



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**Tiempos agregados, validación de  
una nueva técnica de medición del  
trabajo.  
Estudio de un caso en una empresa  
del sector textil**

**Lilyana Jaramillo Ramírez**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Ingeniería Industrial  
Manizales, Colombia

2016



# **Tiempos agregados, validación de una nueva técnica de medición del trabajo.**

## **Estudio de un caso en una empresa del sector textil**

**Lilyana Jaramillo Ramírez**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ingeniería – Ingeniería Industrial**

Director (a):

Fredy Becerra Rodríguez

Doctor en Administración

Línea de Investigación:

Organizaciones, Sistemas y Gestión de la Tecnología, la información, el conocimiento y la innovación tecnológica.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Ingeniería Industrial

Manizales, Colombia

2016



A mi esposo, Gabriel Jaime,  
apoyo permanente e incondicional.

A Jimena y Juliana,  
razón e inspiración de mis actos.

Y a mis padres y hermanos,  
para quienes solo tengo  
sentimientos de gratitud y de amor.

*“La persistencia puede cambiar las  
derrotas en increíbles logros”.*



## **Agradecimientos**

Al director de este proyecto, Doctor Fredy Becerra Rodríguez, por su paciencia y apoyo permanente para poder culminar este proceso formativo.

A los docentes del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, por la calidad de sus enseñanzas.

Al grupo humano del Departamento de Ingeniería Industrial de la Empresa Dugotex, por su disposición y aportes en la ejecución del estudio de caso.

A todas aquellas personas, que, de alguna manera, aportaron su conocimiento en el desarrollo del proyecto.





## Resumen

Este estudio presenta la validación de una nueva técnica de medición del trabajo denominada *Tiempos Agregados*. Esta validación se realiza mediante una triangulación entre una revisión de conceptos de cada técnica tradicional de Medición del Trabajo, un estudio Delphi con expertos del área y un estudio de caso en una empresa de confección de ropa interior. La revisión teórica muestra las definiciones de las técnicas y algunos autores que se han referido al respecto. En el Método Delphi se ejecutaron 3 rondas con cuestionario, dirigido a 15 expertos nacionales e internacionales, con suficiente experiencia en el área problemática. El Estudio de caso se aplicó en el proceso de fabricación de un bóxer, en tres fases: la primera, el Estudio de Tiempos con Cronómetro, que consiste en dividir un proceso en elementos registrando los tiempos, para luego nivelarlos con la valoración y los suplementos y así, calcular el tiempo estándar elemental y del ciclo; en la segunda fase, se aplica el sistema MTM-3 comenzando con la grabación de videos del ciclo por operaciones, identificando los micro-movimientos con sus respectivos códigos y luego sumar los tiempos correspondientes. Los Tiempos Agregados se aplican definiendo si se observará el lote o un período determinado de tiempo, luego establece cuántas observaciones realizará y califica el desempeño del operador, para finalmente, calcular el tiempo estándar. Con los resultados obtenidos en las tres técnicas mencionadas, se hizo un análisis estadístico en el software R, con el cual se termina la validación de la nueva técnica.

**Palabras clave:** Estandarización, Estudio de métodos y tiempos, Medición del Trabajo, Tiempo Estándar, Validación.



# **Aggregate times, validation of a new technique of work measurement.**

## **A case study on a company of the textile sector.**

### **Abstract**

This study presents the validation of a new work measurement technique called *Aggregate Times*. This validation is done through a triangulation between a review of concepts of each traditional work measurement technique, a Delphi study with area experts and a case study in a garment manufacturing company. The theoretical review shows the definitions of the techniques and some authors who have referred to it. In the Delphi Method, 3 rounds with questionnaire were executed, directed to 15 national and international experts, with sufficient experience in the problematic area. The case study was applied in the process of making a boxer in three phases: the first, the Time Study with Timer, which consists of dividing a process into elements by recording the times, then leveling them with valuation and supplements and Thus, calculate the elementary and cycle standard time; In the second phase, the MTM-3 system is applied starting with the video recording of the cycle by operations, identifying the micro-movements with their respective codes and then adding the corresponding times. Aggregate Times are applied by defining whether the lot or a specified period of time will be observed, then establishes how many observations it will perform and qualify the operator's performance, and finally calculate the standard time. With the results obtained in the three mentioned techniques, a statistical analysis was made in software "R", with which the validation of the new technique is completed.

**Keywords:** Standardization, Time and Motion Studies, Work Measurement, Standard Time, Validation.



# Contenido

	Pág.
<b>1. Capítulo 1.....</b>	<b>5</b>
1.1 Justificación del problema .....	5
1.2 Área problemática .....	6
1.3 Formulación del problema .....	7
1.4 Objetivos .....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
1.5 Pregunta de investigación. ....	9
<b>2. Capítulo 2 Marco Teórico.....</b>	<b>11</b>
2.1 Estudio del trabajo.....	12
2.1.1 Antecedentes.....	12
2.1.2 Definición.....	16
2.1.3 Aplicación. ....	17
2.1.4 Procedimiento.....	19
2.2 Principales técnicas.....	20
2.2.1 Estudio de Tiempos con Cronómetro.....	20
2.2.2 El Muestreo de Trabajo.....	23
2.2.3 Tiempos Predeterminados.....	24
2.2.4 Tiempos Agregados.....	26
2.3 Planteamiento de la hipótesis.....	30
<b>3. Capítulo 3 Metodología.....</b>	<b>31</b>
3.1 Estudio de caso.....	31
3.2 Técnicas de análisis del trabajo.....	33
<b>4. Capítulo 4 Experimentación .....</b>	<b>37</b>
4.1 Método Delphi .....	37
4.2 Normalización y estandarización del proceso de elaboración de la b6xer referencia N° 2148.....	54
4.2.1 Estudio de Tiempos con Cronómetro.....	55
4.2.2 Estudio de Tiempos Predeterminados MTM-3 .....	61
4.2.3 Estudio de Tiempos Agregados.....	71
<b>5. Resultados.....</b>	<b>75</b>
5.1 An6lisis estadístico de Tiempos con Cron6metro, MTM y Tiempos Agregados	75
5.1.1 Prueba de normalidad.....	75
5.1.2 Prueba de hip6tesis para comparar los datos obtenidos entre cron6metro y los otros dos m6todos.....	76

<b>6. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>79</b>
<b>7. Futuras líneas de acción .....</b>	<b>83</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>85</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 2-1: Hilo conductor para la construcción del marco teórico.....	11
Figura 2-2: Las técnicas de control de Taylor en la Administración contemporánea.....	14
Figura 2-3: Resumen Antecedentes de la Medición del trabajo .....	15
Figura 2-4: Matriz de Datos para Tiempos Agregados.....	28
Figura 3-1: Tipos de Unidades de Análisis .....	33
Figura 3-2: Diseño Metodológico para el Estudio de Caso .....	34
Figura 4-1: Diagrama Analítico - Fabricación Bóxer Ref. 2148 .....	55
Figura 4-2: Definición de elementos del ciclo .....	56
Figura 4-3: Factores de valoración por el Sistema <i>Westinghouse Electric Corporation</i> ..	58





## Lista de gráficas

Gráfica 4-1: Respuestas primera ronda.....	43
Gráfica 4-2: Respuestas segunda ronda .....	47
Gráfica 4-3: Respuestas tercera ronda.....	51



## Lista de ecuaciones

Ecuación 2-1: .....	21
Ecuación 2-2: .....	22
Ecuación 2-3: .....	22
Ecuación 2-4: .....	22
Ecuación 2-5: .....	22
Ecuación 2-6: .....	23
Ecuación 2-7: .....	24
Ecuación 2-8: .....	29
Ecuación 4-1 .....	39

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 4-1: Nivel de auto calificación.....	39
Tabla 4-2: Clasificación del Panel de Expertos Consultados.....	40
Tabla 4-3: Clasificación final del Panel de Expertos Consultados .....	41
Tabla 4-4: Respuestas primera ronda.....	42
Tabla 4-5: Distribución de frecuencias con respuestas primera ronda .....	42
Tabla 4-6: Respuestas segunda ronda .....	46
Tabla 4-7: Distribución de frecuencias con respuestas segunda ronda.....	46
Tabla 4-8: Respuestas tercera ronda.....	49
Tabla 4-9: Distribución de frecuencias con respuestas tercera ronda .....	49
Tabla 4-10: Muestra inicial de ETC .....	56
Tabla 4-11: Cálculo del número de observaciones - Método estadístico.....	57
Tabla 4-12: Calificaciones por ciclo.....	58
Tabla 4-13: Cálculo de valoración - Ci .....	59
Tabla 4-14: Hoja Maestra para el ETC.....	61
Tabla 4-15: Micro-movimientos - Operación 1.....	62
Tabla 4-16: Micro-movimientos - Operación 2.....	62
Tabla 4-17: Micro-movimientos - Operación 3.....	63
Tabla 4-18: Micro-movimientos - Operación 4.....	64
Tabla 4-19: Micro-movimientos - Operación 5.....	65
Tabla 4-20: Micro-movimientos - Operación 6.....	66
Tabla 4-21: Micro-movimientos – Operación 7.....	67
Tabla 4-22: Micro-movimientos - Operación 8.....	68
Tabla 4-23: Micro-movimientos - Operación 9.....	68
Tabla 4-24: Micro-movimientos - Operación 10.....	69
Tabla 4-25: Maestra de operaciones con MTM-3.....	70
Tabla 4-26: Observaciones aleatorias de períodos de tiempo.....	71
Tabla 4-27: Cálculo del tiempo estándar - Tiempos Agregados .....	73
Tabla 5-1: Prueba de Normalidad para el ETC.....	75
Tabla 5-2: Prueba de hipótesis ETC vs. MTM-3.....	76
Tabla 5-3: Prueba de hipótesis ETC vs. Tiempos Agregados .....	77

# Lista de Símbolos y abreviaturas

## Abreviatura Término

---

<i>ETC</i>	<i>Estudio de Tiempos con Cronómetro</i>
<i>TA</i>	<i>Tiempos Agregados</i>
<i>MTM-1</i>	<i>Motion Time Measurement System - 1</i>
<i>MTM-2</i>	<i>Motion Time Measurement System - 2</i>
<i>MTM-3</i>	<i>Motion Time Measurement System - 3</i>
<i>ASME</i>	<i>The American Society of Mechanical Engineers</i>
<i>MOST</i>	<i>Maynard Operation Sequence Technique</i>
<i>N´</i>	<i>Número de observaciones teóricas – Método Estadístico</i>
<i>%p</i>	<i>Precisión</i>
<i>n</i>	<i>Número de observaciones de la muestra piloto</i>
<i>Ci</i>	<i>Calificación o valoración asignada</i>
<i>Vb</i>	<i>Valoración básica</i>
<i>To</i>	<i>Tiempo Observado</i>
<i>TN</i>	<i>Tiempo Normal</i>
<i>TT</i>	<i>Tiempo Tipo o promedio</i>
<i>% supl</i>	<i>% de suplementos</i>
<i>Tstd elem</i>	<i>Tiempo Estándar del elemento</i>
<i>p</i>	<i>Porcentaje de actividad</i>
<i>q</i>	<i>Porcentaje de inactividad</i>
<i>Hi</i>	<i>Horas reales en que se inicia la observación</i>
<i>Hf</i>	<i>Horas reales en que finaliza la observación</i>
<i>Tn</i>	<i>Tiempo total del intervalo establecido en minutos</i>
<i>VR</i>	<i>Valoración del ritmo en TA</i>
<i>TC</i>	<i>Tiempo de los elementos casuales</i>
<i>TE</i>	<i>Tiempo de los elementos extraños</i>
<i>N</i>	<i>Cantidad de unidades producidas en cada intervalo de tiempo observado</i>
<i>n</i>	<i>Número de observaciones realizadas</i>
<i>K</i>	<i>Coficiente de competencia experta.</i>
<i>Ka</i>	<i>Coficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de los expertos.</i>
<i>Kc</i>	<i>Coficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del tema o problema planteado.</i>
<i>R</i>	<i>Rango de variación</i>

## Introducción

La ingeniería de métodos estimula el análisis de dos situaciones: el diseño y preparación de los centros de trabajo donde será elaborado el producto y, el estudio permanente de esos centros de trabajo para buscar la mejor forma de fabricar ese producto y/o de mejorar su calidad. (Niebel, 2009). Este concepto implica, además, dos acciones: el estudio de métodos o documentación de los procesos y, la medición del trabajo o establecimiento del tiempo estándar por operaciones. Al realizar un estudio de métodos y tiempos completo, se está determinando el elemento clave y mayor restricción, pues es claro que el tiempo estándar obtenido afecta directamente las áreas de compras, contabilidad y costos, diseño de procesos, distribución en planta, y la planeación, programación y control de la producción.

Por lo anterior, los estándares de producción, buscan fundamentalmente incrementar la productividad del sistema, aumentando la eficiencia y la eficacia y, de esta manera, poder reducir los costos unitarios, entre otros efectos. Para poder lograr estos resultados, se requiere el uso de técnicas fácilmente adaptables por personal idóneo en este tipo de tareas. Son ellos, los analistas de métodos y tiempos, quienes determinan el patrón que será utilizado para medir una serie de indicadores, tanto para el personal, como para el resto de factores productivos utilizados.

Se plantea entonces, la validación de una técnica nueva de medición del trabajo propuesta en el libro *Gestión de la producción: una aproximación conceptual*, denominada Tiempos Agregados.

Según Mishler (1990), la validación es el proceso a través del cual se realizan afirmaciones y se evalúa la credibilidad de observaciones, interpretaciones y generalizaciones. Ahora bien, de acuerdo con Rodríguez (2006), la triangulación es un procedimiento heurístico orientado a documentar y contrastar información según diferentes puntos de vista; de ahí que se pueda hablar de diferentes tipos de triangulación según el foco de contraste: técnica, agente, tiempo, método, o técnicas de análisis de datos.

Existen diferentes modelos de triangulación, Erzberger C. (2003) y Efron (2004) han reconocido tres modelos: de acuerdo a sus objetivos de validación, complementación o trigonometría. En la triangulación como validación los resultados obtenidos por diferentes métodos son mutuamente validados. Dentro de ese modelo, los resultados cualitativos y cuantitativos deben llegar a conclusiones similares, a partir de las cuales se busca la convergencia para tomar una decisión definitiva. En el modelo de triangulación complementaria los resultados pueden relacionar diferentes objetos de estudio, los cuales se complementan entre sí. Por último, en el modelo de triangulación trigonométrica, un fenómeno social puede ser caracterizado a partir de un método: "A" para llegar a los métodos "B" y "C".

En el presente trabajo se utilizará la triangulación de datos para mostrar la validación de la técnica de medición del trabajo de Tiempos Agregados. Este modelo de triangulación se empleará como estrategia metodológica para evidenciar que los resultados y hallazgos reúnen unos requerimientos mínimos de rigor y veracidad.

Antes de desarrollar el modelo de triangulación se realizará una revisión teórica de los diferentes métodos de medición del trabajo, sus técnicas, procedimientos y características en procesos de manufactura. Enseguida se expondrá la aplicación de la técnica Delphi a un grupo de expertos en la disciplina evaluada, para continuar con el estudio de caso. Para ello se escogió la empresa de confección C.I Dugotex S.A de la

ciudad de Medellín, dedicada al diseño, confección y comercialización de ropa interior femenina y masculina. Para evaluar los tiempos de trabajo, se escogió el proceso de elaboración de un bóxer masculino estándar.

Los resultados obtenidos con la aplicación de cada técnica de medición tradicional, permite inferir sobre cómo se comportan esos tiempos registrados en comparación con los obtenidos con la técnica de los Tiempos Agregados.

