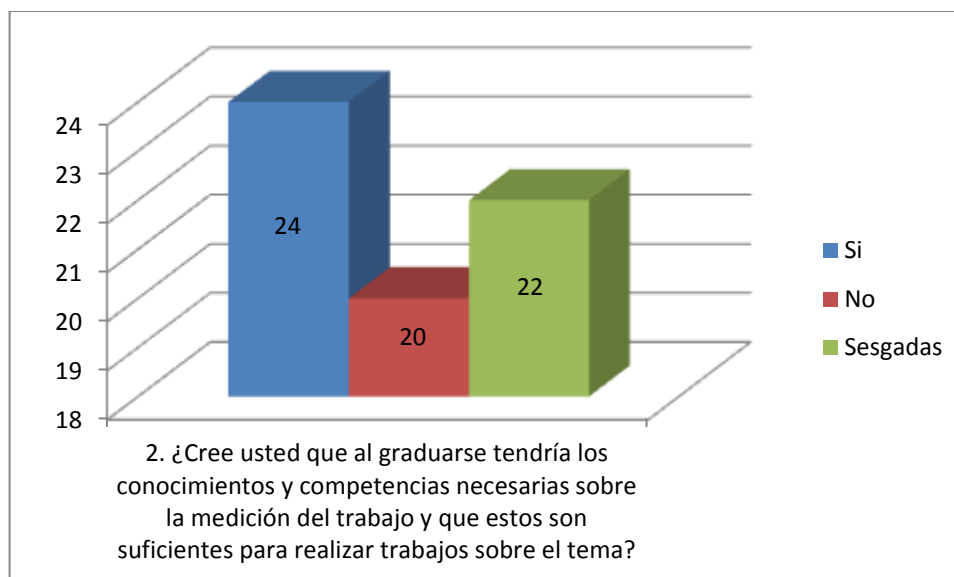
#### Preguntas

Ilustración 5: Pregunta 1 - ¿Cree usted que es necesario implementar laboratorio sobre la asignatura de Medición del Trabajo?



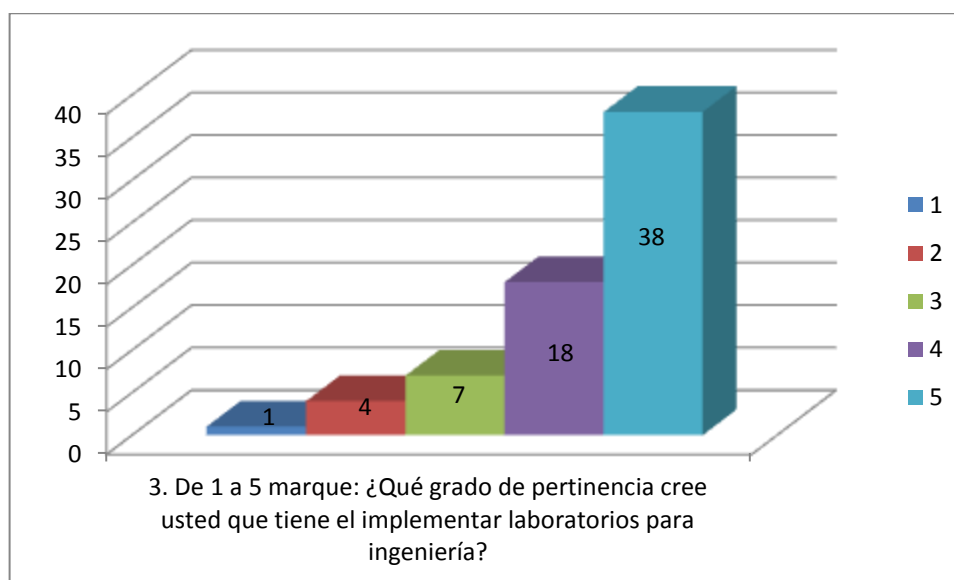
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 6: Pregunta 2 - ¿Cree usted que al graduarse tendría los conocimientos y competencias necesarias sobre la medición del trabajo y que estos son suficientes para realizar trabajos sobre el tema?



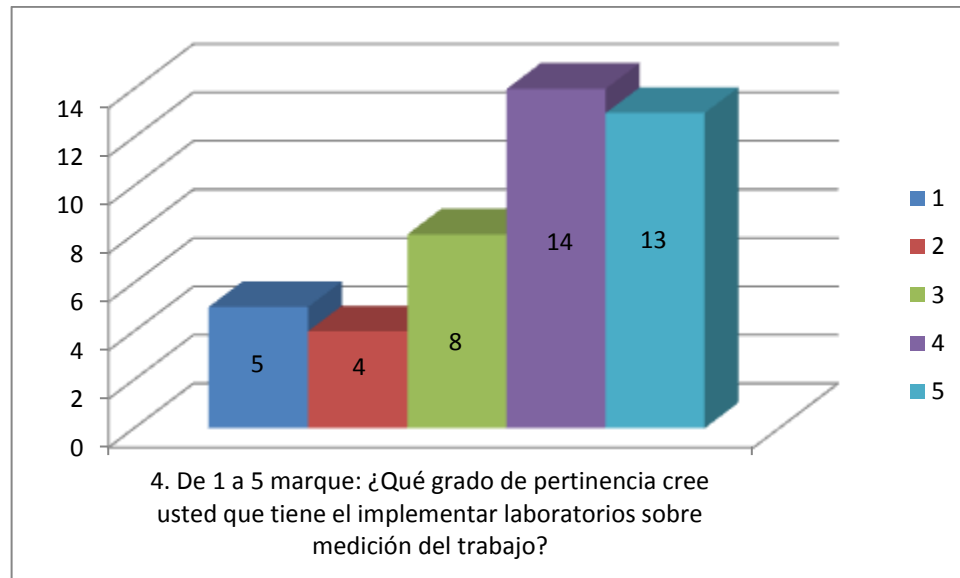
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 7: Pregunta 3 - ¿Qué grado de pertinencia cree usted que tiene el implementar laboratorios para ingeniería?



Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 8: Pregunta 4 - ¿Qué grado de pertinencia cree usted que tiene el implementar laboratorios sobre medición del trabajo?



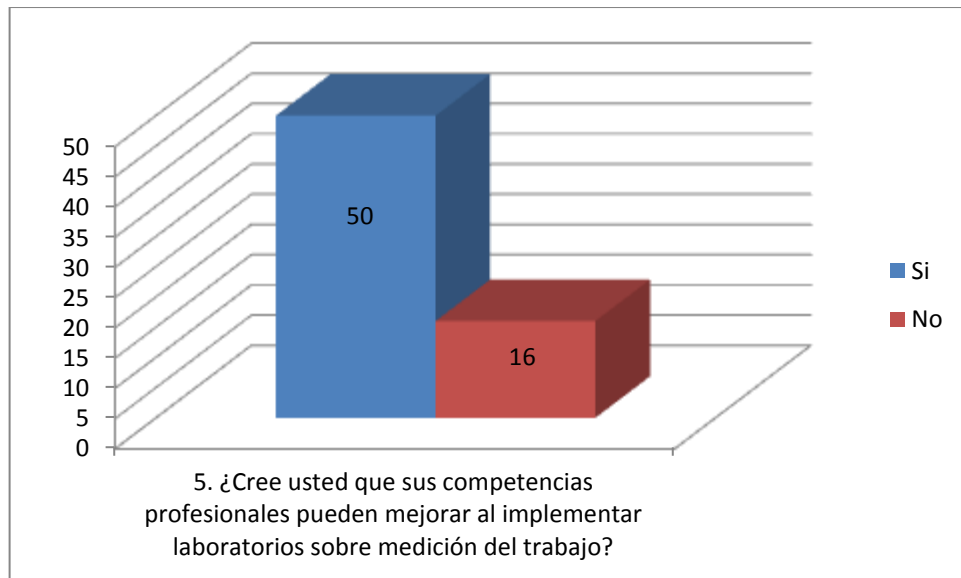
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Para la facilidad de entendimiento en el análisis de las preguntas 3 y 4 de la encuesta los niveles se caracterizan de la siguiente manera:

- ❖ Grado 1: Nulo.
- ❖ Grado 2: Bajo.
- ❖ Grado 3: Medio.
- ❖ Grado 4: Alto.
- ❖ Grado 5: Prioridad inmediata

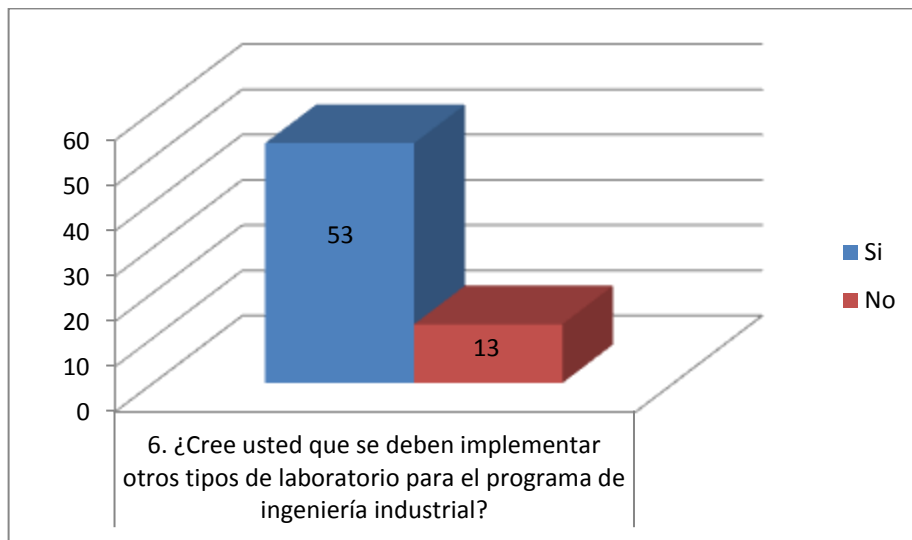


Ilustración 9: Pregunta 5 - ¿Cree usted que sus competencias profesionales pueden mejorar al implementar laboratorios sobre medición del trabajo?