Por tanto, las conclusiones arrojadas con la aplicación de cada instrumento son relacionadas entre sí, con el fin de dar término al proceso de triangulación de datos y también evidenciar los objetivos planteados en el proyecto para validar la técnica de los Tiempos Agregados. Adicionalmente, se presentan líneas de acción futura que podrían seguirse como complemento en el proceso de desarrollo de la nueva técnica de medición del trabajo.



# 1.Capítulo 1

## 1.1 Justificación del problema

El estudio del trabajo es una de las principales herramientas utilizadas en las empresas para mejorar sus procesos productivos. Frente al fenómeno de la globalización y la permanente variación de la oferta y demanda, las empresas del sector de la confección requieren continuas mejoras en su proceso de producción, de modo que puedan responder rápidamente a las exigencias del mercado. Por esa razón en este tipo de empresas por lo general se aplican técnicas tradicionales de medición del trabajo con la ayuda de personal especializado en el tema. Sin embargo, en el contexto actual es necesario ofrecer mayor calidad y agilidad en la realización de este tipo de actividades en las empresas.

Desde el momento en que Henry Ford abrió su planta en Detroit, se preocupó por establecer un equilibrio en los tiempo de montaje, de modo que se redujeran los tiempos muertos (Maynard, 2005). En el estudio de las operaciones de todo sistema productivo se han utilizado técnicas que han sido cuestionadas debido a la relación entre el costo del analista contratado y el impacto de su estudio en los procesos de producción de las empresas.

Algunas de las dificultades más conocidas de las técnicas tradicionales son: conflictos que genera la presencia de un analista con cronómetro frente al trabajador (temor natural a ser evaluado y medido), gran cantidad de horas-analista de capacitación para aprender a aplicar las técnicas MTM, subjetividad del proceso de valoración en el puesto de

trabajo, conductas intencionales por parte del trabajador para variar el método, entre otras.

Para dar respuesta a la necesidad de ofrecer alternativas más ágiles y menos costosas para las empresas, se propone realizar una validación de la técnica Tiempos Agregados. Esta técnica es un procedimiento fácilmente aplicable en el que se combinan: el muestreo de trabajo, el estudio de tiempos con cronómetro y los registros históricos. Por lo tanto, por medio de esta técnica es posible tomar los tiempos con menor esfuerzo y dedicación del analista, al mismo tiempo que se estimula la participación de los empleados de las empresas.

El alcance de la técnica de tiempos agregados comprende desde el cargue de las máquinas, hasta su descarga. Ese alcance debe estar claramente definido por el ingeniero de métodos, quien deberá establecer un flujograma de procesos en el que deberá indicar el inicio y el final del proceso, para evitar variables que afecten el estándar de un lote a otro.

También es importante explicar que esta técnica es de corte Reduccionista, debido a que su aplicación se concentra en el tamaño del lote o en un período de tiempo dado de estudio, dejando a un lado otros factores importantes que afectan al personal en la ejecución de la tarea, como el ambiente, la biomecánica, la motivación del personal, entre otros.

Por todo lo anterior, es importante preguntarse: ¿Resulta confiable aplicar la técnica de Tiempos agregados a procesos de manufactura – confección? ¿Se comportará de forma parecida a las técnicas tradicionales de modo que pueda aplicarse sin duda?

## 1.2 Área problemática

De acuerdo con lo anterior, se analizará el procedimiento para calcular los tiempos estándar de los métodos tradicionales del cronómetro y el predeterminado MTM-3 del proceso de fabricación del bóxer 2148 en una empresa manufacturera del sector de la confección de la ciudad de Medellín; igualmente, se demostrará todo el procedimiento para calcular el tiempo estándar con la técnica propuesta.

### **1.3 Formulación del problema**

El estudio del trabajo surge a finales del siglo XIX cuando F.W. Taylor presenta ante la ASME, su Teoría de la Administración Científica. Para entonces, los procesos, si bien habían involucrado tecnología, no se realizaba una evaluación exhaustiva de cada uno de los factores productivos (hombres, máquinas, materiales) con miras a acercarse a puestos de trabajo objetivamente y medir la eficiencia del flujo de trabajo y la productividad.

No obstante, fue el mismo Taylor, quien dio los primeros resultados al aplicar el estudio de tiempos con cronómetro – ETC, mejorando considerablemente el desempeño y la eficiencia de los trabajadores en la planta de producción donde entonces él laboraba. Por lo anterior, fue considerado como el primer analista que realizó el estudio sistemático de los tiempos. Posteriormente, y con el auge de la producción en serie y con el crecimiento de las plantas de ensamble automotriz, esta tarea fue adquiriendo más significancia, hasta que los esposos Gilbreth inician la estructuración de su legado: los Therblig, conjunto de micro-movimientos y base para que se diseñaran la mayoría de sistemas de tiempos predeterminados.

A partir de esta época, años 20, y previos a la 2ª Guerra Mundial, se comienzan a desarrollar una gran cantidad de sistemas y técnicas para facilitar la estandarización de los procesos productivos, logrando mayor desarrollo en plantas de manufactura estadounidenses.

Actualmente, y desde hace unas décadas, se continúan aplicando las técnicas tradicionales en nuestro medio, en los diferentes sectores productivos y por diferentes tipos de profesionales. Es en este grupo humano, donde se ha ido descubriendo una serie de ventajas y desventajas al momento de aplicar los procedimientos, pues algunas técnicas no llegan a ser lo suficientemente objetivas, requieren de mucho tiempo de entrenamiento o necesitan diligenciar una serie de formatos y tablas.

Así pues, es relevante preguntar: ¿Cómo se comportará el tiempo estándar del proceso de fabricación de un bóxer calculado con los Tiempos Agregados frente al tiempo calculado con ETC y con MTM-3?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Validar la nueva técnica de medición del trabajo Tiempos Agregados, a través de una triangulación de instrumentos de recolección de información y un análisis comparativo con las técnicas tradicionales de medición del trabajo.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar las técnicas de medición tradicional, el ETC y los tiempos predeterminados MTM-3, con la técnica de Tiempos Agregados en un caso específico: el proceso de elaboración de un bóxer.
- Realizar un análisis estadístico que permita comparar el tiempo estándar obtenido con las técnicas del ETC, con MTM-3 y, con la nueva técnica de los Tiempos Agregados.

## **1.5 Pregunta de investigación.**

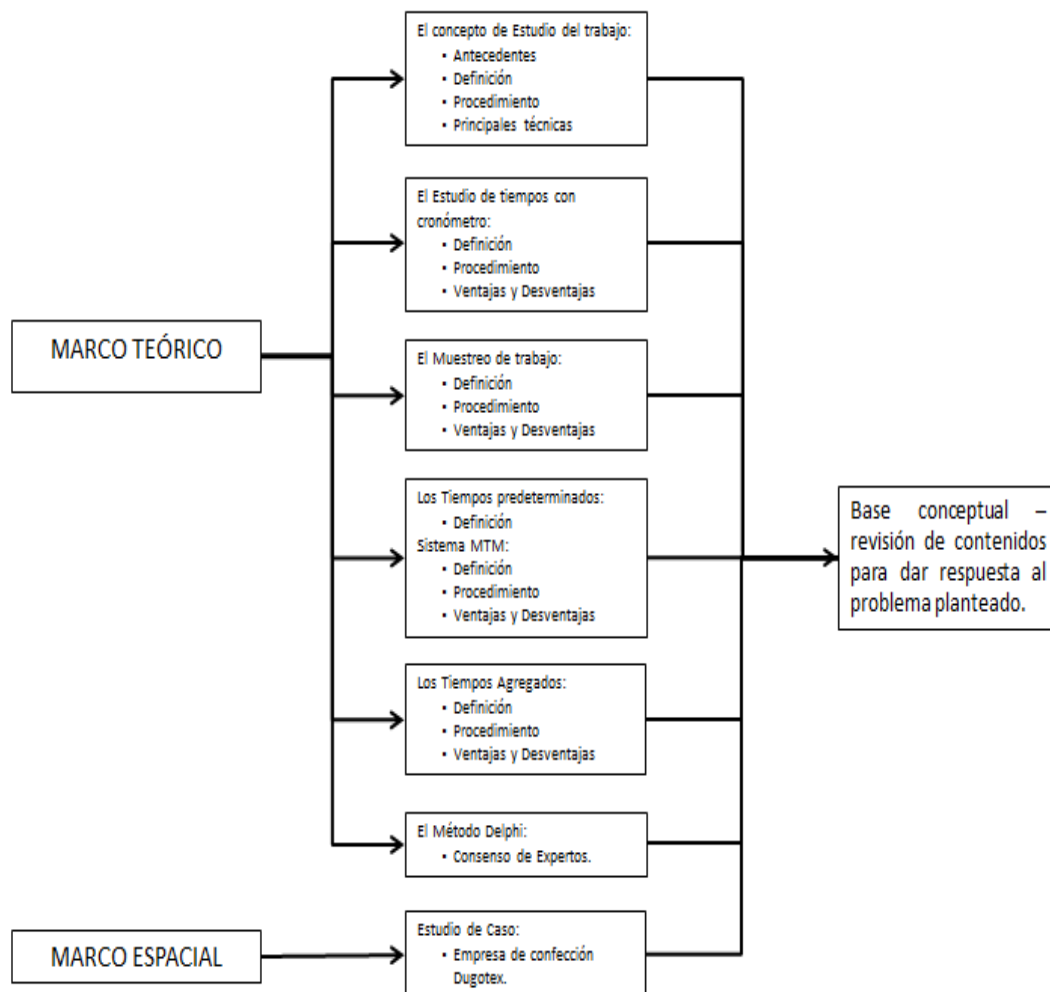
¿Cómo se comportará el tiempo estándar de las operaciones de fabricación del bóxer de referencia 2148, obtenido al aplicar la técnica Tiempos Agregados, al compararlo con el obtenido con las técnicas tradicionales, el ETC y los tiempos predeterminados MTM-3?



## 2. Capítulo 2 Marco Teórico

En la figura 2-1, se muestra el hilo conductor que se seguirá en la construcción del marco teórico de las técnicas de medición.

Figura 2-1: Hilo conductor para la construcción del marco teórico



Fuente: Elaboración propia

## 2.1 Estudio del trabajo

### 2.1.1 Antecedentes

A continuación, se presentará un breve recuento histórico sobre la evolución de la ingeniería de métodos y tiempos. Ferrell, citado por Hodson (2005), menciona que antes de la Revolución Industrial los bienes eran creados artesanalmente. Luego, con la inminente modernización aparecieron los primeros equipos de producción que transformaron esa relación. Sir Richard Arkwright (1732-1792), además de ser el inventor de la hiladora continua, creó el primer sistema administrativo para organizar y controlar la producción y el trabajo de los operarios de las fábricas de Inglaterra.

Por ese mismo tiempo, James Watt y Matthew Boulton inventaron la máquina de vapor, lo que significó la tecnificación del trabajo de los artesanos. Pero en realidad fueron sus hijos James Watt Jr. y Matthew Robinson Boulton, quienes pusieron en marcha la primera industria manufacturera en el mundo, la cual poseía un sistema de control de costos direccionando a mejorar la efectividad de la producción.

Frederick Taylor fue mundialmente reconocido como el padre de la Administración Científica, luego de publicar en 1911 el libro *The Principles of Scientific Management* (Herrmann, 2007) y (Arias, 2012), en el cual explicaban la forma de calcular la producción máxima que podía asignársele a un trabajador en la ejecución de una tarea. Aunque Taylor tuvo un gran número de simpatizantes en las fábricas de acero de Estados Unidos, también tuvo fervientes críticos que aseveraban que sus enseñanzas deshumanizaban el trabajo al mecanizar a los operarios en función de sus tareas repetitivas.

Desafortunadamente para Taylor, algunos de sus seguidores aplicaron inescrupulosa y arbitrariamente sus ideas, por lo que pronto se convirtieron en mecanismos de explotación. Estas condiciones llevaron a que las fábricas se convirtieran en espacios autócratas que limitaban las posibilidades de desarrollo y crecimiento laboral de las



personas. A pesar de lo anterior, los experimentos realizados por Taylor deben ser tenidos en cuenta, ya que constituyen el primer antecedente del estudio de la relación entre el tiempo y la productividad en las fábricas.

En 1932 fueron publicados dos libros importantes sobre la misma relación: *Motion and Time study Common Sense Applied to time and motion studies* de R.M. Barnes y A. H. Mogesen, respectivamente. Estas publicaciones aparecieron en medio de la discusión respecto al elemento de mayor importancia para la productividad de las industrias: los métodos y los tiempos. En 1934, Maynard y asociados propusieron el concepto de Ingeniería de Métodos como:

“La técnica que somete a un profundo análisis a cada operación de determinada parte del trabajo, con el fin de eliminar todas las operaciones innecesarias para acercarse al método mejor y más rápido de desempeñar cada método estándar. Solo cuando ya se ha hecho todo esto, y no antes, se determina, por medio de una medición precisa el número de horas estándar en las cuales un operario, trabajando con un desempeño promedio, puede realizar el trabajo; por último, normalmente, aunque no de manera necesaria, se concibe un plan de compensación de mano de obra que motive al operario a alcanzar o superar el desempeño promedio”. (Hodson, 2005, p. 1.6)

Tal como se evidencia en la cita, en algunos casos este concepto no es aplicado de forma sistemática, lo que conlleva resultados diferentes a los que se espera lograr con su aplicación estructurada. Luego de esto, al inicio del siglo XX los esposos Frank y Lillian plantearon los Therbligs –su apellido escrito de atrás hacia adelante– 18 movimientos básicos que debían ejecutarse en un período de tiempo establecido. Este legado fue la base para el desarrollo de las técnicas de medición de tiempos predeterminados, por lo cual esta pareja de esposos son considerados los Padres de esta técnica.

En la figura 2, elaborada por Hernández (2010) se pueden ver las técnicas de control de Taylor en la Administración Contemporánea. A partir de este material se han desarrollado

diferentes herramientas que aún hoy se utilizan para la planeación y el control del trabajo humano en los sistemas productivos.

Figura 2-2: Las técnicas de control de Taylor en la Administración contemporánea

<i>Administración científica</i>	<i>Algunas aplicaciones en la actualidad</i>
<i>Filosofía</i>	
Toma de decisiones científica	Investigación de operaciones (programación lineal, ruta crítica, simulación); técnicas analíticas que ayudan en la toma de decisiones (Dinkel, Kochenberger y Plane, 1980).
Cooperación administración-trabajo	Gestión por valores (GpV): modelo que promueve la cooperación y participación mediante la interiorización de valores operacionales (Dolan & García, 1999).
<i>Técnicas</i>	
Estudios de tiempos y movimientos	Manufactura ágil: métodos para la reducción y eliminación del desperdicio en la manufactura para reducir el costo del trabajo, como la medición del tiempo de los métodos (MTM); estudio del tiempo con cronómetro, muestreos del trabajo, diagramas de flujo, diagramas de operaciones, diagramas de procesos, análisis de operaciones, diseño de estación de trabajo, etc. (Meyers, 2000).
Estandarización de herramientas y procedimientos	Lean Manufacturing: se enfoca a la reducción de siete tipos de desperdicios (sobrepoducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados (Hobbs, 2004). Kaizen: reconoce y elimina desperdicios en la empresa, en procesos productivos, el mantenimiento de máquinas o, incluso, en procedimientos administrativos (ΠΡΟΤ, 2002). Six sigma: metodología para la mejora de procesos que busca eliminar o reducir los defectos o fallas en la entrega de un producto, para lo cual utiliza herramientas estadísticas (Brue, 2002). ISO 9000: normas sobre calidad y gestión continua de calidad (Hoyle, 2006).
Asignación de tareas	Management by Objectives (MBO): consiste en establecer metas al nivel más alto de la organización, clarificar los papeles específicos de quienes tienen la responsabilidad de alcanzarlas y fijar y modificar objetivos para los subordinados (Koontz & Wehrich, 1994).
Bonos monetarios	Improshare: modalidad de participación de las utilidades, que compara las horas de trabajo ahorradas para un número de unidades producidas, con las horas requeridas para producir el mismo número de unidades durante un período base. Los ahorros se reparten entre la compañía y los trabajadores directos e indirectos involucrados con la producción (Bohlander, Snell y Sherman, 2001).
Responsabilidad gerencial de la formación	Capacitación: la gerencia determina el tipo de capacitación en relación con la productividad, acompañada de una evaluación del análisis de tareas y funciones del puesto, así como del personal. La capacitación puede ser presencial o mediante herramientas informáticas, por simulación, como practicante, etc. (Bohlander, Snell y Sherman, 2001).
La selección científica del trabajador	Técnicas de selección: pruebas de aptitudes, de rendimiento, de personalidad, psicotécnicas, etc. (Montes, 2006).

Fuente: Hernández (2010)

Figura 2-3: Resumen Antecedentes de la Medición del trabajo

N°	AUTOR	TÉCNICA
1	Perronet, (1760)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza el primer intento registrado para medir el tiempo de operaciones de manufactura. Describe el proceso (ciclo) completo de producción en una fábrica de alfileres.</li> </ul>
2	Charles W. Babbage, (1820)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hace una serie de estudio de tiempos en la producción de alfileres comunes. Señala la importancia de la división de la tarea en operaciones separadas. Proclama la especialización de los trabajadores. Señala la necesidad de determinar el coste de cada proceso. Defendió la observación secreta del trabajador.</li> </ul>
3	En 1880 nace la American Society of Mechanical Engineers (ASME).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crearon numerosos estándares y normativas de uso de gran variedad de máquinas.</li> </ul>
4	Henry Towne (1885)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajó en como abordar la mejorar de los talleres (fábricas) y la eficiencia de los trabajadores. Crea un sistema de incentivos (luego llamado sistema de Towne-Halsey).</li> </ul>
5	Frederick A. Halsey (1891)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determina el tiempo tipo necesario para completar la tarea a partir de registros pasados.</li> </ul>
6	Frederick W. Taylor (1903, 1906)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fue el primer testimonio escrito sobre medición del trabajo a través de la descomposición del trabajo en elementos. Asignó ciertas medidas de productividad, como el número de palas de tierra por hora.</li> <li>Presenta en 1903 en la ASME su ensayo sobre la administración del taller (Shop Management) y en 1906 da a conocer su trabajo sobre el arte de cortar los metales (On the art of cutting metals).</li> </ul>
7	Henry L. Gantt (1908)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduce la psicología de las relaciones con el empleado.</li> </ul>
8	Frank Bunker Gilbreth y Henry L. Gantt (1910)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frank Bunker Gilbreth da a conocer su trabajo "Estudio de movimientos" (Motion Study). Henry L. Gantt publica su obra "Trabajo, salarios y ganancias" (Work, wages and profits).</li> </ul>
9	Frederick W. Taylor (1911)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Publica "La eficiencia como base para operación y salarios".</li> </ul>
10	Barnes, (1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datos Standard</li> <li>Muestreo de Trabajo</li> <li>Sistemas de tiempos predeterminados (PTS)</li> <li>Estudio de tiempos con cronómetro</li> </ul>
11	Niebel, (1988)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de tiempos con cronómetro</li> <li>Colección de datos computarizados</li> <li>Datos Standard</li> <li>Datos de movimientos fundamentales</li> <li>Muestreo de Trabajo y Datos Históricos</li> </ul>
12	Kang, K. S., Kim, T. H., & Rhee, I. K. (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo estándar establecido en procesos de fabricación de tintas utilizando método de datos estándar</li> </ul>
13	Hodson, William K.(1996)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de tiempos con cronómetro</li> <li>Muestreo de Trabajo y medición de tiempos en grupo</li> <li>Sistemas de Tiempos Predeterminados- Work Factor - MTM</li> </ul>
14	Kee, D. H., Ko, H. J., & Lee, D. J. (1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de tiempos con cronómetro para pequeña empresa de producción de partes de bicicleta.</li> </ul>
15	Um, K. Y., & Lee, M. K. (1997).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Software de computadora para generar tiempos estándar para los productos de montaje utilizando un BOM modificado.</li> </ul>
16	Shim, C. G., & Byun, J. H. (1998).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de estimación de tiempo estándar para empresas de fabricación de artículos de multimodo y muy pequeña cantidad</li> </ul>

17	Lawrences, (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de tiempos</li> <li>• Sistemas de Datos Standard</li> <li>• Sistemas de tiempos predeterminados (PTS)</li> <li>• Muestreo de Trabajo</li> <li>• Medición de trabajo fisiológico</li> <li>• Reportes laborales</li> </ul>
18	Meyers and Stewart (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de tiempos standard predeterminados (PTSS)</li> <li>• Estudio de tiempos con cronómetro</li> <li>• Muestreo de Trabajo</li> <li>• Datos Standard</li> <li>• Opinión de expertos y datos históricos</li> </ul>
19	Niebel and Freivalds. (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de tiempos</li> <li>• Datos Standard y fórmulas</li> <li>• Sistemas de tiempos predeterminados</li> <li>• Muestreo de Trabajo</li> <li>• Estándares Indirectos y gastos laborales</li> </ul>
20	Caso N., Alfredo. (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de tiempos con cronómetro</li> <li>• Muestreo de Trabajo</li> <li>• Sistema Bedoux</li> <li>• Tiempos Predeterminados- Work Factor - MTM</li> </ul>
21	García C., Roberto. (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de tiempos con cronómetro</li> <li>• Muestreo de Trabajo</li> <li>• Datos Standard y fórmulas</li> <li>• Sistemas de tiempos predeterminados - MTM-1</li> <li>• Modapts</li> <li>• Técnica MOST</li> </ul>
22	Munyisia, E., Yu, P. & Hailey, D. (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y prueba de una herramienta de medición de trabajo para evaluar las actividades de los cuidadores en instalaciones residenciales de cuidado de años</li> </ul>
23	Kühn, F. M., & Laurig, W. (1990).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer-aided workload analysis using MTM.</li> </ul>
24	Cohen, Y., Bidanda, B., & Billo, R. E. (1998).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accelerating the generation of work measurement standards through automatic speech recognition: a laboratory study.</li> </ul>
25	Kadefors, R., & Forsman, M. (2000).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonomic evaluation of complex work: a participative approach employing video-computer interaction, exemplified in a study of order picking.</li> </ul>
26	Singer, G., Golan, M., & Cohen, Y. (2014).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• From product documentation to a 'method prototype' and standard times: a new technique for complex manual assembly.</li> </ul>
27	Kang, B., & Bekkers, R. (2015).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Just-in-time patents and the development of standards.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.2 Definición.

Según Kanawaty (2002), el estudio del trabajo es el examen crítico y sistemático de las actividades laborales, que se realiza con el fin de mejorar el rendimiento productivo. En un primer momento se realiza un examen para realizar un diagnóstico de la situación; luego se evalúan de forma sistemática los métodos y actividades para ejecutar las tareas asignadas. A partir de estos dos procesos se selecciona la mejor alternativa, aquella que implica la menor cantidad de movimientos.

De otro lado, García (2005) plantea el diseño del trabajo o simplificación del método, cuyo objetivo es aumentar la productividad empleando menos recursos: humanos, materiales e industriales. En el Glosario de Términos del Instituto Británico de Normas, Daniels (1997) y Caso (2006) definen el estudio del trabajo como una técnica cuyo objetivo es examinar el desempeño laboral de las personas en todos sus contextos, de modo que se puedan establecer todos los factores que influyen en la eficiencia y la economía de la situación.

El estudio del trabajo sirve de base para la aplicación de herramientas de eficiencia como el Lean Manufacturing, el TPM y el Kaizen. Estas técnicas de estudio permiten planear, programar y controlar la producción, lo que asegura la reducción de posibilidades de fracaso laboral.

### **2.1.3 Aplicación.**

El estudio del trabajo permite estudiar una tarea en dos dimensiones: cualitativa y cuantitativamente. Todo estudio inicia con una revisión cualitativa de los métodos; se inicia con el análisis de las formas en que se realizan las tareas, para establecer la secuencia operacional lógica, de manera que se puedan reducir los movimientos innecesarios que aumentan el tiempo total de fabricación. Como lo define (Kanawaty, 2002, p.19), “el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”.

Fundamentalmente, las acciones de mejoramiento de los métodos surgen de la creatividad del analista, quien debe revisar exhaustivamente todos los elementos que pueden suprimirse. El analista a través del uso de diagramas, logra normalizar el método, al mismo tiempo que documenta el procedimiento y su paulatina estandarización. Pero, como también lo menciona la OIT, quien realice el estudio del trabajo, deberá observar continuamente y sin interrupción los procesos, de modo que se puedan evaluar los problemas y encontrarles soluciones.

De acuerdo con (Caso, 2006; 16), aunque (Bures, 2015) y (Baines, 1995) también lo explican de manera similar, la medición del trabajo sirve para investigar, analizar y reducir el tiempo improductivo, sea cual sea el caso que se desea evaluar. Entonces, cuando se desea estandarizar una tarea, se selecciona una Técnica de Medición, teniendo en cuenta la naturaleza de la tarea y las necesidades de la empresa. Kanawaty (2002), también la define como la aplicación de técnicas para calcular el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida, esto último se refiere al método de trabajo diseñado.

Una vez seleccionada la técnica, el analista sigue paso a paso las actividades, dejando evidencia en formas prediseñadas, con el fin de construir el tiempo estándar promedio y recopilar datos históricos de la tarea estudiada.

En primera instancia, si el analista selecciona el Estudio de Tiempos con Cronómetro, necesitará de un considerable tiempo para poder “construir” dicho estándar, puesto que es necesario tomar muchos tiempos. Del mismo modo, si desea estandarizar la tarea con Muestreo de Trabajo, también requerirá de una gran cantidad de tiempo, ya que la validez de esta técnica aumenta de acuerdo a la cantidad de datos obtenidos.

El Muestreo de Trabajo es una técnica en la cual se realiza un gran número de observaciones aleatorias a un objeto de estudio, sin intervenir en el método, ni en el desempeño del trabajador. Según Kanawaty (2002) y (Cisterna, 2005), usualmente esta técnica se utiliza para: evaluar el tiempo de productividad e improductividad; determinar el contenido del trabajo; ayudar a los gerentes y trabajadores a hacer un mejor uso de sus tiempos; estimar las necesidades gerenciales de equipo o el costo de las actividades.

Además, el método de Muestreo de Trabajo ofrece varias ventajas para la obtención de datos, si se le compara con el procedimiento de estudios de tiempos con cronómetro, pues no requiere una observación continua de un analista; el tiempo de trabajo de oficina disminuye; el total de horas-trabajo del analista es mucho menor; el operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas directas y por ende no sienten la misma presión; las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

Finalmente, si el analista decide aplicar los Tiempos Predeterminados requerirá de mucha experiencia para poder identificar y desglosar los movimientos básicos de las tareas (García, 2005). Además, necesitará de una gran cantidad de horas para dedicarle al estudio de cada tarea, lo cual supone un mayor costo en su implementación.

#### **2.1.4 Procedimiento**

El procedimiento general para el estudio del trabajo ha sido determinado por Kanawaty (2002) quien ha establecido pasos sistemáticos para aplicar: seleccionar el trabajo que se va a observar; registrar los datos relacionados con el trabajo, los métodos y los elementos relacionados con dicho trabajo; examinar desde una mirada crítica separando las actividades de tipo productivas de las improductivas; medir cada actividad de acuerdo con la técnica seleccionada; obtener el tiempo promedio asignando los suplementes básicos y variables, de acuerdo a las especificaciones de las tareas; finalmente establecer el tiempo estándar al que los trabajadores deberán ajustarse.

## 2.2 Principales técnicas.

### 2.2.1 Estudio de Tiempos con Cronómetro

Según Hodson (2005), el estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo que requiere un operador especializado en ejecutar una tarea a un ritmo normal de trabajo. En la realidad empresarial, el estudio de tiempos con cronómetro, normalmente incluye el estudio de los métodos; los analistas deben observarlos mientras se lleva a cabo el estudio de tiempos, de modo que puedan descubrir posibles mejoras.

Diferentes autores afirman que esta técnica además de ser fácil, puede ser aplicada a diferentes tipos de empresas. Sin embargo, es necesario mencionar que la presencia del cronómetro modifica la actividad evaluada, ya que el operario se siente presionado y evaluado. Aunque el uso del cronómetro en los espacios laborales ha generado grandes controversias, no puede desconocerse que es el instrumento preferido por los empresarios y los analistas para evaluar el rendimiento de productividad. A continuación se describen los pasos para realizar un estudio de tiempos con cronómetro:

1. Selección del trabajador: el analista deberá seleccionar al operador que realiza su tarea en un tiempo promedio; ni el más veloz ni al más lento<sup>1</sup>.

2. Recopilar toda la información relacionada con el proceso a medir: el analista debe diligenciar un formato con todos los datos básicos del proceso que se evaluará. Además, el analista deberá comparar el método establecido con lo que observa en la realización del proceso.

---

<sup>1</sup> Generalmente, los empresarios prefieren establecer estándares con operarios ágiles y rápidos, para poder generar más volumen de producción; al contrario, los operadores, buscarán la manera de realizar las tareas más lentamente, protegiéndose contra mediciones arbitrarias y subjetivas.



3. Separar la operación en elementos: el analista debe observar los diferentes movimientos que hacen parte del proceso productivo a evaluar: los repetitivos, causales, extraños, manuales, mecánicos, entre otros. De esta manera, serán separados todos los tipos de movimientos para facilitar la labor del analista y reducir las probabilidades de error<sup>2</sup>.

4. Calcular el número de observaciones teóricas: esto permitirá establecer el nivel de confianza y precisión del estudio. Con el método estadístico, calcular  $N'$ :

Ecuación 2-1:

$$N' = \left[ \frac{2}{\%p} \times \frac{1}{\sum Xi} \times \sqrt{n[\sum (Xi)^2] - (\sum Xi)^2} \right]^2$$

5. Definir los suplementos<sup>3</sup>: ya sea por elemento o el ciclo. Asignar los suplementos, teniendo en cuenta el tipo de tarea que se ejecuta, así como las condiciones del trabajo que afectan directamente el desempeño del operador.

6. Tomar el estudio de tiempos con el cronómetro Esta etapa consiste en desplazarse hasta el lugar de trabajo y tomar registro de los tiempos elementales que conforman el ciclo.

---

<sup>2</sup> La ventaja más fuerte de la división por elementos, es que, al momento de mejorar un elemento por su naturaleza, como, por ejemplo, el uso de una herramienta manual, para ser reemplazada por una más sofisticada, sólo se reemplazarán dichos movimientos o elemento, y el resto del ciclo permanecerá estandarizado. Sólo se cambiará por el estándar nuevo. Esto da a la técnica, una característica importante: la flexibilidad de adaptación a las mejoras implementadas.