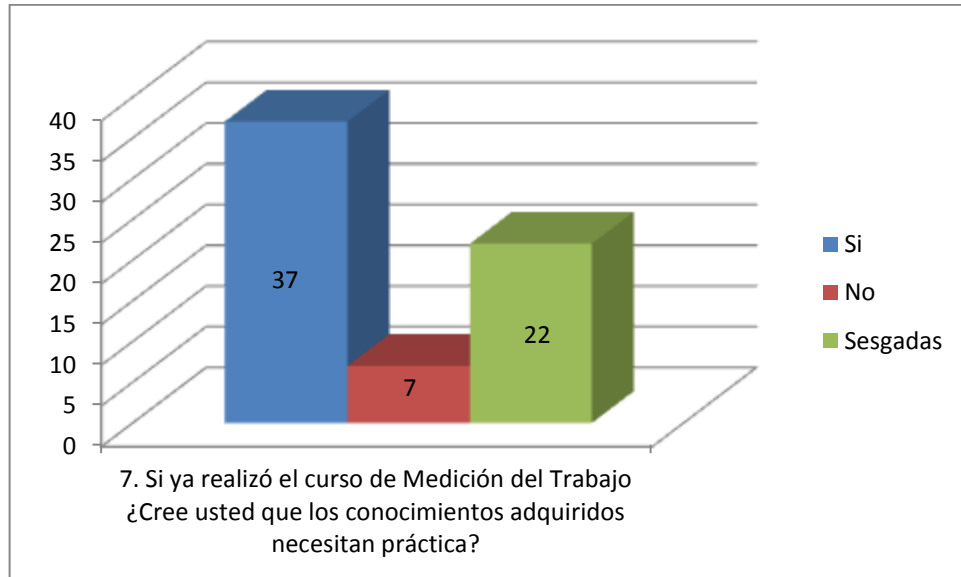
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 10: Pregunta 6 - ¿Cree usted que se deben implementar otros tipos de laboratorio para el programa de Ingeniería industrial?



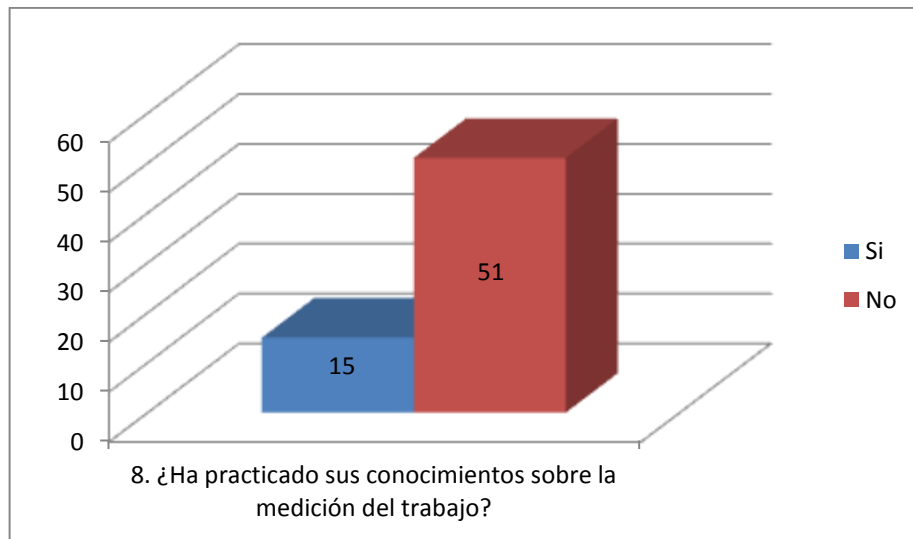
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 11: Pregunta 7 - ¿Cree usted que los conocimientos adquiridos necesitan práctica?



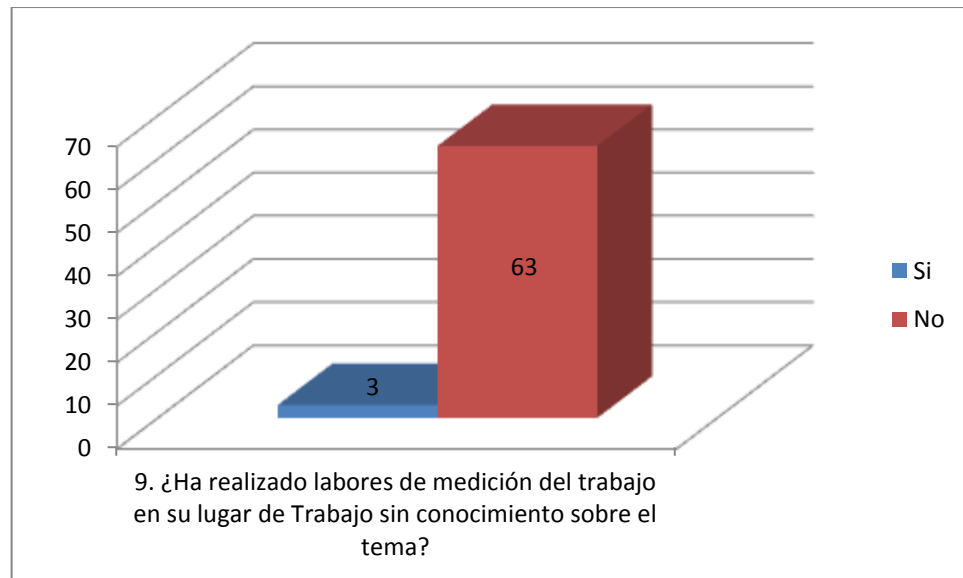
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 12: Pregunta 8 - ¿Ha aplicado sus conocimientos sobre la medición del trabajo?



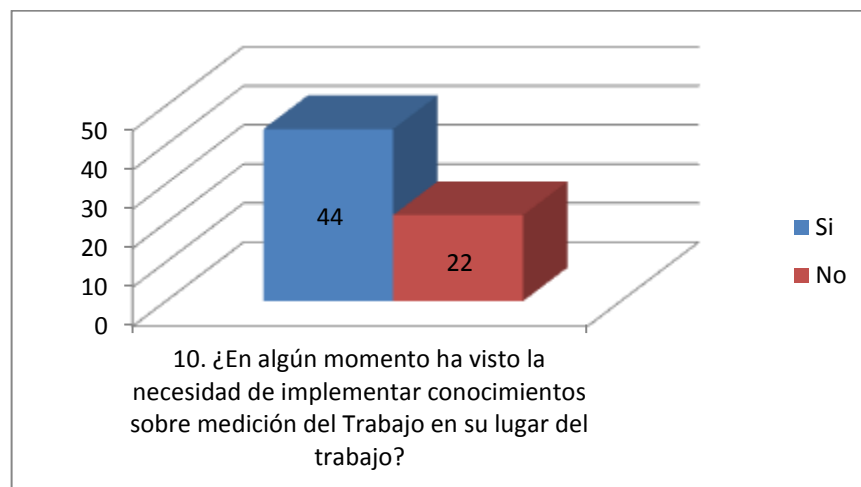
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 13: Pregunta 9 - ¿Ha realizado labores de medición del trabajo en su lugar de trabajo sin conocimientos sobre el tema?



Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 14: Pregunta 10 - ¿En algún momento ha visto la necesidad de implementar conocimientos sobre la medición del trabajo en su lugar de trabajo?



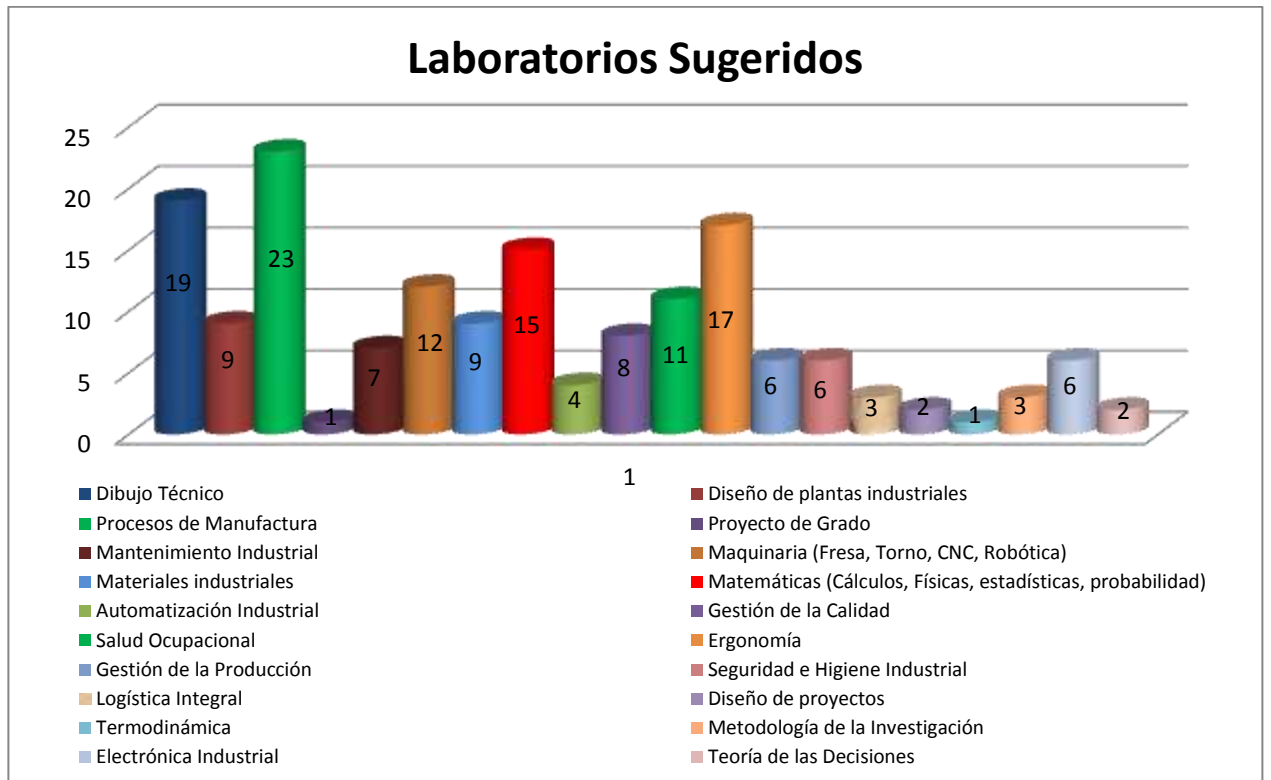
Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Tabla 2: Postulados de laboratorios de los Estudiantes

Concepto	Cantidad
Dibujo Técnico	19
Diseño de plantas industriales	9
Procesos de Manufactura	23
Proyecto de Grado	1
Mantenimiento Industrial	7
Maquinaria Computarizada (Fresa, Torno, CNC, Robótica)	12
Materiales industriales	9
Matemáticas (Cálculos, Físicas, estadísticas, probabilidad)	15
Automatización Industrial	4
Gestión de la Calidad	8
Salud Ocupacional	11
Ergonomía	17
Gestión de la Producción	6
Seguridad e Higiene Industrial	6
Logística Integral	3
Diseño de proyectos	2
Termodinámica	1
Metodología de la Investigación	3
Electrónica Industrial	6
Teoría de las Decisiones	2

Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

Ilustración 15: Laboratorios Sugeridos



Fuente: Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja. Ramírez Vargas. John. 2014

## **5. Análisis de los Resultados**

### **5.1. Análisis de la Encuesta**

#### **5.1.1. Preguntas para el sesgamiento**

El sesgamiento<sup>13</sup> permitió interpretar el problema desde dos ángulos diferentes: 1) El grupo de estudiantes que ya finalizó el curso o que lo estaba cursando, 2) El grupo de estudiantes que no ha visto el curso. En ambas opciones se tenía también la inquietud sobre la experiencia del área de medición del trabajo hallan o no aprobado el curso.

Se realizó este sesgamiento ya que en las preguntas se pretendía tener las dos partes del problema y así tener conclusiones claras sobre las opiniones de todos los estudiantes y no realizar estudios particulares.

Denotando así que 22 estudiantes contestaron NO a las dos preguntas, siendo el 33% de la población encuestada, lo que demuestra el laboratorio podría ser adoptado por bastantes estudiantes y que podría llegar a tener un gran impacto.

#### **5.1.2. Preguntas**

Las respuestas revelan que hay un 41% de estudiantes que manifiestan un grado de pertinencia 4-5 (Alto-Prioridad Inmediata), que en pocas denotan la necesidad de prácticas en el área específica de medición del trabajo en comparación con otras áreas.

La encuesta arrojó datos sobre la necesidad que tienen los estudiantes sobre la implementación de laboratorios no solo de Medición del trabajo sino de otros en general y que pueden contribuir a mejorar sus competencias profesionales que es la base de este estudio, como por ejemplo y entre las más sugeridas:

- Procesos de Manufactura.
- Dibujo Técnico.
- Ergonomía.
- Matemáticas (Cálculos, Físicas, estadísticas, probabilidad)
- Maquinaria Computarizada (Fresa, Torno, CNC, Robótica)
- Salud Ocupacional.

---

<sup>13</sup> Sesgamiento, referido a la división de opiniones con el fin de concluir las mismas

Se observó también y con preocupación que los estudiantes tienen la concepción de que sus conocimientos sobre medición del trabajo no son suficientes para realizar una labor sobre dicho tema. Este aspecto da la oportunidad de abarcar uno de los ítems más importantes de la investigación y es el de mejorar las condiciones de los mismos estudiantes en cuanto al nivel educativo y el mejoramiento de las competencias profesionales de cada uno.

Se demostró con la encuesta que aproximadamente un 67% de los estudiantes encuestados y que se encuentran laborando se han visto en la necesidad de implementar conocimientos sobre la asignatura de Medición del Trabajo.

El 84% de los estudiantes creen que los conocimientos adquiridos necesitan práctica, denotando que una de las formas más simples de mejorar es lograr tener esas prácticas a mano. Así como también este mismo 84% cree que es necesario implementar también laboratorios sobre otros cursos.

## **5.2. Objetivos e hipótesis:**

La hipótesis se desarrolló eficazmente dado que mediante el abordaje y solución de cada uno de los objetivos del proyecto se proporcionaron los mecanismos y herramientas adecuados para el mejoramiento de las condiciones prácticas de los estudiantes de ingeniería industrial, motivo el cual, se demostró mediante la encuesta es de gran preocupación para los estudiantes la escasez de prácticas de laboratorio en áreas de gran relevancia para el programa de ingeniería industrial.

## **5.3. Prototipo:**

Los resultados de la creación del prototipo se pueden calificar como satisfactorios por diferentes motivos, entre los que se denotan:

- Dada la utilización de materiales reciclables los costos de fabricación del prototipo se disminuyeron significativamente, pasando de \$1'500.000 a \$130.000 denotando una reducción del 91.3%.
- No se tuvieron imprevistos ni contratiempos, eliminando así el valor de \$500.000, aunque se tuvieron gastos de internet, transportes, insumos de papelería y servicio de luz con valor de \$230.000
- En consecuencia el presupuesto inicial de \$2'230.000 paso a \$360.000, lo cual presenta una reducción del 83,86% o \$1'870.000.
- En tanto al diseño se pudo adaptar a las necesidades y existencias en la medida de que los materiales para su construcción se encontraran.
- El prototipo funciona satisfactoriamente y como se esperaba.

## 6. PRODUCTOS

### 6.1. Guías:

#### Guía Práctica N°1

Carrera	Periodo Académico	Clave Asignatura	Nombre de la Asignatura
Ingeniería Industrial	2015-1	302570	Medición del Trabajo

Práctica N°	Laboratorio de:	Tiempos por Cronómetro	Duración (Horas)
1	Nombre de la práctica	Tiempos y ritmo de Trabajo	3

Elaboró:	Revisó:
John Alexander Ramírez Vargas	Carlos Jofred Robayo Berrio
Estudiante	Ingeniero Industrial

#### Temáticas que se revisarán:

Contenidos Requeridos y complementarios estudiados con anterioridad como es el caso de Tiempos y ritmo de trabajo.

#### Objetivo:

Aplicar los conocimientos previamente adquiridos sobre el sistema de tiempos por cronómetro y ritmo de trabajo, aplicando y determinando su importancia y relevancia en los trabajos de campo.

#### Fundamentación Teórica:



Un estudio de tiempos por cronómetro se lleva a cabo cuando: Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.

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

Pasos para su realización (FLORES, 2007)<sup>14</sup>:

1. Preparación:
  - 1.1. Se selecciona la operación.
  - 1.2. Se selecciona al trabajador.
  - 1.3. Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
  - 1.4. Se establece una actitud frente al trabajador.
2. Ejecución:
  - 2.1. Se obtiene y registra la información.
  - 2.2. Se descompone la tarea en elementos.
  - 2.3. Se cronometra.
  - 2.4. Se calcula el tiempo observado.
3. Valoración:
  - 3.1. Se valora el ritmo normal del trabajador promedio
  - 3.2. Se aplican las técnicas de valoración.
  - 3.3. Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.
4. Suplementos:
  - 4.1. Análisis de demoras.
  - 4.2. Estudio de fatiga.
  - 4.3. Cálculo de suplementos y sus tolerancias.
5. Tiempo estándar:
  - 5.1. Error de tiempo estándar.
  - 5.2. Cálculo de frecuencia de los elementos.
  - 5.3. Determinación de tiempos de interferencia
  - 5.4. Cálculo de tiempo estándar.

### **Procedimiento:**

---

<sup>14</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Módulo de "Medición del trabajo" Estudio de tiempos con cronómetro. 103 p.

Simular las líneas de producción de selección y empackado de una empresa productora de tornillos, tuercas y guasas.

Para el correcto procedimiento se debe realizar los pasos del apartado "**Desarrollo**".

**Equipo:**

- Banda Transportadora

**Materiales:**

- Tornillos, tuercas y guasas de 2, 3 y 4 pulgadas.
- Bolsas para empackar.
- Cronómetro.

**Desarrollo:**

1. Se realizan 3 grupos de trabajo de igual cantidad de estudiantes.
2. Se procede a identificar las piezas a trabajar (Tornillos, tuercas y guasas)
3. Se establece el método de trabajo (El método de Trabajo elegido influye en la toma de tiempos por ende se recomienda uno que implique la menor cantidad de movimientos posibles)
4. Se asignan 6 estudiantes para trabajar la banda (3 a cada lado de la banda)
5. Se asigna un estudiante para que suministre los materiales a los 6 "trabajadores" al inicio de la banda transportadora, de manera que la distribución de los materiales (Tornillos, tuercas y guasas) sea aleatoria y los estudiantes puedan realizar el proceso de selección de su material asignado.
6. Una vez asegurada y balanceada la línea de producción se procede a la toma de tiempos de la etapa de selección (En este caso se recomienda Cronometro continuo por cada estación), realizar los cálculos correspondientes.
7. Posteriormente se procede su a la etapa de empackado en cantidades iguales a sus respectivos empaques.
8. Finalmente se procede a la toma de tiempos y cálculos de la etapa de empackado (En este caso se recomienda Cronometro continuo por cada estación).

**Productos a entregar:**

De acuerdo a los estudios previos realizados a la práctica, realizar:

- Tiempo de operaciones (Contenido básico de Trabajo, contenido de trabajo suplementario y tiempo improductivo) de las etapas de selección y empacado por separado
- Calcular los tiempos: Estándar, real y normal. Para ambas etapas.
- Desarrollar la técnica de Calificación de la actuación.
- Calcular la fatiga en los trabajadores.
- Por medio del sistema "Therblig's" se realizaran los conteos de los movimientos básicos, la cadencia de los mismos, el promedio; realizando especial énfasis en los micromovimientos observados en la realización de la práctica.
- Diagrama de flujo del proceso para ambas etapas.
- Cursogramas (sinóptico del proceso y analítico del operario).
- Gráfico de Trayectoria.
- Balanceo de línea de ensamble (Elemento de trabajo, operación, puesto o estación de trabajo, tiempo de ciclo y demora en balance)
- Eficiencias (Estación y línea)
- Cuadro de Therblig's utilizados junto con su color.

#### **Contenido del producto:**

- Portada
- Introducción
- Objetivo de la practica
- Desarrollo de los productos a entregar.
- Conclusiones
- Bibliografía. Formato: Arial 12, interlineado sencillo, normas APA.