<sup>3</sup> Es un porcentaje de tiempo que debe preverse para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, para establecer el contenido de trabajo. Véase George, K. (1996). Introducción al estudio del trabajo. Métodos y movimientos en el lugar de trabajo. 4ed. Ginebra, Suiza: oficina internacional del trabajo. Págs. 335-343

7. Calificar el desempeño del operario ( $C_i$ ): el analista asignará un valor cuantitativo a la tarea que desarrolla el operario por medio de un sistema de valoración. El sistema básico, evalúa la rapidez y la precisión en los movimientos del operador. Sin embargo, es un sistema muy subjetivo, pues el analista deberá conocer muy bien el proceso que mide, para definir el valor de cada ejecución. El sistema Westinghouse, evalúa cuatro variables: habilidad, esfuerzo, condiciones ambientales y consistencia de los tiempos; sin embargo, requiere un poco de entrenamiento para que el analista desarrolle la capacidad de realizar dos valoraciones de forma simultánea: registrar el tiempo observado, calificar la habilidad y el esfuerzo del operador.

Luego, calcular el Tiempo Normal y el Tiempo Tipo por elemento:

Ecuación 2-2:

$$TN = \frac{\sum T_o \times C_i}{V_b}$$

Ecuación 2-3:

$$TT = \frac{TN}{n}$$

8. Calcular el tiempo estándar por elemento y calcular el tiempo estándar del ciclo:

Ecuación 2-4:

$$T_{std\ elem} = TT (1 + \% \text{ supl})$$

Ecuación 2-5:

$$T_{std\ ciclo} = \sum T_{std\ elem}$$

## 2.2.2 El Muestreo de Trabajo

En esta técnica no se utiliza ningún instrumento para medir el tiempo, pues sólo se establecen las proporciones de la ocurrencia del evento, clasificando los movimientos en productivos e improductivos. De acuerdo con Hodson (2005), Caso (2006) y García (2005) la teoría del Muestreo de Trabajo es una técnica utilizada para determinar el porcentaje de aparición de una actividad, por medio de un muestreo estadístico y observaciones aleatorias.

Esta técnica se basa en la Ley de Probabilidades y se utiliza para medir ciclos que no se pueden medir con el cronómetro. Por lo anterior, el muestreo utiliza las muestras, conseguidas a partir de la utilización de números aleatorios con el fin de establecer el horario de cada observación del ciclo. Es importante mencionar que esta técnica no genera tanta controversia como el estudio de tiempos con cronómetro, ya que el operador no se da cuenta que está siendo observado ni evaluado. El procedimiento general de esta técnica es:

1. Definir el objetivo y el objeto de estudio.
2. Establecer el nivel de confianza y la precisión deseados para el estudio.
3. Tomar una muestra piloto para conocer los valores aproximados de  $p$  y  $q$ . Además,

Ecuación 2-6:

$$p + q = 100 \%$$

4. Calcular el número de observaciones teóricas, donde

Ecuación 2-7:

$$N = \frac{p \times q}{(\%p)^2}$$

5. Establecer la duración de cada observación y definir el número de períodos disponibles para el estudio por jornada laboral.

6. Definir cuántas observaciones se tomarán por día, a partir de la ayuda de números aleatorios y lo que se sabe en la planta de producción.

7. Establecer el horario de cada observación.

8. Realizar el estudio completo registrándolo en un formato u hoja de registro.

9. Hacer los cálculos correspondientes a la identificación de las principales causas que generan la inactividad.

### **2.2.3 Tiempos Predeterminados**

Esta técnica ha sido definida por muchos autores, García (2005), afirma que 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 sin necesitar del cronómetro.” (García, 2005, p.301)

Existen más de doscientos sistemas de Tiempos Predeterminados en el medio; algunos de los más importantes son el MTM, *Work-Factor*, GPD (*General Purpose Data*) BMT (*Basic Motion Timestudy*), *Modapts*, entre otros. Sin duda alguna, el sistema más utilizado y conocido es el MTM, pues es el pionero a partir del cual se han desarrollado la gran mayoría de sistemas existentes. Así, pues, “el sistema MTM da valores de tiempo para los movimientos fundamentales y es un procedimiento que descompone y analiza un método o una operación manual en los movimientos básicos requeridos para su realización.” (Caso, 2006, p.138)

Además, puede decirse que esta es una técnica que facilita el análisis de cualquier operación o método manual, asignándole un tipo predeterminado de tiempo a cada movimiento básico, teniendo en cuenta la naturaleza del movimiento y las condiciones de su ejecución.

Los tiempos predeterminados se desarrollan a partir de los valores asignados a las operaciones en el cuerpo (micro-movimientos) que el analista selecciona de un manual, después de analizar el método y la cantidad de tiempo requerido para realizar una labor en particular. Los sistemas más utilizados son los MTM y el Factor Trabajo, siendo el primero, el sistema con el cual se basaron para la construcción de la mayoría de los sistemas predeterminados. Dentro del sistema MTM, se reconocen los MTM-1, MTM-2 y MTM-3, como los más utilizados, en especial en los sectores confección, automotriz y metalmecánico. Según Caso (2006) y García (2005), los Tiempos Predeterminados especifican cada micro-movimiento al cual se le asigna un tiempo en unidades de medida

de tiempo, TMU<sup>4</sup>. El procedimiento general para aplicar la técnica MTM descrito por García (2005) se desarrollará completamente en la sección 4.2.1.

Las principales dificultades de estos sistemas son: el analista debe conocer casi perfectamente el proceso a medir, recibir una gran cantidad de horas de entrenamiento para desarrollar la habilidad en el manejo de tablas y capacidad observadora para identificar los micro-movimientos.

## 2.2.4 Tiempos Agregados

Según Becerra (2008), el método de Tiempos Agregados retoma elementos de las técnicas de estudio con cronómetro y muestreo del trabajo. De la primera, recupera el uso del cronómetro y la valoración del ritmo del trabajador; de la segunda la disponibilidad del analista a observar simultáneamente varias operaciones, junto al criterio de aleatoriedad de las observaciones. La aplicación regular de la técnica de Tiempos Agregados permite acumular una base de datos histórica de tiempos estándar para la empresa. La aplicación de este método requiere los siguientes pasos:

1. Elegir un criterio de observación: El analista decide si observa el lote de unidades a fabricar o el período de fabricación, de acuerdo a las circunstancias de la empresa y su la producción. Cuando el analista escoge observar el lote de unidades a fabricar, quiere decir que conoce el número de unidades que se fabricarán, sin tener en cuenta el tiempo que requiere la fabricación de cada unidad. De acuerdo con esto, el ciclo de fabricación corresponde a la cantidad de unidades y se deben establecer el número de observaciones a realizar para dicho lote. Estas observaciones corresponden a sub-lotes

---

<sup>4</sup> TMU por sus iniciales en inglés Time Measurement Unit. Cada TMU equivale a 0,0006 minuto o lo que es igual a 0.036 segundos.

homogéneos que se distribuyen aleatoriamente para garantizar distintos momentos de observación del analista.

Por el contrario, si el analista decide observar el periodo de fabricación, implica que desconoce el número de unidades a producir y el tiempo estándar de fabricación. Por esa razón, el analista define un periodo de observación en el que se incluyan periodos crecientes y decrecientes del ritmo de trabajo del operario. Por ello, el periodo total de observación se divide en intervalos de tiempo de diferentes jornadas y horarios. Luego se establecen de forma aleatoria los intervalos que deben ser observados por el analista.

2. Definición del número de observaciones: luego de que el analista ha definido el criterio de observación que utilizará y sus intervalos, define el número de observaciones que va a realizar durante los intervalos de tiempo definidos.

3. Valoración del ritmo del trabajador: en cada observación, el analista debe evaluar el ritmo del trabajador y estar atento a elementos casuales y extraños, que se presenten durante el trabajo<sup>5</sup>.

4. Cálculo del tiempo estándar: a partir de los tiempos obtenidos y registrados se calcula el tiempo estándar teniendo en cuenta la tabla propuesta por Becerra (2008).

---

<sup>5</sup> Los elementos casuales son aquellos que se presentan con regularidad durante la operación y los elementos extraños son aquellos que no están considerados dentro de la ejecución normal de la operación.

Figura 2-4: Matriz de Datos para Tiempos Agregados

Matriz de datos para tiempos agregados						
Hora inicio Hi	Hora final Hf	Tiempo observado	Valoración del ritmo	Tiempo elementos casuales	Tiempo elementos extraños	Unidades producidas
		$T_1$	$VR_{11}$	$TC_1$	$TE_1$	$N_1$
			$VR_{12}$			
			$VR_{1m}$			
		$T_2$	$VR_{21}$	$TC_2$	$TE_2$	$N_2$
			$VR_{22}$			
			$VR_{2m}$			
		$T_3$	$VR_{31}$	$TC_3$	$TE_3$	$N_3$
			$VR_{32}$			
			$VR_{3m}$			
		$T_n$	$VR_{n1}$	$TC_n$	$Ten$	$N_n$
			$VR_{n2}$			
			$VR_{nm}$			
Promedios		$\Sigma T/n$	$\Sigma VR/n$	$\Sigma TC/n$	$\Sigma TE/n$	$\Sigma N/n$

Fuente: Becerra (2008)

Se propone las siguientes variables para calcular el tiempo estándar:

- “Hi y Hf: horas reales en que se inicia la observación. Aquí se entiende que en el caso de usar el periodo de observación como criterio, Hi y Hf no necesariamente coinciden con los horarios de trabajo establecidos por la empresa. Estos datos pueden ser registrados por el trabajador.
- $T_n$  es el tiempo total del intervalo establecido en minutos preferiblemente ( $H_f - H_i$ ).



- VR es la valoración del ritmo hecha por el analista durante las observaciones dentro del intervalo de tiempo.
  
- TC es el tiempo de los elementos casuales que se presentan durante las observaciones; deben ser medidos por el analista usando el cronómetro.
  
- TE es el tiempo de los elementos extraños que se presentan durante las observaciones; deben ser medidos por el analista usando el cronómetro.
  
- N es la cantidad de unidades producidas en cada intervalo de tiempo observado.
  
- n es el número de observaciones realizadas, que, en el caso de los elementos casuales y extraños, corresponde al número de veces que éstos se presenten.” (Becerra, 2008, p.166).

El tiempo estándar se calcula con base en la siguiente ecuación:

Ecuación 2-8:

$$TS = \left[ \left( \left( \frac{\frac{\sum T}{n} + \frac{\sum TC}{n}}{\frac{\sum N}{n}} \right) \times \frac{\sum VR}{n} \right) - \frac{\sum TE}{n} \right]$$

Algunas ventajas del método de Tiempos Agregados propuesto por (Becerra, 2008, p.167), son:

- “No exige alto nivel de estandarización de las operaciones, pero si requiere de una secuencia de actividades claramente definida por el analista de tiempos y del trabajador. Aquí se considera que la técnica absorbe los ligeros cambios que normalmente se dan en la ejecución de la tarea.

- Es posible evaluar varios operarios que realizan la misma operación en distintos puestos de trabajo, por lo tanto, no se requiere el operario que ejecuta el ritmo normal. No obstante, se debe partir del principio de que todos los trabajadores observados son conocedores de la operación y cuentan con los recursos adecuados para ejecutarla.
- De igual manera, es una técnica que se puede utilizar para la medición simultánea de operaciones distintas, realizadas en distintos puestos de trabajo.
- Un solo analista puede ocuparse de varias operaciones e incluso puede hacer la observación de una sección completa, de una línea de ensamble o de todo un proceso productivo. Sin embargo, lo recomendable es realizarlo por operaciones.
- La técnica permite involucrar a los trabajadores en la medición, ya que participan de la recolección de los datos.
- No requiere desagregación de la operación en elementos, pues el analista solo debe preocuparse específicamente por la operación y la valoración del ritmo del trabajador.
- No requiere el uso de suplementos por fatiga o descanso del trabajador.”

## **2.3 Planteamiento de la hipótesis.**

Un tiempo estándar obtenido con los Tiempos Agregados es tan válido como el que se puede obtener con las técnicas tradicionales de Estudio de Tiempos con cronómetro y los Tiempos Predeterminados MTM-3.

## 3. Capítulo 3 Metodología

### 3.1 Estudio de caso

En *Case Study Research: Design and Methods*, Yin plantea que los estudios de caso en procesos investigativos son:

“Una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes. (...) Una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos.” (1994, p.13)

Como ya se mencionó, el estudio de caso de esta investigación consiste en realizar inferencias a partir del estudio detallado de la ejecución de actividades de un proceso de manufactura en una realidad empresarial. De esta manera, se espera brindar un conocimiento científico para dar respuesta a la pregunta de investigación. Además, en este método de estudio de caso los datos pueden ser obtenidos de diversas fuentes: documentos, registros de archivos, entrevistas directas, observación directa, toma de tiempos en los puestos de trabajo y observación de las instalaciones u objetos físicos (Chetty, 1996).

Yin afirma que el estudio de caso es una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo en su contexto real, a partir del cual se pueden observar más variables que las propuestas por el investigador. Esa observación está determinada por el desarrollo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos. En otras palabras, el estudio de caso no es una elección del método, sino del objeto que se va a estudiar, en este caso un proceso en una empresa de confección.

Para el diseño del estudio de caso, Yin propone una forma de diseño de la investigación con cinco componentes importantes: las preguntas de investigación, las proposiciones teóricas, las unidades de análisis, la vinculación lógica de los datos a las proposiciones, los criterios para la interpretación de los datos.

Además, Yin establece el protocolo para los estudios de caso, como el principal instrumento para asegurar la objetividad, confiabilidad y validez del análisis. En este sentido, plantea la necesidad del desarrollo de los siguientes pasos durante la etapa de recolección de información:

- Semblanza del estudio de caso: construcción del propósito, antecedentes, objetivos, hipótesis, bibliografía relevante, entre otros aspectos generales.
- Preguntas que deben ser respondidas por el estudio de caso: tienen como objetivo demostrar la hipótesis mediante la triangulación.
- Procedimientos a ser realizados: los cuales se seguirán en el uso de los instrumentos.
- Reporte del estudio de caso: el investigador debe diseñar un esquema básico para presentar los resultados obtenidos.

En el estudio de caso no se selecciona una muestra representativa de una población sino una muestra teórica. Así, “el objetivo de la muestra teórica es elegir casos que probablemente pueden replicar o extender la teoría emergente (...) deben adicionarse el número de casos hasta la saturación de la teoría” (Eisenhardt, 1989, 532-550).

De acuerdo con Yin, la unidad de análisis está diseñada en cuatro tipos básicos de estudio de caso: el caso único o unidad de análisis; el caso único con unidad principal y

una o más subunidades; los casos múltiples con unidad principal de análisis; los casos múltiples con unidad principal y una o más subunidades dentro de la principal.

Figura 3-1: Tipos de Unidades de Análisis

<b>UNIDAD</b>	<b>CASO ÚNICO</b>	<b>CASOS MÚLTIPLES</b>
<b>SIMPLE</b>	Tipo 1	Tipo 2
<b>MÚLTIPLE</b>	Tipo 3	Tipo 4

Fuente: Elaboración propia

Para la recolección de la información, Yin sugiere la utilización de múltiples fuentes de datos y el cumplimiento del principio de triangulación para garantizar la validez interna de la investigación. Con esto se pretende verificar si los datos obtenidos a través de las diferentes fuentes de información guardan relación entre sí (principio de triangulación); es decir, si desde diferentes perspectivas convergen los efectos explorados en el fenómeno.

De acuerdo con lo mencionado hasta acá, se puede decir que en la presente investigación el estudio de caso es exploratorio, ya que por el momento no existe un marco teórico definido sobre los Tiempos Agregados en la industria de confección y se selecciona una unidad de análisis tipo 1, o sea, simple de caso único.

## 3.2 Técnicas de análisis del trabajo

Se utilizó el método Delphi con un grupo de expertos en el manejo teórico y práctico de las técnicas tradicionales de Medición del Trabajo y que las han aplicado en empresas manufactureras a nivel nacional e internacional.