#### **Bibliografía Recomendada:**

- BENJAMIN, Niebel, FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12 ed. Ed. McGraw-Hill.
- GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. McGraw-Hill. México 2005.
- SEPÚLVEDA FLOREZ, Nelson. Módulo de: Medición del Trabajo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". Bogotá D.C. 2007

#### **Material de Apoyo:**

Tabla 3: Material de Apoyo - Guía 1

<b>Tiempo de operaciones</b>	<b>Contenido Básico de Trabajo</b>	Tiempo mínimo requerido para obtener una unidad de producción. Es un tiempo teórico que no se puede reducir.
	<b>Contenido de Trabajo Suplementario</b>	Trabajos adicionales (entre ellos el reproceso, o los malos métodos), que se le suman al básico, incrementando el tiempo de fabricación.
	<b>Tiempos Improductivos</b>	Son aquellos tiempos "muertos", que ocasionan la inactividad operaria, como falta de materiales, por ejemplo.
<b>Calculo de Tiempos</b>	<b>Tiempo Estándar</b>	$Ta = (Mt)(C)$
	<b>Tiempo Real</b>	
	<b>Tiempo Normal</b>	$N = \left(\frac{K*\sigma}{e*\bar{x}}\right)^2 + 1 ; \sigma = \frac{\sum f(X_i - \bar{X})^2}{n}$
<b>Calificación de la Actuación</b>		El ritmo de trabajo es el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea.
<b>Fatiga en los Trabajadores</b>	<b>Tiempo Valorado</b>	$N = F * T$
	<b>Tiempo Actual por factor de Valoración</b>	$(F * T) - r = N$
	<b>Tiempo Valorado según número de piezas</b>	$(\sum t * F) - \sum r = n * N$
	<b>Retraso Total debido a Fatiga</b>	$R = (F * T) - (n * N)$
	<b>Tolerancia de Fatiga</b>	$\frac{[(F * T) - (n * N)] * 100}{n * N}$ <b>O simplificando la ecuación:</b> $\frac{(F * T) - 1}{n * N}$
<b>Therglig's</b>		<b>Son 17 movimientos, cada uno con su respectivo color y sigla</b>
<b>Diagrama de Flujo del proceso</b>		Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente.
<b>Cursogramas</b>	<b>Cursograma sinóptico del proceso</b>	Se anotan solo las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar el resultado, sin tener en cuenta quien las ejecuta ni donde se llevan a cabo. Para preparar ese cursograma solo se necesita los dos símbolos correspondientes a "Operación" y a "Inspección" y cuando se conoce el tiempo también se incluye.
	<b>Cursograma analítico del operario</b>	Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
		Es un cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de los trabajadores, materiales o equipos entre cualquier número de lugares durante cualquier periodo dado de tiempo.

<b>Gráfico de Trayectoria</b>		Para su elaboración se siguen los siguientes pasos: Registrar: Se observan y anotan los desplazamientos, dentro de la misma oficina. Luego se resumen los movimientos de dos maneras, una en donde se apuntan las llegadas, y otro las salidas del mismo punto. Examinar: Con sentido crítico las observaciones registradas, y basándonos en ellas buscar la manera de ahorrar los recorridos actuales.
<b>Balaceo de línea de ensamble</b>	<b>Elemento de Trabajo</b>	Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.
	<b>Operación</b>	Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
	<b>Puesto de Trabajo</b>	Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación). Usualmente suponemos que un puesto o estación de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.
	<b>Tiempo de Ciclo</b>	Es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo.
	<b>Demora en balance</b>	Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.
<b>Eficiencias</b>	<b>Eficiencia de la estación</b>	$= \frac{\text{Suma de las duraciones de los elementos de trabajo asignados a la estación}}{\text{Tiempo de ciclo}}$
	<b>Eficiencia de la línea</b>	$= \frac{\text{Suma de las duraciones de los elementos de trabajo asignados a las estaciones}}{(\text{Tiempo de ciclo})(\text{Numero de estaciones})}$

Fuente: Información adaptada de **Módulo de Medición del Trabajo:** Sepúlveda Florez, UNAD. 2007

Tabla 4: Calificación de la Actuación

Habilidad			Esfuerzo			Descripción
A	Habilísimo	+ 0.15	A	Excesivo	+ 0.15	
B	Excelente	+ 0.10	B	Excelente	+ 0.10	
C	Bueno	+ 0.05	C	Bueno	+ 0.05	Esfuerzo: Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	
E	Regular	- 0.05	E	Regular	- 0.05	
F	Malo	- 0.10	F	Malo	- 0.10	Condiciones: Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.
G	Torpe	- 0.15	G	Torpe	- 0.15	
Condiciones			Consistencia			
A	Buena	+ 0.05	A	Buena	+ 0.05	Consistencia: Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	- 0.05	C	Mala	- 0.05	

Fuente: Adaptada de Módulo de Medición del Trabajo: Sepúlveda Florez, UNAD. 2007

## GUÍA PRÁCTICA N°2

Carrera	Periodo Académico	Clave Asignatura	Nombre de la Asignatura
Ingeniería Industrial	2015-1	302570	Medición del Trabajo

Práctica N°	Laboratorio de:	Tiempos Predeterminados	Duración (Horas)
2	Nombre de la práctica	Aplicabilidad de los sistemas predeterminados MTM y MOST	3

Elaboró:  John Alexander Ramírez Vargas	Revisó:  Carlos Jofred Robayo Berrio
Estudiante	Ingeniero Industrial

**Objetivo:**

- Aplicar los conocimientos adquiridos sobre los sistemas MTM y MOST, comprendiendo y analizando los resultados obtenidos en las mediciones realizadas.

**Fundamentación Teórica (FLORES, 2007):**

Los tiempos predeterminados son una colección de tiempos válidos asignados a movimientos y a grupos de movimientos básicos, que no pueden ser evaluados con exactitud con el procedimiento ordinario del estudio cronométrico de tiempos. Son el resultado del estudio de un gran número de muestras de operaciones diversificadas, con un dispositivo para tomar el tiempo, tal como la cámara de cine, que es capaz de medir elementos muy cortos.

El sistema MTM se define como un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método con base en los movimientos básicos necesarios para ejecutarlos, asignando a cada movimiento un tiempo tipo predeterminado, que se define por la índole del movimiento y las condiciones en que se efectúa.

El MTM reconoce ocho movimientos manuales, nueve movimientos de pie y cuerpo y dos movimientos oculares. El tiempo para realizar cada uno de ellos se ve afectado por una combinación de condiciones físicas y mentales.

**Las ventajas del MTM:**

- ⊕ El MTM elimina la necesidad de nivelar o evaluar la actuación del Trabajador.
- ⊕ El MTM obliga al Ingeniero Industrial a concentrarse más en el método que en el tiempo.
- ⊕ El MTM requiere una descripción del método mucho más exacta.
- ⊕ El MTM permite que se definan los métodos aún antes de iniciar la producción.
- ⊕ El MTM da como resultado el que los estándares entre las diferentes operaciones, departamentos y plantas sean más consistentes.
- ⊕ El MTM disminuye significativamente el uso del cronómetro.

Es de recordar que "Un buen método integra: 1. El menor número de movimientos. 2. Los movimientos menos difíciles. 3. Los movimientos de menor longitud. 4. Los patrones de movimiento más sencillos. 5. El máximo uso de los miembros del cuerpo"

Los movimientos Básicos del sistema MTM:

- Alcanzar [R]
- Girar [T]
- Coger [G]
- Posicionar [P]
- Mover [M]
- Aplicar presión [AP]
- Soltar [RL]
- Desmontar [D]

Las equivalencias del TMU para las conversiones en tiempos estándar son:

Tabla 5: TMU para conversiones en Tiempos estándar

1 TMU	0.00001 hora
1 TMU	0.0006 minuto
1 TMU	0.036 segundo
1 Hora	100000 TMU
1 Minuto	1667 TMU
1 Segundo	27.8 TMU

Fuente: Adaptada de Módulo de Medición del Trabajo: Sepúlveda Florez, UNAD. 2007

El sistema MOST es un sistema que sirve para desarrollar y establecer estándares reduciendo el tiempo del analista en su aplicación, por lo tanto ofrece una considerable reducción en costos y mejoras en áreas de trabajo.

Este sistema está basado en el principio de trabajo bajo los conceptos de Fuerza – Tiempo – Distancia, mostrando así que el tiempo es permitido solamente si el trabajo es realizado.

### **Procedimiento:**

Determinar el Tiempo total de producción (Contenido básico de Trabajo, Tiempos improductivos) en operación de producción de carritos LEGOS mediante los sistemas MTM y MOST.



**Equipo:**

- Banda Transportadora.

**Materiales:**

- LEGOS
- Cronómetro
- Contenedores

**Desarrollo:**

1. Se identificarán las partes de cada carrito LEGO y su composición estructural.
2. Se establece el método de trabajo.
3. Se asignan 3 estudiantes para simular 3 estaciones de trabajo en el prototipo.
4. Se divide en 3 partes la composición del trabajo según las instrucciones de armado así:
  - De la instrucción 1 a 4, la estación 1
  - De la instrucción 5 a 8, la estación 2
  - De la instrucción 9 a 12, la estación 3
  - El empacado del carrito en la caja junto con las instrucciones es deber de la estación 3.
5. Una vez asegurada y balanceada la línea de producción se procede a la toma de tiempos y a realizar los cálculos correspondientes mediante los sistemas MTM y MOST.

NOTA: Ya teniendo los tiempos y para poder obtener los TMU se debe de realizar la conversión según la tabla de conversión.

**Productos a entregar:**

De acuerdo a los estudios previos realizados a la práctica, realizar:

- Tiempo de operaciones (Contenido básico de Trabajo, contenido de trabajo suplementario y tiempo improductivo).
- Diagrama de flujo del proceso.
- Cursogramas (sinóptico del proceso y analítico del operario).
- Gráfico de Trayectoria.

- Balanceo de línea de ensamble (Elemento de trabajo, operación, puesto o estación de trabajo, tiempo de ciclo y demora en balance)
- Eficiencias (Estación y línea)
- Cuadro de Therblig's utilizados junto con su color.

**Contenido del producto:**

- Portada
- Introducción
- Objetivo de la practica
- Desarrollo de los productos a entregar.
- Conclusiones
- Bibliografía.
- Formato: Arial 12, interlineado sencillo, normas APA.

**Bibliografía Recomendada:**

- BENJAMIN, Niebel, FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12 ed. Ed. McGraw-Hill.
- GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. McGraw-Hill. México 2005.
- SEPÚLVEDA FLOREZ, Nelson. Módulo de: Medición del Trabajo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". Bogotá D.C. 2007

**Material de Apoyo:**

Tabla 6: Material de Apoyo - Guía 2

Tiempo de operaciones	Contenido Básico de Trabajo	Tiempo mínimo requerido para obtener una unidad de producción. Es un tiempo teórico que no se puede reducir.
	Contenido de Trabajo Suplementario	Trabajos adicionales (entre ellos el reproceso, o los malos métodos), que se le suman al básico, incrementando el tiempo de fabricación.
	Tiempos Improductivos	Son aquellos tiempos "muertos", que ocasionan la inactividad operaria, como falta de materiales, por ejemplo.
Calculo de Tiempos	Tiempo Estándar	$Ta = (Mt)(C)$
	Tiempo Real	
	Tiempo Normal	$N = \left(\frac{K*\sigma}{e*\bar{x}}\right)^2 + 1 ; \sigma = \frac{\sum f(X_i - \bar{X})^2}{n}$
		El ritmo de trabajo es el tiempo para fijar el volumen

<b>Calificación de la Actuación</b>		de trabajo de cada puesto en las empresas; determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivo. La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea.
<b>Fatiga en los Trabajadores</b>	<b>Tiempo Valorado</b>	$N = F * T$
	<b>Tiempo Actual por factor de Valoración</b>	$(F * T) - r = N$
	<b>Tiempo Valorado según número de piezas</b>	$(\sum t * F) - \sum r = n * N$
	<b>Retraso Total debido a Fatiga</b>	$R = (F * T) - (n * N)$
	<b>Tolerancia de Fatiga</b>	$\frac{[(F * T) - (n * N)] * 100}{n * N}$ O simplificando la ecuación: $\frac{(F * T) - 1}{n * N}$
<b>Therglig's</b>		<b>Son 17 movimientos, cada uno con su respectivo color y sigla</b>
<b>Diagrama de Flujo del proceso</b>		Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente.
<b>Cursogramas</b>	<b>Cursograma sinóptico del proceso</b>	Se anotan solo las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar el resultado, sin tener en cuenta quien las ejecuta ni donde se llevan a cabo. Para preparar ese cursograma solo se necesita los dos símbolos correspondientes a "Operación" y a "Inspección" y cuando se conoce el tiempo también se incluye.
	<b>Cursograma analítico del operario</b>	Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
<b>Gráfico de Trayectoria</b>		Es un cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de los trabajadores, materiales o equipos entre cualquier número de lugares durante cualquier periodo dado de tiempo. Para su elaboración se siguen los siguientes pasos: Registrar: Se observan y anotan los desplazamientos, dentro de la misma oficina. Luego se resumen los movimientos de dos maneras, una en donde se apuntan las llegadas, y otro las salidas del mismo punto. Examinar: Con sentido crítico las observaciones registradas, y basándonos en ellas buscar la manera de ahorrar los recorridos actuales.
<b>Balaceo de línea de ensamble</b>	<b>Elemento de Trabajo</b>	Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.
	<b>Operación</b>	Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
	<b>Puesto de Trabajo</b>	Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación). Usualmente suponemos que un puesto o estación de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.
	<b>Tiempo de Ciclo</b>	Es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo.

	<b>Demora en balance</b>	Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.
<b>Eficiencias</b>	<b>Eficiencia de la estación</b>	$= \frac{\textit{Suma de las duraciones de los elementos de trabajo asignados a la estación}}{\textit{Tiempo de ciclo}}$
	<b>Eficiencia de la línea</b>	$= \frac{\textit{Suma de las duraciones de los elementos de trabajo asignados a las estaciones}}{(\textit{Tiempo de ciclo})(\textit{Numero de estaciones})}$

### 5.1.1. Rúbrica de Evaluación:

Las rúbricas de evaluación diseñadas para las guías fueron basadas en las ya existentes para los demás cursos pero fue enfocado hacia las competencias profesionales previas y posteriores a la práctica.

## RUBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA N°1

Aspectos a Evaluar		Escala y Criterios de Evaluación			Puntaje Máximo
		Valoración Baja	Valoración Media	Valoración Alta	
Participación Individual		El estudiante no presenta participación dentro del equipo de trabajo y sus aportes no son significativos	El estudiante presenta parcial participación y sus aportes son de poca efectividad para la creación del producto final.	El estudiante presenta participación activa y eficaz y sus aportes son de gran ayuda en la creación del producto final.	10
		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
Competencias Previas		El estudiante no tiene los conocimientos necesarios del tema a trabajar antes de iniciar la actividad	El estudiante presenta bajos conocimientos del tema a trabajar antes de iniciar la actividad	El estudiante presenta altos conocimientos sobre la temática a trabajar asimilando, diagnosticando y argumentando sobre el desarrollo.	25
		<b>0</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	
Competencias Adquiridas	Toma de Tiempos	El estudiante no comprende la manera de realizar la toma de tiempos por cronómetro	El estudiante demuestra un aprendizaje parcial sobre la toma de tiempos por cronómetro	El estudiante demuestra gran capacidad de realizar toma de tiempos por cronómetro	10
		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
	Cálculos	El estudiante no comprende a la manera de realizar cálculos como Tiempos de operaciones, eficiencias, demoras en balance y fatiga en los trabajadores	El estudiante comprende parcialmente la manera de realizar cálculos como Tiempos de operaciones, eficiencias, demoras en balance y fatiga en los trabajadores	El estudiante demuestra gran capacidad de realizar cálculos como Tiempos de operaciones, eficiencias, demoras en balance y fatiga en los trabajadores	10
		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
	Aplicación de proceso	El estudiante no comprende la aplicación y realización de los procesos de Diagrama de flujo,	El estudiante comprende parcialmente la aplicación y realización de los procesos de Diagrama de flujo, Cursogramas, gráficos de trayectorias, balanceo de	El estudiante demuestra gran capacidad para la aplicación y realización de los procesos de Diagrama de flujo, Cursogramas, gráficos de trayectorias,	15

		Cursogramas, gráficos de trayectorias, balanceo de líneas de ensamble y cuadro de Therblig's	líneas de ensamble y cuadro de Therblig's	balanceo de líneas de ensamble y cuadro de Therblig's	
		<b>0</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	
<b>Contenido del trabajo<sup>15</sup></b>	El estudiante no cumple con los parámetros solicitados	El estudiante cumple parcialmente con los parámetros solicitados	El estudiante cumple satisfactoriamente con los parámetros solicitados		50
	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>		
<b>PUNTAJE MÁXIMO A OBTENER</b>					<b>120</b>

### RUBRICA DE EVALUACIÓN GUÍA N°2

Aspectos a Evaluar	Escala y Criterios de Evaluación			Puntaje Máximo
	Valoración Baja	Valoración Media	Valoración Alta	
<b>Participación Individual</b>	El estudiante no presenta participación dentro del equipo de trabajo y sus aportes no son significativos	El estudiante presenta parcial participación y sus aportes son de poca efectividad para la creación del producto final.	El estudiante presenta participación activa y eficaz y sus aportes son de gran ayuda en la creación del producto final.	10
	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
<b>Competencias Previas</b>	El estudiante no tiene los conocimientos necesarios del tema a trabajar antes de iniciar la actividad	El estudiante presenta bajos conocimientos del tema a trabajar antes de iniciar la actividad	El estudiante presenta altos conocimientos sobre la temática a trabajar asimilando, diagnosticando y argumentando sobre el desarrollo.	25
	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	

<sup>15</sup> Los parámetros solicitados en este apartado son: Diagnóstico, Argumentación, Conclusión y presentación del trabajo.

<b>Competencias Adquiridas</b>	<b>Toma de Tiempos</b>	El estudiante no comprende la manera de realizar la toma de tiempo y convertirlo a TMU	El estudiante demuestra un aprendizaje parcial sobre la conversión de tiempo en TMU	El estudiante demuestra gran capacidad de realizar conversiones de tiempo en TMU	10
		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
	<b>Cálculos</b>	El estudiante no comprende a la manera de realizar cálculos como Tiempos de operaciones, eficiencias y demoras en balance	El estudiante comprende parcialmente la manera de realizar cálculos como Tiempos de operaciones, eficiencias y demoras en balance	El estudiante demuestra gran capacidad de realizar cálculos como Tiempos de operaciones, eficiencias y demoras en balance	10
		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
	<b>Aplicación de proceso</b>	El estudiante no comprende la aplicación y realización de los procesos de Diagrama de flujo, Cursogramas, gráficos de trayectorias, balanceo de líneas de ensamble y cuadro de Therblig's	El estudiante comprende parcialmente la aplicación y realización de los procesos de Diagrama de flujo, Cursogramas, gráficos de trayectorias, balanceo de líneas de ensamble y cuadro de Therblig's	El estudiante demuestra gran capacidad para la aplicación y realización de los procesos de Diagrama de flujo, Cursogramas, gráficos de trayectorias, balanceo de líneas de ensamble y cuadro de Therblig's	15
		<b>0</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	
<b>Contenido del trabajo<sup>16</sup></b>	El estudiante no cumple con los parámetros solicitados	El estudiante cumple parcialmente con los parámetros solicitados	El estudiante cumple satisfactoriamente con los parámetros solicitados	50	
	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>		
<b>PUNTAJE MÁXIMO A OBTENER</b>					<b>120</b>

<sup>16</sup> Los parámetros solicitados en este apartado son: Diagnóstico, Argumentación, Conclusión y presentación del trabajo.

## **6.2. Prototipo:**

Como producto final el prototipo cuenta con aspecto de gran relevancia para su uso como los son:

- Automatización del Prototipo.
- Planos del Prototipo.
- Manual de Prototipo.

### **6.2.1. Automatización Prototipo:**

Para la automatización del prototipo no solo se utiliza corriente eléctrica sino que cuenta con un control de velocidad y dirección, y un panel de encendido y apagado.

El control de velocidad y dirección se realizó mediante un adaptador de voltaje, el cual varía el voltaje con el fin de cambiar la velocidad de la banda y al cambiar la polaridad del sistema se obtiene el cambio de sentido de la banda.