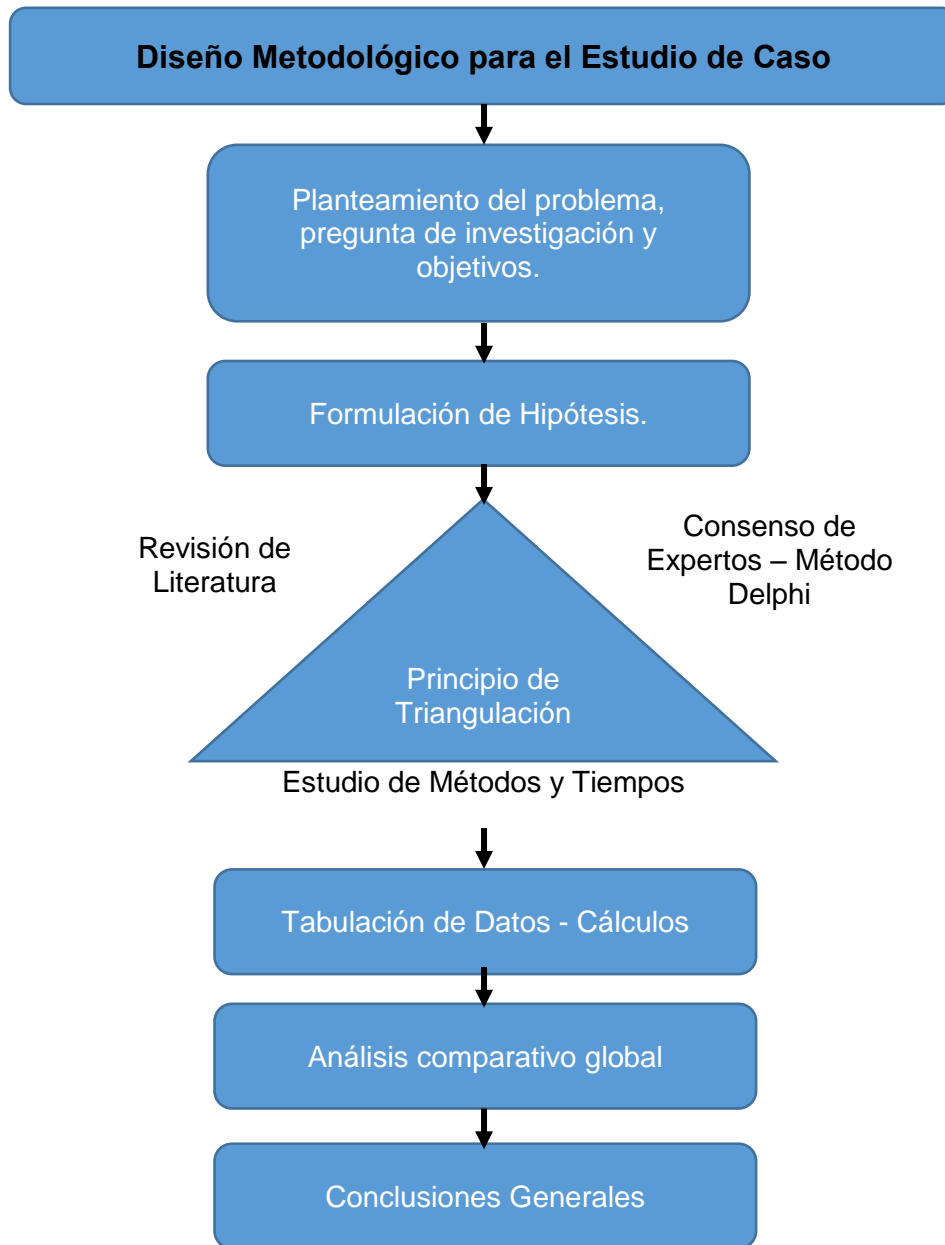
Luego, se procederá a exponer la metodología en la Empresa y a desarrollar un trabajo de campo con un estudio de métodos y tiempos en el proceso de fabricación de un bóxer

genérico que ya ha sido estandarizado con ETC y TP-MTM y que serán sometidos a la aplicación de la técnica Tiempos Agregados.

Finalmente, se realizará el análisis cuantitativo de los datos obtenidos, realizando gráficos de comportamiento comparativo que permita visualizar las desviaciones entre las técnicas tradicionales ETC y TP-MTM y la técnica Tiempos Agregados, identificando, además, las variables comunes y no comunes y calculando las constantes que conduzcan a determinar los efectos resultantes, utilizando para ello el principio de la triangulación.

Adicionalmente, desde el punto de vista que se fundamenta en el número de casos objeto de análisis, se considera que este estudio está clasificado como un único caso, metodología que es adecuada para confirmar o ampliar una determinada teoría, en este caso la de los Tiempos Agregados.

Figura 3-2: Diseño Metodológico para el Estudio de Caso



Fuente: Elaboración propia.





## **4. Capítulo 4 Experimentación**

### **4.1 Método Delphi**

Este método es una técnica de investigación que tiene como objeto obtener el consenso de una opinión grupal, de acuerdo a un grupo de expertos (Dalkey, 1963). De acuerdo con Landeta (1999), los requisitos fundamentales para un Delphi son:

1. Proceso iterativo: los expertos deben ser consultados, mínimo dos veces, sobre la misma cuestión. Esta forma de proceder permite al experto reconsiderar su postura de acuerdo a la información que recibe de las opiniones de los expertos.
2. Anonimato de los participantes: ningún miembro del grupo puede saber quiénes son los demás expertos, ni tampoco conocer las respuestas dadas por uno de los participantes.
3. Feedback controlado: el intercambio de información entre los expertos se realiza a través del grupo coordinador del estudio, el cual garantiza la utilización de un lenguaje común y elimina toda información que no sea relevante para la investigación.
4. Respuesta estadística del grupo: la entrevista está realizada de forma que pueda hacerse un tratamiento cuantitativo y estadístico de las respuestas. Generalmente la respuesta del grupo viene caracterizada por la mediana de las respuestas individuales de

los expertos, y el rango inter-cuartílico de las estimaciones será el indicador del nivel de consenso.

Al desarrollar el método Delphi, la aplicación del instrumento se inicia definiendo el equipo coordinador, que elabora el cuestionario para consultar a los expertos. En un segundo momento, se establece contacto con cada uno de los posibles expertos que participará en la investigación; se conforma el panel de expertos con aquellos que hayan decidido participar en la investigación y que tengan un coeficiente de competencia experta (K) igual o superior a 75. Ver figura Nivel de Auto-calificación:

Seguidamente, se realiza una primera ronda, se envía una encuesta a los expertos, cuyas respuestas son recopiladas por el equipo coordinador y luego, las respuestas son tabuladas y se realiza un análisis estadístico. Luego, el equipo diseña un segundo cuestionario considerando las respuestas de la primera ronda y lo envía nuevamente a los expertos. Finalmente, los expertos responden y devuelven al equipo coordinador el segundo cuestionario para que este procese las respuestas y redacte los análisis finales. Se procede de igual manera para la tercera ronda; se pueden realizar más rondas en caso de no lograr el consenso general (80% en las respuestas de los expertos).

Se siguieron los siguientes pasos:

1. Diseño del panel de expertos: las personas contactadas para llevar a cabo la parte nuclear de esta investigación debían tener experiencia en empresas del sector confección textil y preferiblemente, tener experiencia laboral en la enseñanza de técnicas del Estudio del Trabajo.
2. Fijación del horizonte de investigación: esta investigación pretende determinar, con la máxima garantía posible cuáles son los criterios más relevantes y generalizables a la

hora de evaluar las técnicas del estudio del trabajo, sus ventajas y desventajas al momento de ser aplicadas.

3. Diseño del instrumento de recolección de datos: cuestionario estructurado que se encuentra en el Anexo A: Encuesta para establecer el coeficiente de competencia del panelista.

Una vez respondido cada cuestionario por los expertos contactados, se procedió a tabularlos y a calcular el Coeficiente de Competencia por panelista. La siguiente tabla muestra los cuestionarios tabulados y el valor de *K* para cada uno de los expertos. Donde,

Ecuación 4-1

$$K = \frac{(Kc + Ka)}{2}$$

Para ello, se le dio el siguiente peso de cada respuesta para cada pregunta, de acuerdo con el nivel de auto calificación: ver Tabla 4-1: Nivel de auto calificación.

Tabla 4-1: Nivel de auto calificación

N°	ALTO (A)	MEDIO (M)	BAJO (B)	Ka
1	0,3	0,2	0,1	
2	0,5	0,4	0,2	
3	0,05	0,05	0,05	
4	0,05	0,05	0,05	
5	0,05	0,05	0,05	
6	0,05	0,05	0,05	
			TOTAL	
			Kc	RESPUESTA
7	En esta pregunta, escriba el número del valor que corresponda con el grado de conocimiento que usted tenga en el tema "Manejo y aplicación de estudios de tiempos con cronómetro" (Autovaloración). Tenga en cuenta que el menor grado de conocimiento será calificado con 1 y el mayor con 10.			

Fuente: Elaboración propia

El resultado de experticia de los Panelistas se refleja en la tabla siguiente:

Tabla 4-2: Clasificación del Panel de Expertos Consultados

N°	CATEGORÍA	SEXO	EXPERIENCIA*	NIVEL ACADÉMICO	Ka	Kc	K	DESCARTADOS
1	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,7	0,8	<b>0,75</b>	
2	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,9	<b>0,90</b>	
3	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,9	<b>0,95</b>	
4	DOCENTE	F	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,8	0,8	<b>0,80</b>	
5	EMPLEADO	F	3 -10 AÑOS	TECNÓLOGA	0,7	0,8	<b>0,75</b>	
6	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	0,7	0,8	<b>0,75</b>	
7	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,8	<b>0,85</b>	
8	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,7	<b>0,85</b>	
9	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,8	<b>0,90</b>	
10	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,7	<b>0,80</b>	
11	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	0,8	0,6	<b>0,70</b>	X
12	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	1	0,8	<b>0,90</b>	
13	CONSULTOR	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,9	<b>0,95</b>	
14	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,9	<b>0,95</b>	
15	DOCENTE	F	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,7	0,4	<b>0,55</b>	X
16	EMPLEADO	F	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	0,8	0,6	<b>0,70</b>	X
17	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,6	<b>0,75</b>	
18	EMPLEADO	F	3 -10 AÑOS	TECNÓLOGA	0,9	0,5	<b>0,70</b>	X
19	EMPLEADO	F	3 -10 AÑOS	TECNÓLOGA	0,7	0,4	<b>0,55</b>	X
20	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	0,8	0,4	<b>0,60</b>	X
21	CONSULTOR	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	1	0,7	<b>0,85</b>	
22	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	TECNOLOGO	0,7	0,4	<b>0,55</b>	X

\* AÑOS DE EXPERIENCIA LABORAL EN EL ÁREA CONSULTADA.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-2, se resaltan con amarillo los expertos que fueron descartados por no alcanzar el valor mínimo de  $K = 0,75$  para ser considerados como expertos panelistas del Delphi.

La clasificación final fue la siguiente:

Tabla 4-3: Clasificación final del Panel de Expertos Consultados

N°	CATEGORÍA	SEXO	EXPERIENCIA*	NIVEL ACADÉMICO	Ka	Kc	K	DESCARTADOS
1	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,9	0,95	
2	CONSULTOR	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,9	0,95	
3	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,9	0,95	
4	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,9	0,90	
5	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,8	0,90	
6	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	1	0,8	0,90	
7	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,8	0,85	
8	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	1	0,7	0,85	
9	CONSULTOR	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	1	0,7	0,85	
10	DOCENTE	F	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,8	0,8	0,80	
11	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,7	0,80	
12	DOCENTE	M	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,7	0,8	0,75	
13	EMPLEADO	F	3 -10 AÑOS	TECNÓLOGA	0,7	0,8	0,75	
14	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	0,7	0,8	0,75	
15	DOCENTE	M	> 10 AÑOS	MAGISTER	0,9	0,6	0,75	
16	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	0,8	0,6	0,70	X
17	EMPLEADO	F	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	0,8	0,6	0,70	X
18	EMPLEADO	F	3 -10 AÑOS	TECNÓLOGA	0,9	0,5	0,70	X
19	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	ESPECIALISTA	0,8	0,4	0,60	X
20	DOCENTE	F	3 -10 AÑOS	MAGISTER	0,7	0,4	0,55	X
21	EMPLEADO	F	3 -10 AÑOS	TECNÓLOGA	0,7	0,4	0,55	X
22	EMPLEADO	M	> 10 AÑOS	TECNOLOGO	0,7	0,4	0,55	X

\* AÑOS DE EXPERIENCIA LABORAL EN EL ÁREA CONSULTADA.

Fuente: Elaboración propia

4. Envío de cuestionario en forma anónima. Se envió a cada correo electrónico el cuestionario para ejecutar la primera ronda (Ver Anexo C) con la fecha de devolución.

5. Recepción de una primera serie de respuestas. De estos cuestionarios se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Tabla 4-4: Respuestas primera ronda

RESPUESTAS															
OPCIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	13	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	15	1	1	14	13	0	15	13	1	15	0	1	0
2	0	1	0	12	0	0	0	9	0	0	1	0	11	2	0
3	0	3	0	1	0	0	2	2	0	2	1	0	2	12	3
4	0	9	0	0	12	0	0	2	0	0	0	0	1	0	10
5	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	12	0	1	0	2
TOTAL	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Fuente: Elaboración propia

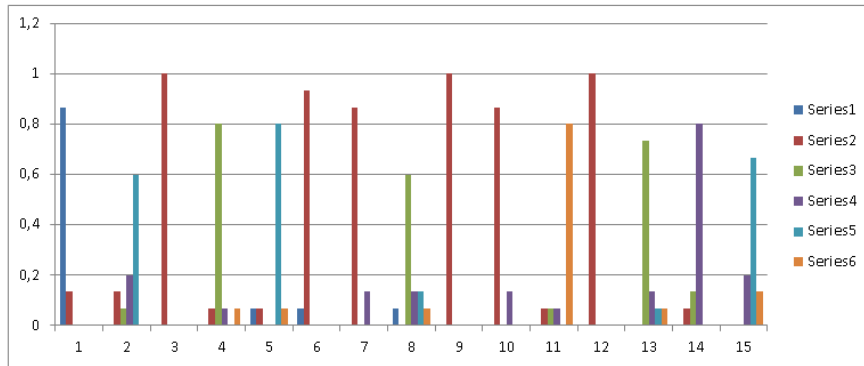
6. Cálculo de distribución de frecuencias con las respuestas de la primera ronda.