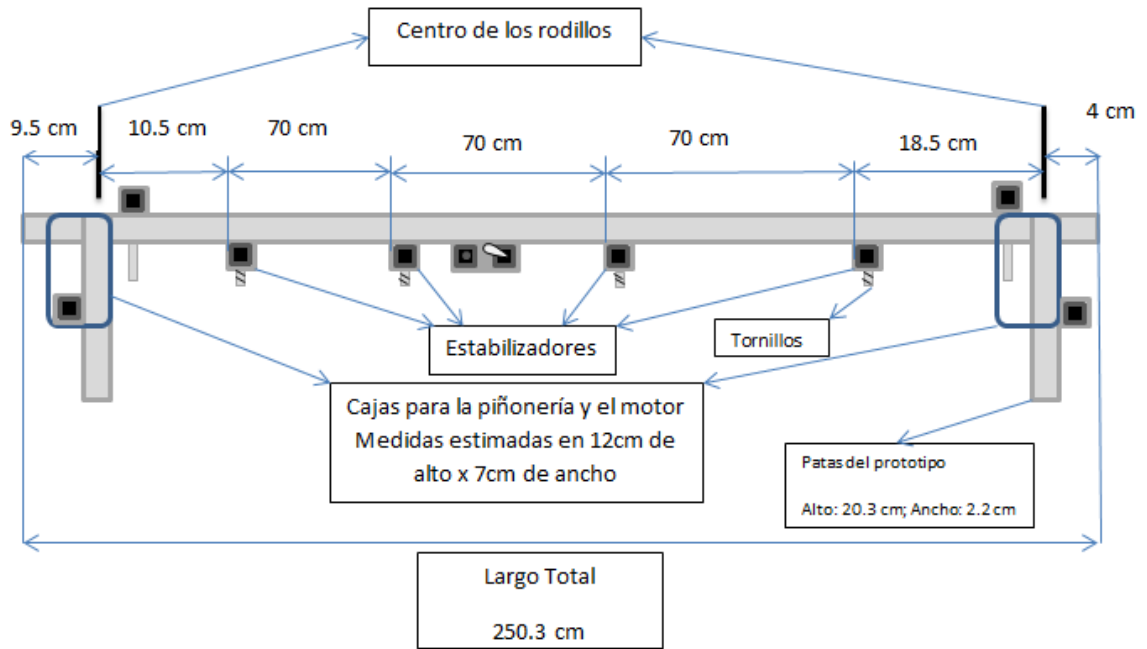
El panel de encendido y apagado se realizó con un apagador tipo palanca y la entrada de corriente para los motores. Finalizando así con un sistema de fácil manejo y utilidad.

### **6.2.2. Planos del Prototipo:**

Para la creación del prototipo se tuvo en cuenta el siguiente diseño y se trató de seguir al pie de la letra las medidas con el fin de entregar un producto de calidad y de fácil manejo:

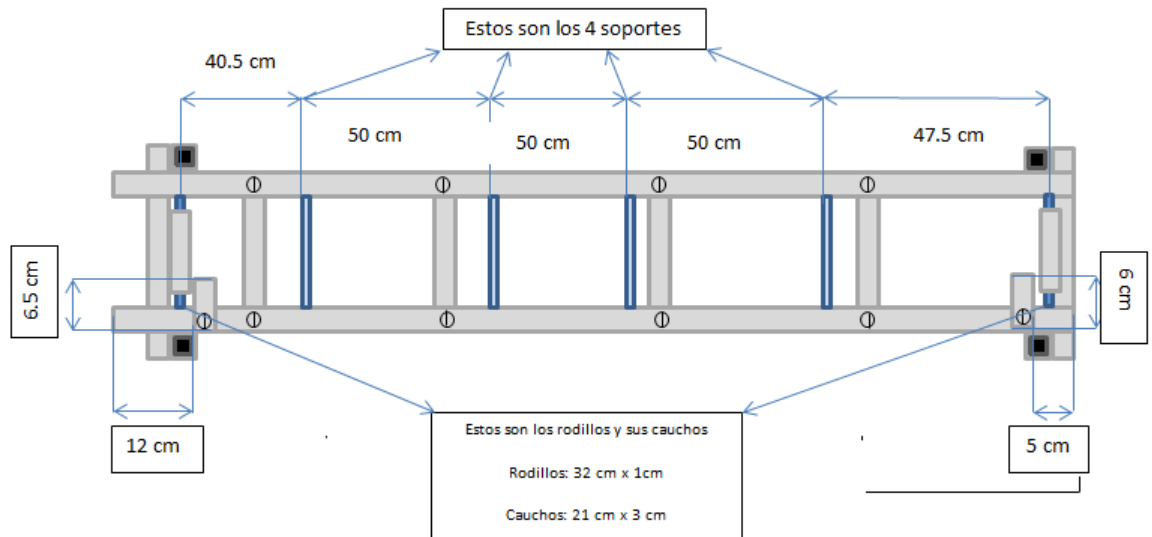


**Ilustración 16: Diseño Banda transportadora - Vista lateral**



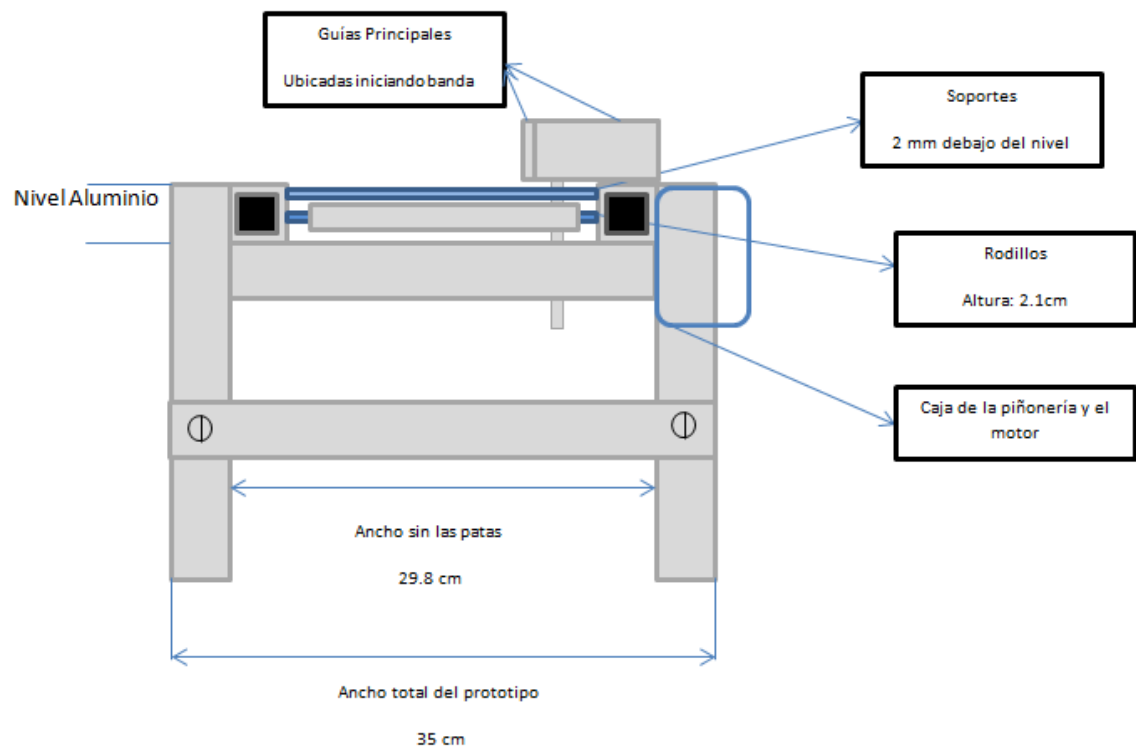
Diseño Original: John Alexander Ramírez Vargas

**Ilustración 17: Diseño Banda Transportadora - Vista superior**



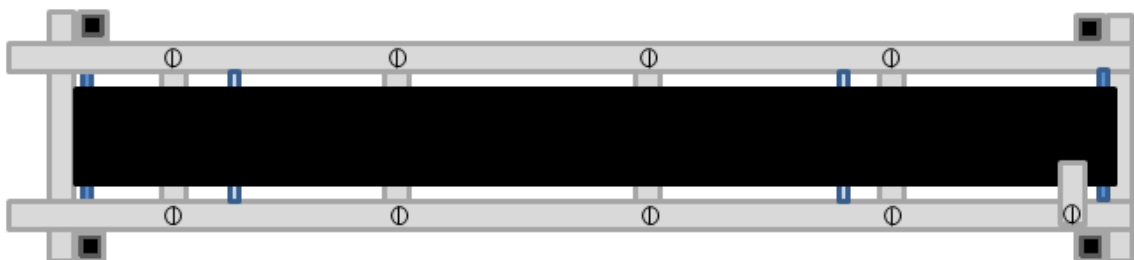
Diseño Original: John Alexander Ramírez Vargas

**Ilustración 18: Diseño Banda Transportadora - Vista Frontal**



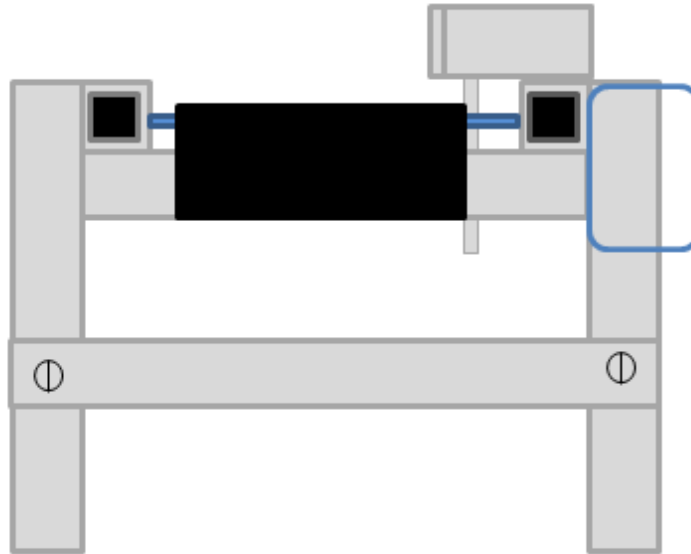
Diseño Original: John Alexander Ramírez Vargas

**Ilustración 19: Diseño Banda Transportadora - Vista Superior Final**



Diseño Original: John Alexander Ramírez Vargas

## Ilustración 20: Diseño Banda Transportadora - Vista Frontal Final



Diseño Original: John Alexander Ramírez Vargas

### 6.2.3. Manual del prototipo:

El manual se creó con el fin de dar las pautas que pueden llegar a ser necesarias al momento de realizar cualquier actividad del prototipo y se vean en la necesidad de capacitar al laboratorista y/o al tutor en cuanto a las necesidades del mismo, entre los apartados encontrados en el manual se encuentran:

- ❖ Cuidados: Este apartado denota aspectos como las restricciones y recomendaciones que se deben tener en cuenta en cuanto al prototipo.
- ❖ Utilización: Este apartado describe una serie de pasos necesarios y mínimos a seguir para poder realizar prácticas en el prototipo.
- ❖ Limpieza: Este apartado es el más importante del manual ya que describe paso a paso la forma de desarmado de la máquina con el fin de poder realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo cada vez que sea necesario; así como también, da una serie de notas en cuanto a especificaciones que pueden llegar a ser necesarias al momento de realizar dichas operaciones. También Entrega una lista de implementos necesarios para realizar dichas limpiezas.

## 7. Discusión

### 7.1. CONCLUSIONES

- Al incorporar mecanismos e implementos prácticos se mejoran las condiciones necesarias para la complementación de los conocimientos adquiridos.
- Al generar el diagnóstico de las necesidades de los estudiantes se encontraron claras expectativas sobre la importancia de la creación del laboratorio de medición del trabajo y su implementación inmediata.
- El efectuar el diseño del laboratorio de medición del trabajo acorde al módulo existente sobre dicha asignatura otorgó la oportunidad de administrar a los estudiantes herramientas actualizadas y de gran calidad.
- El diseño del manual de cuidados, utilización y limpieza permite al laboratorista y/o tutor de práctica tener presente los aspectos de mayor relevancia del prototipo.
- La elaboración del material didáctico se realizó conforme al módulo existente pero también en base a algunos autores muy reconocidos en el área de medición del trabajo.
- Se espera que mediante la correcta aplicación del laboratorio de medición del trabajo los estudiantes de ingeniería industrial mejoren sus competencias profesionales y complementen apropiadamente los conocimientos adquiridos.
- Mediante la encuesta realizada se encontró que los estudiantes de ingeniería industrial tienen la clara idea de que la mejora de sus competencias profesionales puede verse reflejada en creación e implementación de nuevos laboratorios como: Procesos de Manufactura, dibujo técnico, maquinaria computarizada (Fresa, Torno, Robótica y CNC), entre otras.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

Dadas las condiciones encontradas en el Cead Tunja de la Universidad y teniendo como referente las condiciones externas vistas en el transcurso del proyecto se recomienda:

- Incorporar adecuados mecanismos de comunicación entre las asignaturas existentes y los cursos de laboratorio, con el fin de obtener gran calidad en áreas de formación y electivas (como física, electrónica, manufactura, estudios aplicados como medición del trabajo, termodinámica, ergonomía, gestión, planeación y control de la producción), esto en base a la necesidad latente de obtener mejoras continuas en el proceso de aprendizaje y en el existir de las personas.
- Realizar el seguimiento al prototipo con el fin de realizar desarrollos como: Automatización y la parte mecánica del mismo; esto con el fin de ir realizando un proceso de mejora continua en la calidad de las prácticas ofrecidas a los estudiantes de ingeniería industrial.
- Realizar evaluaciones posteriores a la implementación del laboratorio con el fin de medir el mejoramiento de los estudiantes y del laboratorio en sí; esto en contexto de ir optimizando lo que sea necesario.

## 8. APÉNDICES ANEXOS

### Encuesta de Aplicabilidad sobre la implementación del laboratorio de Medición del trabajo en la UNAD Cead Tunja

---

#### OBJETIVO:

Medir el grado de aceptación, implementación y aplicabilidad sobre las prácticas de laboratorio con énfasis en medición del trabajo.

---

Antes de resolver el cuestionario como tal, responda:

¿Usted ha visto el Curso de Medición del 

SI	NO
----	----

 Trabajo?

¿Usted tiene experiencia laboral en el área de Medición del Trabajo?

SI	NO
----	----

NOTA<sup>17</sup>: Si sus respuestas anteriores en ambas preguntas fueron "**NO**", por favor conteste **ÚNICAMENTE** las preguntas que están de color azul.

NOTA: Si cualquiera de sus respuestas anteriores fue "**SI**", por favor conteste **TODAS** las preguntas del cuestionario.

Como estudiante de ingeniería, responda:

1. ¿Cree usted que necesario implementar laboratorios sobre medición del trabajo? 

SI	NO
----	----
2. ¿Cree usted que al graduarse tendría los conocimientos y competencias necesarias sobre la medición del trabajo y que estos son suficientes para realizar trabajos sobre el tema?

SI	NO
----	----

3. De 1 a 5 marque: ¿Qué grado de pertinencia cree usted que tiene el implementar laboratorios para ingeniería?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

---

<sup>17</sup> Recuerde que esta encuesta es realizada con fines académicos y que su respuesta pese a que no es obligatoria si ayudará a solucionar algunos problemas que como estudiantes se pueden evidenciar en la Universidad, se agradece su ayuda a cambiar el presente para mejorar el futuro.

4. De 1 a 5 marque: ¿Qué grado de pertinencia cree usted que tiene el implementar laboratorios sobre medición del trabajo?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. ¿Cree usted que sus competencias profesionales pueden mejorar al implementar laboratorios sobre medición del trabajo?

SI	NO
----	----

6. ¿Cree usted que se deben implementar otros tipos de laboratorio para el programa de ingeniería industrial?

SI	NO
----	----

Cual(es):

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

7. Si ya realizó el curso de Medición del Trabajo ¿Cree usted que los conocimientos adquiridos necesitan práctica?

SI	NO
----	----

Si actualmente está laborando, responda:

1. ¿Ha practicado sus conocimientos sobre la medición del trabajo?

SI	NO
----	----

2. ¿Ha realizado labores de medición del trabajo en su lugar de Trabajo sin conocimiento sobre el tema?

SI	NO
----	----

3. ¿En algún momento ha visto la necesidad de implementar conocimientos sobre medición del Trabajo en su lugar del trabajo?

SI	NO
----	----

Realizado por:

JOHN ALEXANDER RAMÍREZ VARGAS

ORIGINAL FIRMADO

PROTOTIPO DE MEDICIÓN Y ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MOMENTOS  
PRÁCTICOS



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
ABIERTA Y A  
DISTANCIA

## MANUAL DE CUIDADOS, UTILIZACIÓN Y LIMPIEZA



PROTOTIPO DE MEDICIÓN Y ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MOMENTOS  
PRÁCTICOS | JOHN ALEXANDER RAMÍREZ VARGAS



# Manual de cuidados, utilización y Limpieza

Prototipo de Medición y estudio del Trabajo para momentos prácticos

Volumen 1

## JOHN A. RAMÍREZ

Estudiante De Ingeniería Industrial

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Ingeniería Industrial

**Revisión Técnica**

CARLOS JOFRED ROBAYO BERRIO

Ingeniero Industrial

Tutor de Ingeniería Industrial

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Universidad Nacional Abierta y a Distancia



Tunja (Boyacá), Colombia

Derechos Reservados. Este Documento es de propiedad de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y se tiene restringido su reproducción por parte de cualquier otra entidad según Reglamento General Estudiantil de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia acuerdo número 008 del 26 de octubre de 2006.

El presente documento es complemento del prototipo de medición y estudio del trabajo para momentos prácticos junto con 2 guías prácticas para estudios.



## Tabla de Contenido

1. CUIDADOS.....	6
1.1. Restricciones .....	6
1.2. Recomendaciones.....	6
2. UTILIZACIÓN.....	7
3. LIMPIEZA.....	7
3.1. Procedimiento .....	7
3.2. Implementos.....	11
ARISTOTELES.....	12

## INTRODUCCIÓN

**A** Continuación se mostraran los aspectos a tener en cuenta del prototipo de medición y estudio del Trabajo para momentos prácticos, correspondiente al laboratorio de Medición del Trabajo creado con el fin de poder mejorar las competencias profesionales de los estudiantes de ingeniería industrial.

Este manual comprende los aspectos relativos a los cuidados, utilización y limpieza los cuales se hace necesario denotar ya que a tiempo de realizar algún cambio y/o mejora por parte de la Universidad y/o un estudiante son detalles que se deben de tener en cuenta y que son de gran ayuda en casos de mantenimiento preventivo y correctivo del prototipo.

## **1. CUIDADOS**

### **1.1. Restricciones**

Para el correcto cuidado del prototipo se deben tener en cuenta las siguientes restricciones:

- No realizar operaciones de limpieza o correctivas sin leer con anterioridad el apartado "LIMPIEZA" y sin tener los elementos de protección.
- No realizar prácticas de operación con líquidos ya que el prototipo no cuenta con la adaptabilidad de trabajo de materiales no sólidos.
- No realizar ningún tipo de práctica sin el tutor o laboratorista presente.
- No sobrepasar el peso estipulado para la banda ya que esto podría causar daños en el motor.
- No cambiar el voltaje del adaptador cuando la máquina esté conectada a la corriente (Siempre realizar el apagado de la máquina antes de cambiar el voltaje).

### **1.2. Recomendaciones**

Para el correcto cuidado del prototipo se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Realizar operaciones preventivas mínimo 2 veces por año y correctivas cada vez que sea necesario.
- Siempre tener en cuenta las normas de seguridad industrial y de laboratorio.
- Antes de cualquier práctica revisar todas las conexiones y asegurarse que estén fijas en su lugar.
- Siempre comprobar el estado de la máquina (en especial de la banda) antes de iniciar operaciones de práctica.
- En caso de cualquier falla desconecte de inmediato la máquina e informe al personal adecuado y calificado y/o revise el apartado de LIMPIEZA de este manual.

## **2. UTILIZACIÓN**

Para la correcta utilización del prototipo se deben seguir los siguientes pasos:

- Comprobar el estado de la máquina antes de iniciar operaciones (Banda, conexiones, motor, y rodillos)
- Corroborar el voltaje a utilizar el cual se encuentra referenciado en el adaptador antes de cualquier práctica.
- Realizar la conexión a la corriente.
- Realizar la inducción a los estudiantes sobre el funcionamiento de la máquina y las actividades a realizar, así como, de la instrucción sobre el reconocimiento de los materiales a utilizar en dicha práctica.
- Realizar el reconocimiento de la guía práctica a utilizar en el laboratorio de medición del trabajo.
- Comenzar con la práctica iniciando así mismo el programa ya anteriormente estudiado por el tutor (Denotando que este se puede manipular al antojo según sea necesario)
- Luego de finalizada la práctica recolectar los materiales en su debido estuche para su almacenamiento.