Tabla 4-5: Distribución de frecuencias con respuestas primera ronda

RESPUESTAS															
OPCIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0,8 7	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 7	0,0 7	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0
1	0,1 3	0,1 3	1,0 0	0,0 7	0,0 7	0,9 3	0,8 7	0,0 0	1,0 0	0,8 7	0,0 7	1,0 0	0,0 0	0,0 7	0,0 0
2	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,8 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,6 0	0,0 0	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,7 3	0,1 3	0,0 0
3	0,0 0	0,2 0	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,0 0	0,1 3	0,1 3	0,0 0	0,1 3	0,0 7	0,0 0	0,1 3	0,8 0	0,2 0
4	0,0 0	0,6 0	0,0 0	0,0 0	0,8 0	0,0 0	0,0 0	0,1 3	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,6 7
5	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 7	0,0 7	0,0 0	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,0 0	0,8 0	0,0 0	0,0 7	0,0 0	0,1 3
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4-1: Respuestas primera ronda

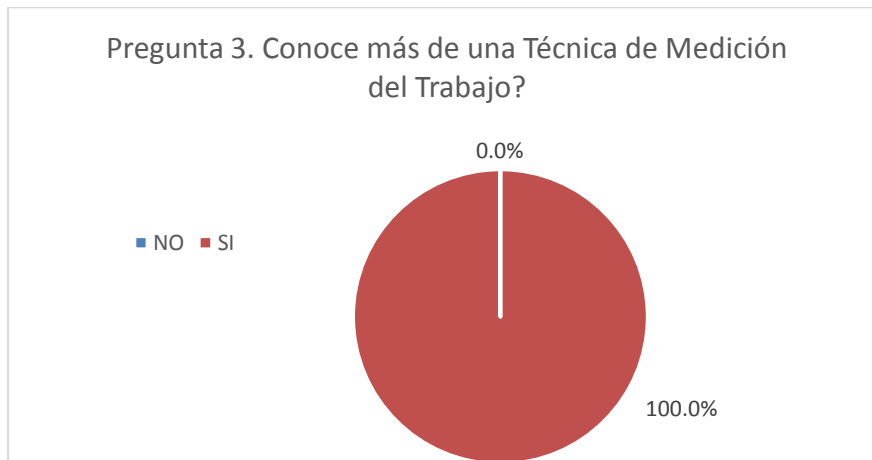


Fuente: Elaboración propia

En esta ronda, se logra el consenso en las preguntas que tienen un 80% o más de las respuestas de los expertos. De otro lado, en las preguntas 2 y 8, sólo se logra el 60%.

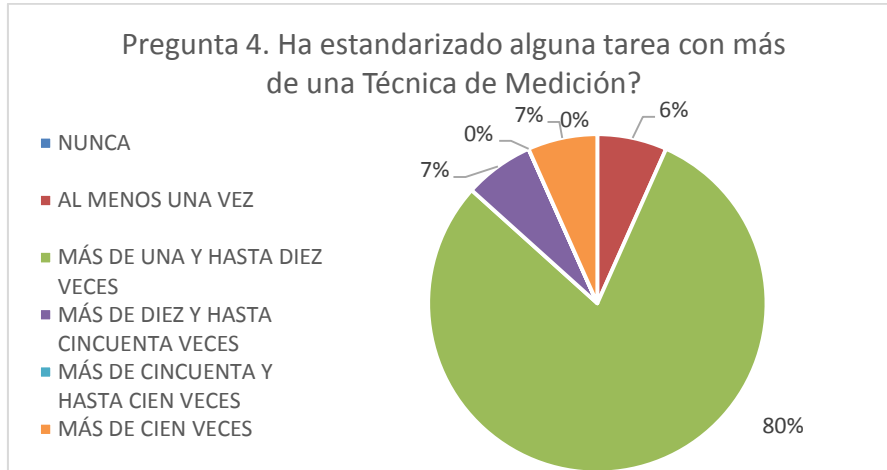
Por otro lado, si se analiza por separado las preguntas en este formulario, se encuentra que:

Imagen 1



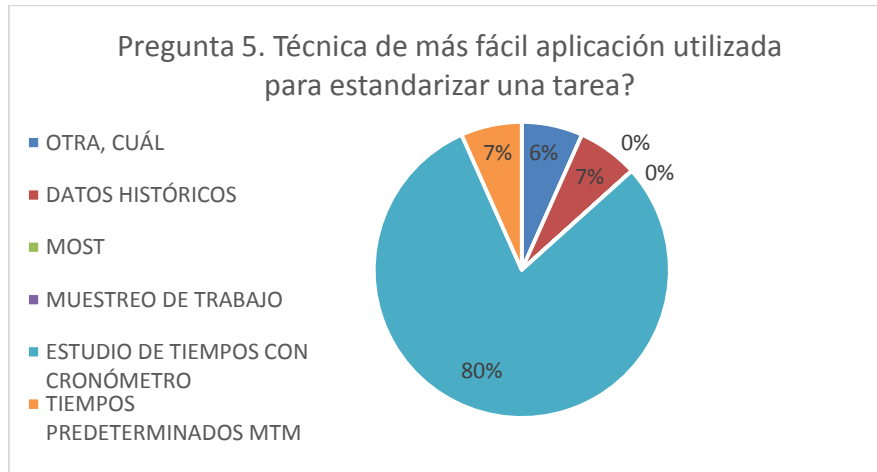
El 100% de los expertos conoce más de una técnica de Medición del Trabajo.

Imagen 2



El 80% de los expertos tiene experiencia en la estandarización de tareas con más de una Técnica.

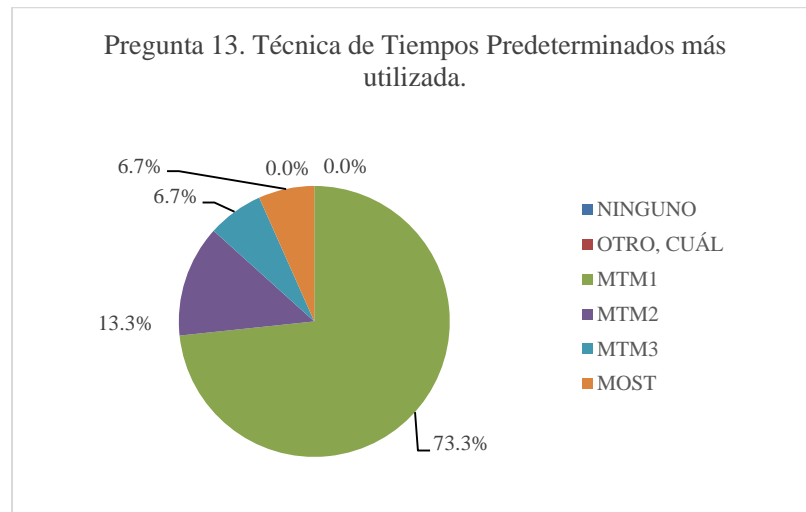
Imagen 3



El 80% de los expertos considera que la Técnica de más fácil aplicación para estandarizar una tarea es el ETC.



Imagen 4



Todos los expertos conocen más de una técnica de medición del trabajo, y han estandarizado operaciones con ETC y con Tiempos Predeterminados. Además, cuando se preguntó (pregunta 13) por la técnica de tiempos predeterminados que más utilizaba cada experto, el 73% manifestó utilizar los MTM-1; el resto utilizaba más frecuentemente, los MTM-2, los MTM-3 y el MOST.

Se procedió entonces a elaborar una nueva ronda.

7. Envío de resultados a todo el panel de expertos que respondieron, además, el cuestionario para ejecutar la segunda ronda (Ver Anexo D).

8. Recepción de respuestas de la segunda Ronda.

Tabla 4-6: Respuestas segunda ronda

OPCIONES	RESPUESTAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	0	0	0	0	NO - 13	NO - 1	MENOR COSTO - 3	MTM's - 15
1	5	1	0	2	0	PROGRAMAC DE OBS - 1	CONFUNDIR MOVIMIENTOS - 11	MENOR CONFLICTO - 4	
2	0	0	10	13	5	VARIABLES NO CONTR - 1	FALTA CONOC PROC - 1	FACILIDAD TOMA REG - 2	
3	9	14	5	0	10		CALC PNE - 2	VARIEDAD DE APLICAC - 6	
4	0	0	0	0	0				
5	0	0	0	0	0				
TOTAL	15	15	15	15	15				

Fuente: Elaboración propia

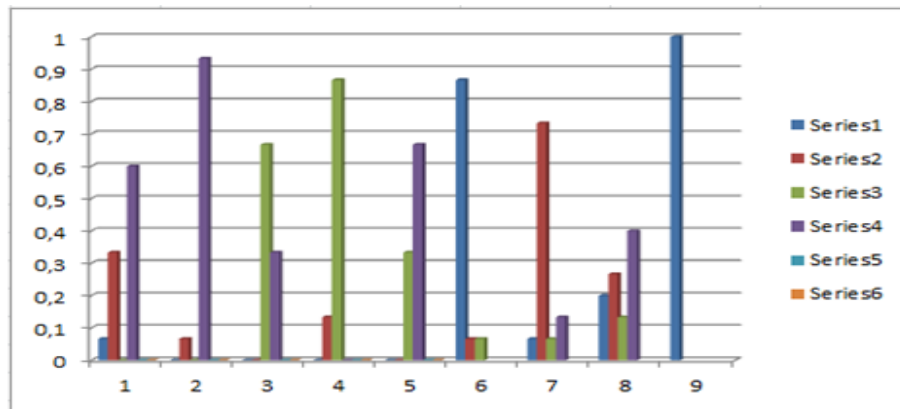
## 9. Cálculo de distribución de frecuencias con las respuestas de la segunda ronda.

Tabla 4-7: Distribución de frecuencias con respuestas segunda ronda

OPCIONES	RESPUESTAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,07	0	0	0	0	0,87	0,07	0,20	1,0
1	0,33	0,067	0	0,13	0	0,07	0,73	0,27	
2	0	0	0,67	0,87	0,333	0,07	0,07	0,13	
3	0,6	0,933	0,33	0	0,667		0,13	0,40	
4	0	0	0	0	0				
5	0	0	0	0	0				
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

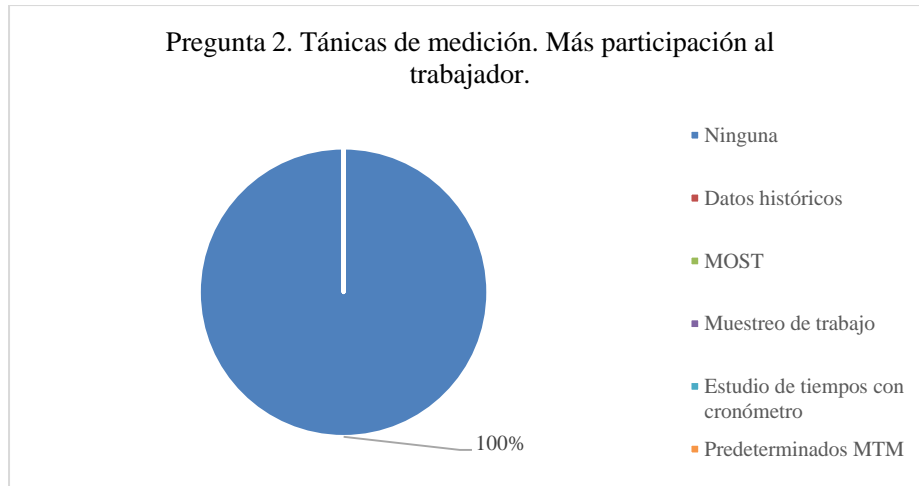
Gráfica 4-2: Respuestas segunda ronda



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el Gráfico 4-2, cuando se les pregunta a los expertos (pregunta 9), cuál es la técnica de Tiempos Predeterminados más utilizada, el 100% responde que las MTM-1.

Imagen 5



En la pregunta 2, los expertos manifestaron que la técnica de mayor complejidad para ser aplicada, es el MOST.

Imagen 6

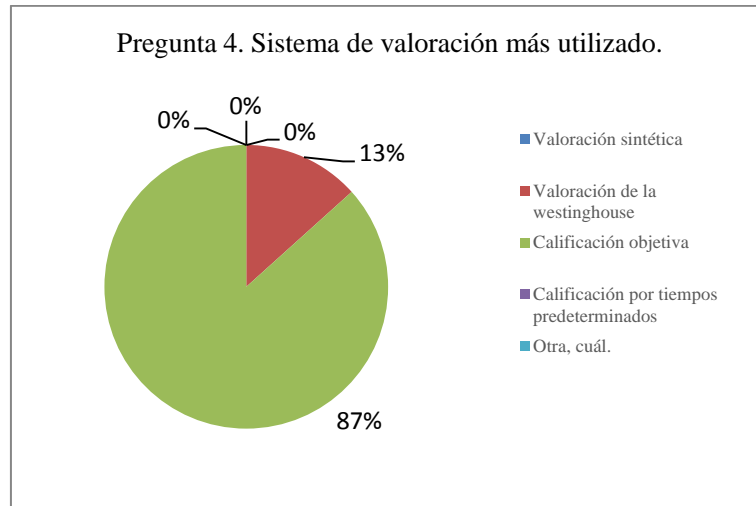
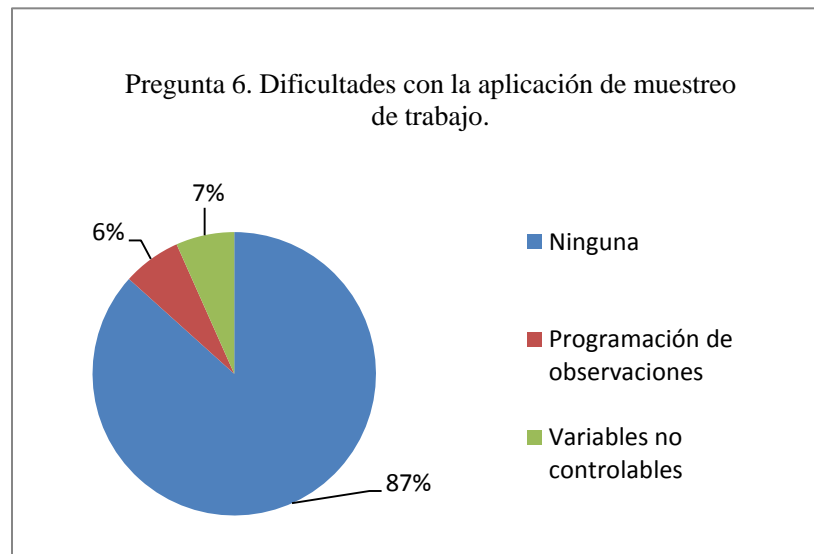


Imagen 7



De otro lado, en las preguntas 4 y 6, (Imágenes 6 y 7) se logra el consenso de expertos, es decir, el sistema de valoración más utilizado es el sistema de valoración objetiva, con un 85%. En la pregunta 6, 13 de los expertos respondieron no tener dificultades al momento de valorar el trabajo del operario y esto representa el 85% de las respuestas. Las preguntas 1, 3, 5, 7 y 8, no lograron consenso.

Se procedió a elaborar una tercera ronda.

10. Envío de resultados a cada correo electrónico a todos los expertos que respondieron el cuestionario para ejecutar la tercera ronda (Ver Anexo E).

11. Recepción tercera serie de respuestas.

Tabla 4-8: Respuestas tercera ronda

OPCIONES	RESPUESTAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	15	0	12	0	TAMAÑO DEL LOTE - 12	RITMO DE TRABAJO - 2	CANTIDAD A PRODUCIR - 12	DIFICULTAD AL IDENTIF MVTOS - 12
1	0	0	0	1	0	ESTADO ANIM DEL OPER - 3	VALORACION - 13	POBLACIÓN EXACT DEL ESTUDIO - 3	NINGUNA - 1
2	12	0	12	2	0				CALCULAR EL PNE - 2
3	3	0	0	0	1				
4	0	0	0	0	14				
5	0	0	3	0	0				
TOTAL	15	15	15	15	15				

Fuente: Elaboración propia

12. Cálculo de distribución de frecuencias con las respuestas de la tercera ronda.

Tabla 4-9: Distribución de frecuencias con respuestas tercera ronda

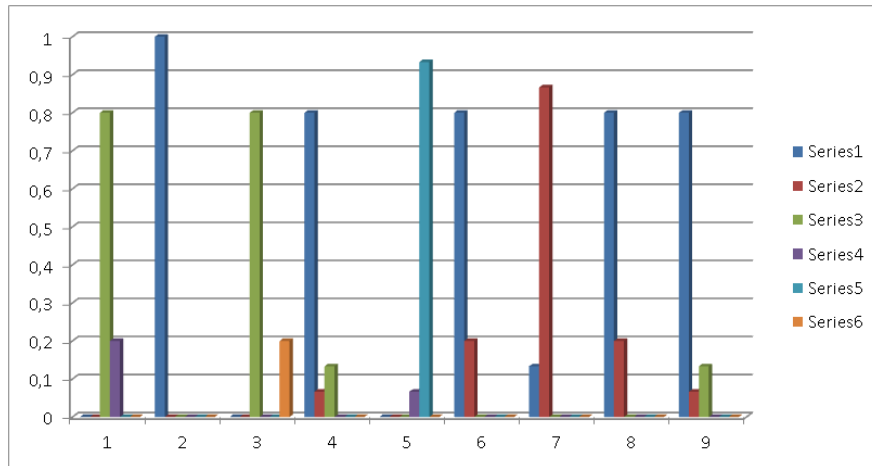
OPCIONES	RESPUESTAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	0	0,8	0	0,80	0,13	0,80	0,80
1	0	0	0	0,07	0	0,20	0,87	0,20	0,07
2	0,8	0	0,8	0,13	0	0	0	0	0,13

---

3	0,2	0	0	0	0,067	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0,933	0	0	0	0
5	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4-3: Respuestas tercera ronda



Fuente: Elaboración propia

Imagen 8

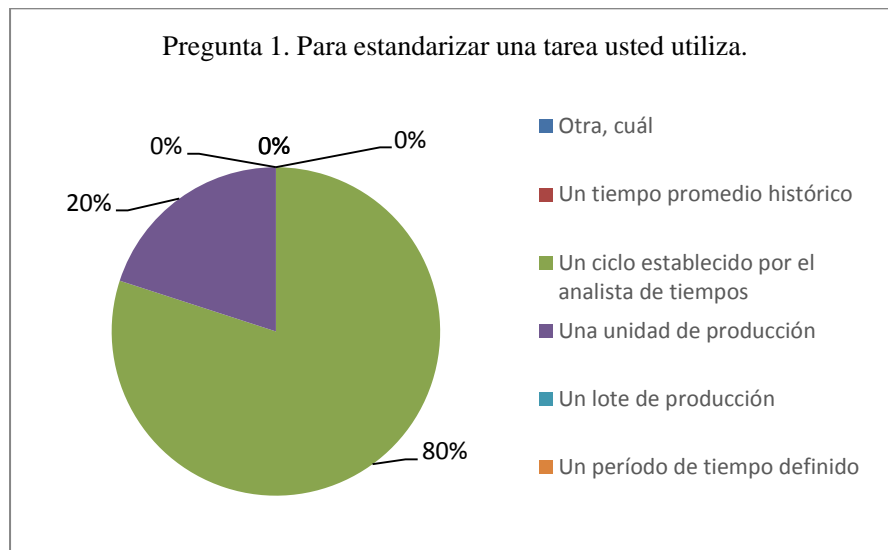


Imagen 9

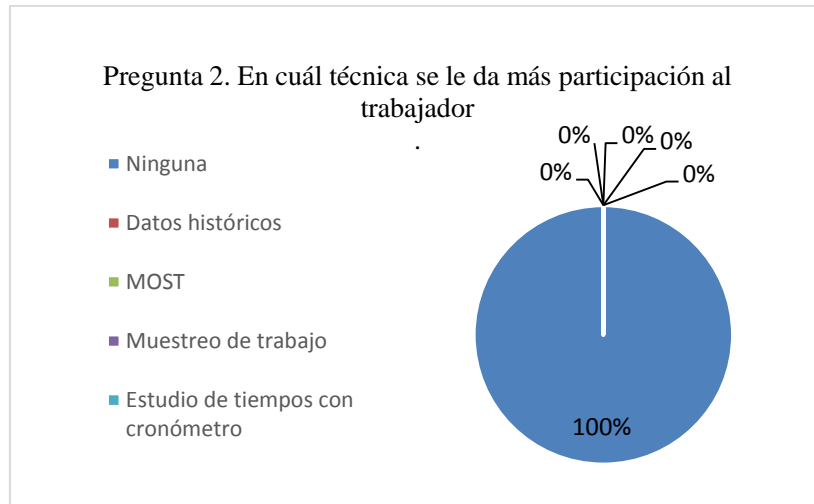


Imagen 10

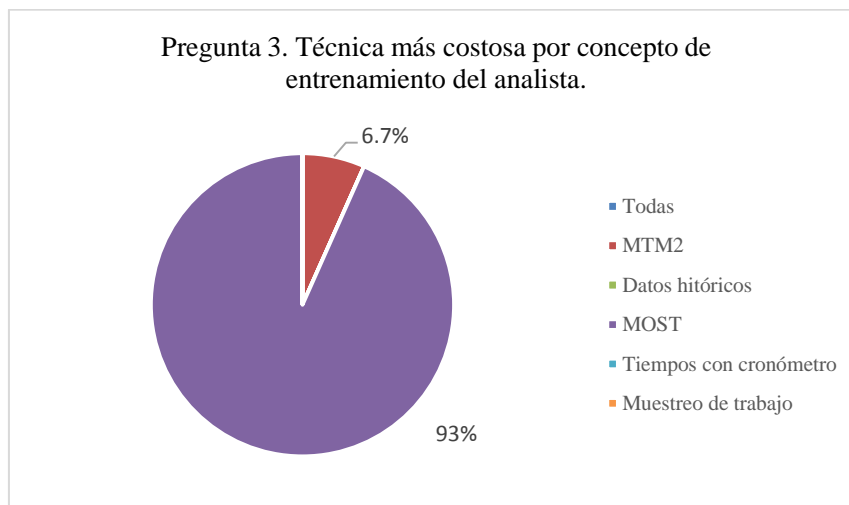
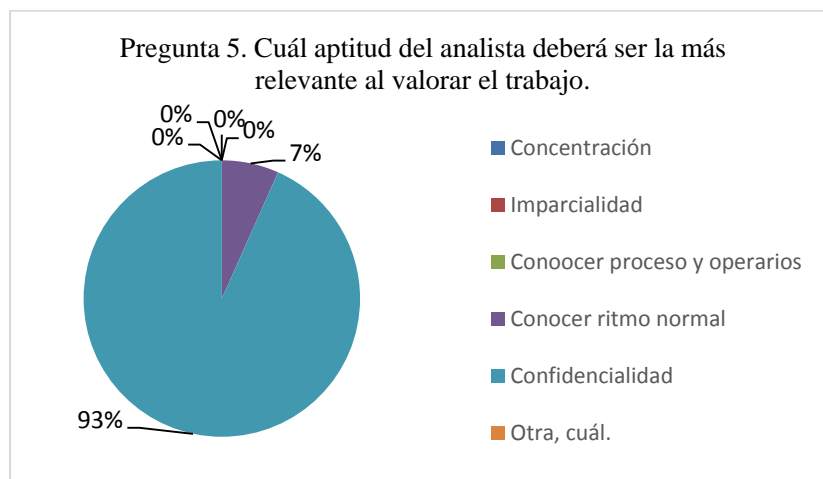
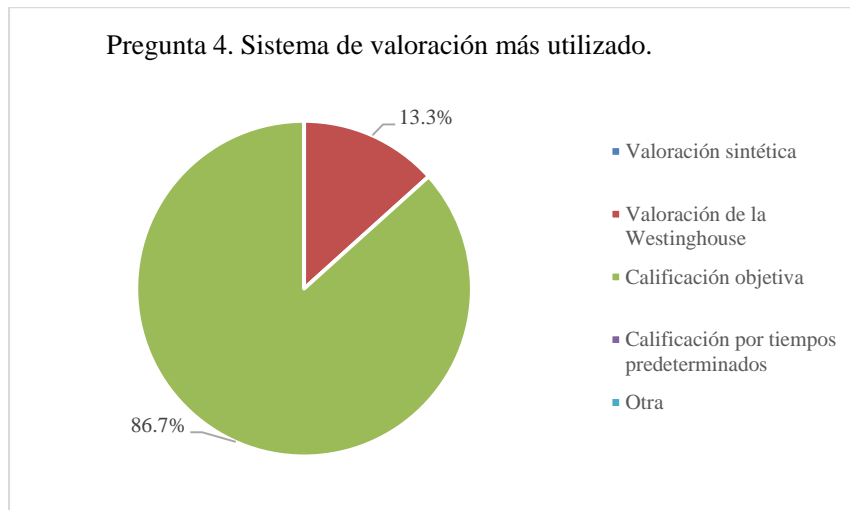




Imagen 11



13. Conclusiones finales con respuestas recibidas.

En esta ronda, los expertos están de acuerdo con que, en la técnica de datos históricos, se da mayor participación al trabajador. En la pregunta 1, se logra un 80% del consenso, pues los expertos consideran que cuando se estandariza un proceso, se utiliza un alcance establecido por el analista. En la pregunta 3, los expertos consideran que la técnica MOST es la que más tiempo de capacitación requiere para ser utilizada por los analistas y un 20%, considera que son los MTM. También, se concluye que, la mayor dificultad cuando se valora en el estudio, radica en conocer e identificar muy bien el Ritmo Normal (pregunta 5). En relación con la pregunta 6, el 80% de los expertos

considera que el ETC no es tan relevante o no se considera el tamaño del lote, como tampoco lo es la valoración, cuando se realiza un estudio con MTM (pregunta 7) y, el tamaño del lote, cuando se realiza un Muestreo de Trabajo (pregunta 8). En este mismo sentido, respondieron los expertos que, cuando se aplica un estudio con MTM, la mayor dificultad (80%), es la identificación de los movimientos básicos (pregunta 9).

## **4.2 Normalización y estandarización del proceso de elaboración de la bóxer referencia N° 2148.**

Para el trabajo experimental se decidió trabajar en la empresa Dugotex, definiendo como estudio de caso las 9 operaciones que conforman el ciclo de producción del Bóxer referencia 2148. En esta empresa se miden las operaciones para estandarizar los procesos de elaboración de prendas por medio de diferentes técnicas, como los Estudios de Tiempos con Cronómetro (ETC) y los estudios de Tiempos Predeterminados con MTM-3, para estandarizar los procesos de elaboración de prendas.

Antes de iniciar este proceso, se realizó una capacitación denominada “Curso-taller en conceptos básicos de MTM-1” a un grupo de 17 integrantes del Semillero SIPRODyM, realizado en junio de 2014. El curso se diseñó con el objetivo de formar a los estudiantes de Tecnología en Producción del ITM en competencias de esta técnica de medición para que apoyaran la normalización y estandarización del proceso seleccionado en la empresa y, además, tuvieran una experiencia de trabajo de campo empresarial. Luego de esta capacitación se realizó la recolección de tiempo con las tres técnicas: Estudios de Tiempos con Cronómetro (ETC) y los estudios de Tiempos Predeterminados con MTM y Tiempos Agregados.

### 4.2.1 Estudio de Tiempos con Cronómetro

Procedimiento:

1. Recopilar información del método e identificar las operaciones que conforman el proceso. (Ver diagrama analítico del proceso)

Figura 4-1: Diagrama Analítico - Fabricación Bóxer Ref. 2148

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS										DUGOTEX					
ÁREA O SECCIÓN		PRODUCCIÓN		HOJA 1 DE 1											
PROCESO		FABRICACIÓN BOXER REF# 2148								RESUMEN					
FECHA ELAB		23 ABRIL DE 2015				ACTIVIDADES				MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO		DIFERENCIA	
ANALISTA		LILYANA JARAMILLO R.				OPERAC-INSPECC				3					
OPERARIO						INSPECC-OPERAC				0					
INICIO		SON COGIDAS DOS PIEZAS DE PINZA EXTERNA - LOOPER CIEGO DE ZONA MEDIA DE TRABAJO.				OPERACIÓN				28					
FIN		EL PAQUETE ANUDADO ES DEJADO EN UNA CANASTA EN ZONA DE DESPACHO DE MERCANCÍA.				INSPECCIÓN				0					
TIPO: HOMBRE		<input type="checkbox"/>		MÉTODO: ACTUAL		<input checked="" type="checkbox"/>				TRANSPORTE		5			
MATERIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		PROPUESTO		<input type="checkbox"/>				DEMORA		0			
										ALMACENAMIENTO		0			
										TOTAL		36			
No.	DESCRIPCIÓN	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	COMBINAR	CAMBIAR	ELIMINAR	DIST / TPO	OBSERVACIONES	
1	DOS PIEZAS DE PINZA EXTERNA - LOOPER CIEGO, SON COGIDAS DE ZONA MEDIA DE TRABAJO.														
2	LAS DOS PIEZAS DE PINZA EXTERNA - LOOPER CIEGO SON IGUALADAS Y POSICIONADAS EN MÁG FILET1.														
3	LAS DOS PIEZAS DE PINZA EXTERNA - LOOPER CIEGOSON COSIDAS EN MÁG FILET1.														
4	LAS DOS PIEZAS (PARTE INTERNA) SON DESDOBLADAS ABRIENDO COSTURA.														
5	LAS DOS PIEZAS SON (PARTE INTERNA) SON DEJADAS EN ZONA DE TRABAJO.														
6	DOS PIEZAS DEL LOOPER CIEGO (PARTE EXTERNA) SON COGIDAS DE ZONA MEDIA DE TRABAJO.														
7	LAS DOS PIEZAS (PARTE EXTERNA) SON IGUALADAS Y POSICIONADAS EN MÁG FILET1.														
8	LAS DOS PIEZAS (PARTE EXTERNA) SON COSIDAS EN MÁG FILET1.														
9	LAS DOS PIEZAS (PARTE EXTERNA) SON DESDOBLADAS ABRIENDO COSTURA.														
10	LAS DOS PIEZAS (PARTE INTERNA Y EXTERNA) SON COGIDAS, IGUALADAS Y POSICIONADAS EN PT.														
11	LAS DOS PRENDAS SON COSIDAS SESOANDO PINZA Y ALINEANDO COSTURA.														
12	LA PRENDA ES VOLTEADA E INSPECCIONADA														
13	LA PRENDA ES LLEVADA A MÁG FLATSIMEAR 4 AGUJ RECLUB														
14	LA PRENDA ES DEJADA EN MÁG FLATSIMEAR 4 AGUJ RECLUB														
15	LA PRENDA ES COGIDA Y POSICIONADA EN MÁG FLATSIMEAR 4 AGUJ RECLUB														
16	ES CERRADO EL TIRO TRASERO EN MÁQUINA														
17	LA ENTREPIERNA Y LOS CORTES DELANTEROS SON CERRADOS EN MÁQUINA														
18	ES MONTADA LA PINZA EN MÁG FLATSIMEAR 4 AGUJ RECLUB														
19	LA PINZA ES COSIDA AL DELANTERO EN MÁQUINA														
20	LA PRENDA ES LLEVADA A RESORTADORA														
21	LA PRENDA ES DEJADA EN RESORTADORA														
22	EL RESORTE ES MEDIDO Y CORTADO														
23	LA PRENDA ES COGIDA E IGUALADA CON RESORTE EN RESORTADORA EN PT														
24	EL RESORTE ES COSIDO EN RESORTADORA ALINEANDO EXTEMOS.														
25	EL BOXER ES LLEVADO A RECUBRIDORA ELECTR CLINDR.														
26	ES COSIDO EL RUEDO DEL BOXER EN RECUBRIDORA - PIERNA1														
27	ES COSIDO EL RUEDO DEL BOXER EN RECUBRIDORA - PIERNA2														
28	EL BOXER ES LLEVADO A FUSIONADORA DE TALLAS														
29	LA TALLA CON MARQUILLA ES FUSIONADA EN RESORTE DEL BOXER.														
30	EL BOXER ES LLEVADO A ZONA DE PRODUCTO TERMINADO														
31	EL BOXER ES DEJADO EN ZONA DE PRODUCTO TERMINADO PARA EMPAQUE CON PINZA HACIA ABAJO.														
32	LA DOCENA DE BOXER ES SEPARADA EN MESA EN UN PAQUETE, UNIDAD SOBRE UNIDAD														
33	EL PAQUETE DE DOCENA ES DOBLADO														
34	EL PAQUETE DE DOCENA ES INTRODUCIDO DENTRO DE UNA BOLSA PLÁSTICA TRANSPARENTE.														
35	EL PAQUETE DE DOCENA ES ANUDADO.														
36	EL PAQUETE ANUDADO ES DEJADO EN UNA CANASTA EN ZONA DE DESPACHO DE MERCANCÍA.														
TOTAL		3	0	28	0	5	0	0							