## **3. LIMPIEZA**

### **3.1. Procedimiento**

Para poder realizar mantenimientos y/o limpieza de la máquina en general, se deben de seguir los siguientes pasos para el desarmado del prototipo:

- Realizar el desarmado de los 4 separadores transversales quitando los tornillos tipo pala como se muestra en las figuras:

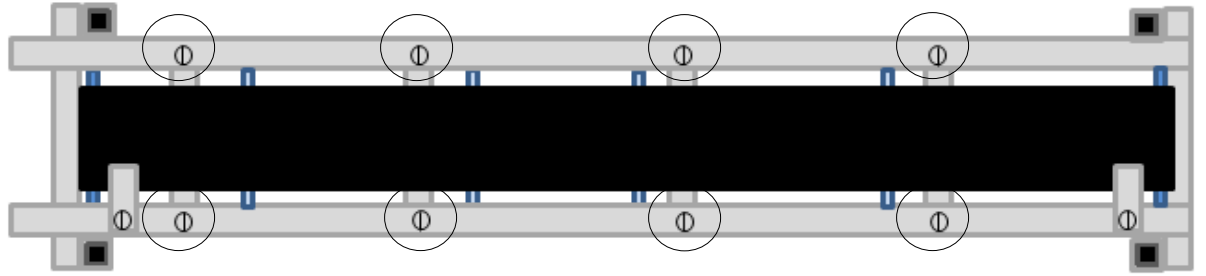


Ilustración 21: Guía de Limpieza - Paso 1

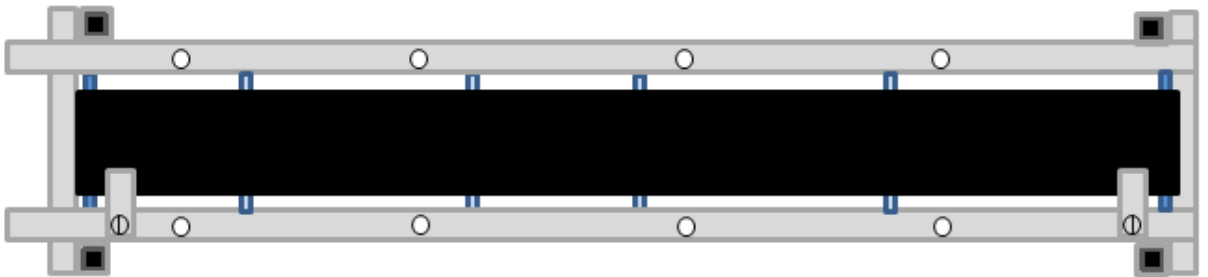


Ilustración 22: Guía de Limpieza - Paso 2

➤ Se quitan los separadores de las patas, como se muestra en la figuras:

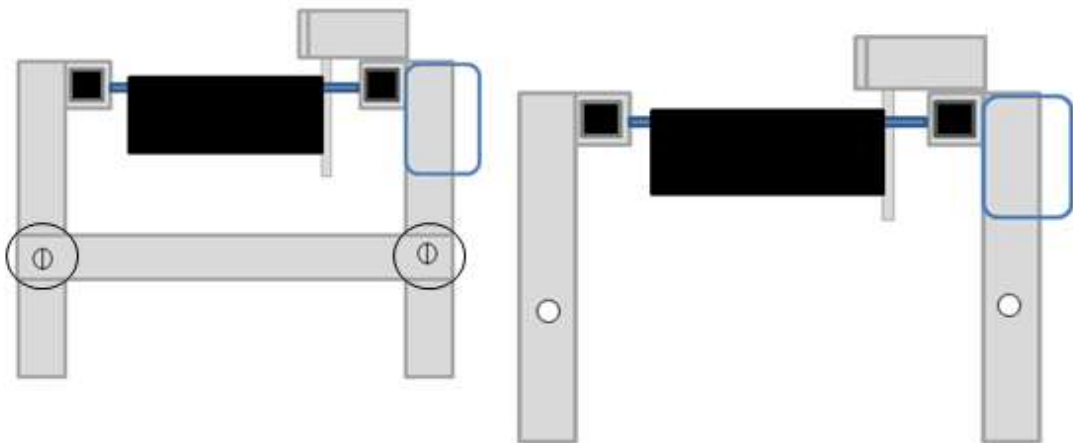


Ilustración 23: Guía de Limpieza - Paso 3

- Posteriormente se separan los soportes y rodillos de las estructuras posteriores a la ubicación de los motores como se muestra a continuación:

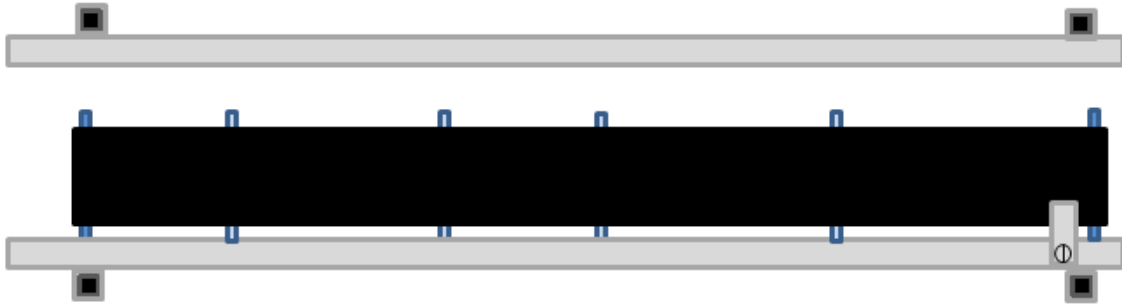


Ilustración 24: Guía de Limpieza - Paso 4

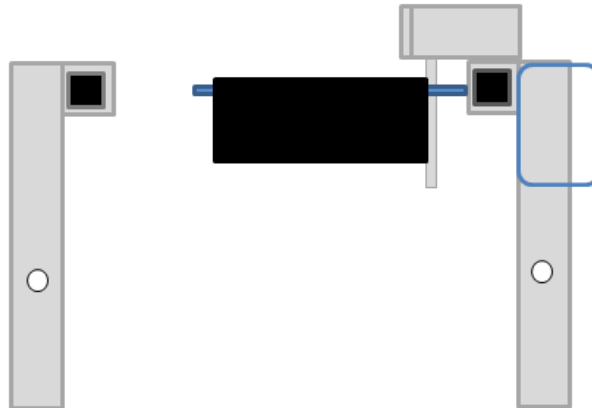


Ilustración 25: Guía de Limpieza - Paso 5

- **Nota 1:** Si se requiere remover las patas del prototipo se tiene que hacer uso del taladro ya que estas se encuentran remachadas.
- **Nota 2:** Si se requiere desarmar los rodillos es necesario y con cuidado remover los cauchos de los rodillos por la parte libre uno por uno ya que de lo contrario los cauchos se pueden romper y en ese caso se tendría que cambiar toda la pieza o buscar los cauchos por individual lo cual sería muy difícil de conseguir.



Para poder realizar mantenimiento o reparaciones a la estructura del motor o al motor en sí, se deben seguir los siguientes pasos:

- Primero, se debe quitar el piñón superior del eje del rodillo, como se muestra a continuación:



- Segundo, retirar el pin de seguridad del lugar girando a su vez la estructura del motor, liberando así la estructura del motor:
- Tercero, quitar el resto de piñonería de la estructura del motor para mejor manipulación:



- Por último, manipular o limpiar lo necesario según sea requerido.

### **3.2. Implementos**

Para poder realizar mantenimientos y/o limpieza de la máquina, se deben tener a la mano los siguientes elementos:

- Destornillador tipo pala y tipo brístol.
- Taladro (Con su respectiva broca)
- Remaches.
- Remachadora.
- Tornillos.
- Arandelas.
- Tuercas.
- Alicates.
- Pinzas de punta.
- Soldadura, pasta y pistola para soldar (En caso de reparación del cableado del motor)

**NOTA: Las refacciones necesarias para reparar la estructura de cualquier motor del prototipo o de los rodillos, se pueden hallar de segunda en impresoras de marcas LEXMARK o HP.**

El presente manual se presenta como producto del proyecto de grado titulado "Diseño y Construcción del laboratorio de Métodos y Tiempos para la Universidad Nacional Abierta y a Distancia Cead Tunja" realizado por JOHN ALEXANDER RAMÍREZ VARGAS estudiante de Ingeniería Industrial, realizado como muestra de apoyo al Cead y en pro de la política de mejora continua de la Universidad así como muestra de apoyo a los estudiantes de ingeniería industrial y a todo el personal involucrado en el área de la medición del trabajo.

Se espera que con esta muestra de esfuerzo se presenten a futuro proyectos de gran calidad y en mejora de los laboratorios existentes en el Cead y los que se puedan llegar a crear.

"LA INTELIGENCIA CONSISTE NO SOLO EN EL  
CONOCIMIENTO, SINO TAMBIÉN EN LA  
DESTREZA DE APLICAR LOS CONOCIMIENTOS  
EN LA PRÁCTICA"

ARISTOTELES

## BIBLIOGRAFÍA

- GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2 ed. McGraw-Hill. México 2005.
- BENJAMIN, Niebel, FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 ed. Ed. Alfaomega.
- BENJAMIN, Niebel, FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12 ed. Ed. McGraw-Hill.
- MEYER, Fred. Estudios de Tiempos y Movimientos: para la manufactura ágil. 2 ed. Ed. Prentice Hall.
- CHIORINO. Bandas Transportadoras y de proceso para aeropuertos, sistemas para el traslado de materiales y automatización postal. Disponible en:  
[http://www.chiorino.com/public/download/spa/1390987460-CHIORINO Aeropuertos automatizacion postal bandas transportadoras-ES.pdf](http://www.chiorino.com/public/download/spa/1390987460-CHIORINO_Aeropuertos_automatizacion_postal_bandas_transportadoras-ES.pdf)
- SEPÚLVEDA LOZANO, Carlos Elías. Revista Metal Actual. Servomotores: La misma potencia con ahorro para la industria. Tomado el 6 de Febrero de 2014 de:  
[http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria\\_servo.pdf](http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria_servo.pdf)
- Precios servomotor: Mercado Libre, encontrado en:  
<http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-409719946-servo-digital-mq996r-torque-12kg-servomotor-engranage-acero- JM>