Fuente: Elaboración propia

2. Dividir el proceso (ciclo a medir) en elementos y definir el inicio y el fin de cada elemento.

Figura 4-2: Definición de elementos del ciclo

<b>DEFINICIÓN DE ELEMENTOS:</b>	
ELEMENTO 1:	CERRAR PINZA EXTERNA LOOPER CIEGO
ELEMENTO 2:	CERRAR PINZA INTERNA LOOPER CIEGO
ELEMENTO 3:	CIERRA TIRO TRAERO, ENTREPIERNA Y CORTES DELANTEROS
ELEMENTO 4:	FUSIONAR TALLA Y SENCAMER PEGAR ETIQUETA E ISTAPEK
ELEMENTO 5:	MEDIR, CORTAR Y CERRAR ELASTICO ZIGZAG SENCILLO
ELEMENTO 6:	MONTAR PINZA
ELEMENTO 7:	RESORTAR CINTURA
ELEMENTO 8:	SESGAR PINZA
ELEMENTO 9:	HACER RUEDO
ELEMENTO 10:	EMPACAR DOCENA EN BOLSA PLÁSTICA

Fuente: Elaboración propia

3. Tomar una muestra inicial y revisar los elementos.

Tabla 4-10: Muestra inicial de ETC

ELEMENTOS	OBSERVACIONES muestra inicial									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	13	12	12	12	13	12	14	12	12	11
2	12	12	14	12	12	12	13	14	12	11
3	43	42	43	43	43	43	44	42	43	44
4	17	17	17	15	16	16	16	16	16	17
5	23	22	22	22	23	23	23	23	23	23
6	22	22	23	22	22	23	22	22	23	23
7	26	25	27	26	26	26	26	25	26	27
8	17	18	18	18	18	17	17	17	17	17
9	35	35	35	35	34	35	34	36	35	35
10	24	25	26	25	23	22	24	22	25	26

Fuente: Elaboración propia

4. Calcular el número de observaciones teóricas por el método estadístico (N')

Tabla 4-11: Cálculo del número de observaciones - Método estadístico

CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES TEÓRICO (N')						
ELEM	$\sum Xi$	$\sum(Xi^2)$	$(\sum Xi)^2$	n	%p	N'
1	370	4580	136900	30	5%	14
2	374	4688	139876	30	5%	20
3	1288	55324	1658944	30	5%	6
4	496	8226	246016	30	5%	15
5	690	15880	476100	30	5%	4
6	676	15244	456976	30	5%	5
7	775	20033	600625	30	5%	5
8	517	8921	267289	30	5%	7
9	1052	36900	1106704	30	5%	3
10	714	17062	509796	30	5%	29

Fuente: Elaboración propia

5. Definir suplementos por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables. En este caso se consideraron los establecidos para el proceso, por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Empresa, que están en un 14%.
  
6. Tomar los tiempos y valorar con el Sistema Westinghouse:

Figura 4-3: Factores de valoración por el Sistema *Westinghouse Electric Corporation*

DEFINICIONES DE FACTORES DE VALORACIÓN POR EL SISTEMA WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION: según Caso (2004)
<b>HABILIDAD:</b> es la pericia para seguir un método dado y se determina por la experiencia y por sus aptitudes inherentes, como coordinación y ritmo de trabajo.
<b>ESFUERZO:</b> es la demostración de la voluntad de trabajar con eficiencia. Puede ser controlado por el operario y representa la rapidez con la que se aplica la habilidad.
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b> Son los factores del ambiente que afectan al trabajador en el momento de la ejecución de la tarea.
<b>CONSISTENCIA*:</b> Es el grado de dispersión en los tiempos observados del ciclo en relación con el Ritmo Normal de trabajo. Rango de Variación (R= Tiempo observado máximo - Tiempo observado mínimo)

\*La CONDICIONES AMBIENTALES del estudio se consideraron normales pues no se encuentran afectadas por alguna variable predominante, ya que hay buena iluminación, buena ventilación, el trabajador tiene protección auditiva y periódicamente pasan haciendo limpieza.

Según Caso (2004), la consistencia se calificará así:	
<b>A</b>	PERFECTA cuando $R = 0$
<b>B</b>	EXCELENTE cuando $0 < R < 5$
<b>C</b>	BUENA cuando $5 \leq R < 10$
<b>D</b>	PROMEDIO cuando $R = 10$
<b>E</b>	REGULAR cuando $0 \leq R < 10$
<b>F</b>	DEFICIENTE cuando $R > 8$

Fuente: Caso (2006)

Tabla 4-12: Calificaciones por ciclo

SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE																			
CALIFICACIONES por CICLO																			
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
232		230		237		230		230		229		233		229		232		234	
B1	C2	A1	B1	E1	E1	A1	A1	B1	B2	B1	B2	D	D	B1	B2	B1	B2	C1	C1
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
233		231		234		231		230		238		230		230		232		231	
E1	E1	D	D	E1	E1	A2	A2	A2	A2	F1	F2	A1	A1	A1	A1	D	D	D	D
21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	
228		229		235		235		234		236		228		231		227		233	
A2	A2	B1	B2	E1	E1	D	D	D	D	E2	E2	A2	A2	C2	C2	C1	C1	C2	C2

## Convenciones

Observación	
Tiempo observado	
Habilidad	Esfuerzo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-13: Cálculo de valoración - Ci

CICLO	HABILIDAD	ESFUERZO	CONSISTENCIA	CONDIC DE TRABAJO	SUMATORIA	Ci
1	C2	C2	C	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+0,01	0,00	1,06	
2	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
3	E1	E1	B	D	-0,08	92%
	-0,05	-0,04	+ 0,01	0,00	0,92	
4	A1	A1	B	D	0,29	129%
	+0,15	+0,13	+ 0,01	0,00	1,29	
5	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
6	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
7	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
8	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
9	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
10	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
11	E1	E1	B	D	-0,08	92%
	-0,05	-0,04	+ 0,01	0,00	0,92	
12	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
13	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
14	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
15	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
16	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
17	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
18	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
19	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	

20	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
21	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
22	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
23	E1	E1	B	D	-0,08	92%
	-0,05	-0,04	+ 0,01	0,00	0,92	
24	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
25	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
26	E1	E1	B	D	-0,08	92%
	-0,05	-0,04	+ 0,01	0,00	0,92	
27	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
28	C2	C2	B	D	0,06	106%
	0,03	0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
29	D	D	B	D	0,01	101%
	0	0	+ 0,01	0,00	1,01	
30	C2	C2	B	D	0,06	106%
	+0,03	+0,02	+ 0,01	0,00	1,06	
PROMEDIO						104%

Fuente: Elaboración propia

7. Calcular el tiempo estándar por operación. (Ver Tabla 14 Hoja Maestra para el ETC)

8. Calcular el tiempo estándar del proceso y hacer las conversiones de tiempo requeridas. (Ver Tabla 4-14 Hoja Maestra para el ETC)



Tabla 4-14: Hoja Maestra para el ETC

HOJA MAESTRA PARA ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO																															
EMPRESA: DUGOTEX										PRODUCTO: BOXER HOMBRE #2148										MÉTODO DE LECTURA: VUELTA A CERO											
FECHA: 23/05/2015										PROCESO: FABRICACIÓN DE BOXER-HOMBRE #2148										NIVEL DE CONFIANZA: 95%											
ESTUDIO No. 1										MÓDULO: LILYANA JARAMILLO										NÚMERO DE OBSERVACIONES TOMADAS: 30											
HOJA No. 01 DE 01 HOJAS										ANALISTA: LILYANA JARAMILLO										NÚMERO DE OBSERVACIONES TEÓRICAS: 29											
MÉTODO: ACTUAL										TIEMPO EN: SEG X MIN										SIST VALORACIÓN: BÁSICO 100%											
																				% DE SUPLEMENTOS: 14%											
ELEMENTOS	OBSERVACIONES muestra inicial																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	13	12	12	12	13	12	14	12	12	11	11	12	13	12	12	13	14	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13
2	12	12	14	12	12	12	13	14	12	11	11	12	13	12	12	13	14	12	11	13	12	14	12	14	12	14	12	14	12	13	
3	43	42	43	43	43	43	44	42	43	44	45	42	43	42	45	45	43	43	43	43	42	42	43	43	43	43	43	42	41	43	
4	17	17	17	15	16	16	16	16	16	17	17	18	17	17	16	18	16	15	17	16	16	15	18	16	17	16	16	18	18	17	
5	23	22	22	22	23	23	23	23	23	23	24	23	24	23	23	23	22	24	23	23	23	22	24	23	23	23	23	23	22	23	
6	22	22	23	22	22	23	22	22	23	23	23	23	22	22	22	22	22	23	24	23	22	23	23	23	23	22	24	23	22	22	
7	26	25	27	26	26	26	26	25	26	27	26	26	26	26	24	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
8	17	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17	17	18	17	16	17	18	17	18	18	17	17	16	16	17	17	17	17	18	17	
9	35	35	35	35	34	35	34	36	35	35	35	35	35	35	35	36	34	35	35	35	36	35	35	36	36	35	35	35	34	36	
10	24	25	26	25	23	22	24	22	25	26	23	22	24	25	24	25	24	25	24	25	23	22	22	22	25	26	25	25	22	23	
TOTAL	232	230	237	230	230	229	233	229	232	234	233	231	234	231	230	238	230	230	232	231	228	229	235	235	234	236	228	231	227	233	
Std del ciclo	275	273	281	273	273	272	276,245	271,5	275	277	276	274	277	274	273	282	273	273	275	274	270	272	279	279	277	280	270	274	269	276	
ELEMENTO	ΣTo	Ci%		n	TN	TT	% SUPL	TStd elem	Min / UD		UD / HR																				
1	370	104%		30	383,20	12,77	14	14,56	4,560		13,16																				
2	374	104%		30	387,34	12,91	14	14,72	4,560		13,16																				
3	1288	104%		30	1333,94	44,46	14	50,69	4,560		13,16																				
4	496	104%		30	513,69	17,12	14	19,52	4,560		13,16																				
5	690	104%		30	714,61	23,82	14	27,16	4,560		13,16																				
6	676	104%		30	700,11	23,34	14	26,60	4,560		13,16																				
7	775	104%		30	802,64	26,75	14	30,50	4,560		13,16																				
8	517	104%		30	535,44	17,85	14	20,35	4,560		13,16																				
9	1052	104%		30	1089,52	36,32	14	41,40	4,560		13,16																				
10	714	104%		30	739,47	24,65	14	28,10	4,560		13,16																				
										Estandar del Ciclo con todo el estudio										273,6	seg / ud										

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.2 Estudio de Tiempos Predeterminados MTM-3

Procedimiento desarrollado:

1. Recopilar información del método y filmar las operaciones que conforman el proceso. Retomar el mismo diagrama analítico del ETC.
2. Determinar los micro-movimientos básicos que deben utilizarse en la operación que se estudia utilizando las tablas de MTM-3.

Tabla 4-15: Micro-movimientos - Operación 1

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G3 <sub>10</sub>	COGER DOS PIEZAS SIMULTANEAMENTE COGIDO FÁCIL	16 - 30	1	0,0192			
P2 <sub>50</sub>	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POSICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	00 - 15	1	0,0348			
P9 <sub>20</sub>	ALINEAR AL FINAL COGIO SIMULTANEO = P52	00 -15	1	0,012			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,061	25	NULA	NINGUNA
H7 <sub>10</sub>	CORTAR HILO CON SUCCIONADOR DE AIRE	00 - 15	1	0,012			
H5 <sub>00</sub>	DESDOBLAR/ABRIR UNA COSTURA	00 -05	1	0,0168			
MTA	APLICAR PRESIÓN	00 -05	3	0,0252			
D1 <sub>00</sub>	DEJAR PIEZA SUJETANDO	00 -15	1	0,0096			
			<b>T.S.T</b>	0,1906			
			<b>S.A.M</b>	0,217			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-16: Micro-movimientos - Operación 2

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G3 <sub>10</sub>	COGER DOS PIEZAS SIMULTANEAMENTE COGIDO FÁCIL	16 - 30	1	0,0192			
P2 <sub>50</sub>	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POSICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	00 - 15	1	0,0348			
P9 <sub>20</sub>	ALINEAR AL FINAL COGIO SIMULTANEO = P52	00 -15	1	0,012			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,061	25	NULA	NINGUNA
H7 <sub>10</sub>	CORTAR HILO CON SUCCIONADOR DE AIRE	00 - 15	1	0,012			
H5 <sub>00</sub>	DESDOBLAR/ABRIR UNA COSTURA	00 -05	1	0,0168			
MTA	APLICAR PRESIÓN	00 -05	3	0,0252			
D1 <sub>00</sub>	DEJAR PIEZA SUJETANDO	00 -15	1	0,0096			
			<b>T.S.T</b>	0,191			
			<b>S.A.M</b>	0,217			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-17: Micro-movimientos - Operación 3

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G300	COGER DOS PIEZAS SIMULTANEAMENTE	16 -30	1	0,0288			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	00 - 15	1	0,0348			
MA01	COSER 0,5 PULGADA 1,27 CM CON PARADA APROXIMADA	0	1	0,0264			
P920	ALINEAR AL FINAL COGIDO SIMULTANEO = P52	00 -15	1	0,012			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,0345	16	NULA	NINGUNA
H700	CORTAR HILO, MOVIMIENTO DEL PIE	00 -15	1	0,0054			
P510	REPOSICIONAR	00 - 15	1	0,0156			
G110	COGER UNA PIEZA, COGIDO FÁCIL	16 -30	1	0,015			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	00 - 15	1	0,0348			
MA01	COSER 0,5 PULGADA 1,27 CM CON PARADA APROXIMADA	0	1	0,0264			
P920	ALINEAR AL FINAL COGIO SIMULTANEO = P52	00 - 15	1	0,012			
MA10	COSER A MAQUINA	0	1	0,0518	20	NULA	NINGUNA
P920	ALINEAR AL FINAL COGIDO SIMULTANEO = 952	00 - 15	1	0,012			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,0398	20	NULA	NINGUNA
H700	CORTAR HILO, MOVIMIENTO DEL PIE	00 - 15	1	0,0054			
P510	REPOSICIONAR	00 - 15	1	0,0156			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	00 - 15	1	0,0348			
MA01	COSER 0,5 PULGADA 1,27 CM CON PARADA APROXIMADA	0	1	0,0264			
P920	ALINEAR AL FINAL COGIDO SIMULTANEO = 952	00 - 15	1	0,012			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,0318	14	NULA	NINGUNA
H700	CORTAR HILO, MOVIMIENTO DEL PIE	00 - 15	1	0,0054			
P510	REPOSICIONAR	00 -15	1	0,0156			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	00 - 15	1	0,0348			
MA01	COSER 0,5 PULGADA 1,27 CM CON PARADA APROXIMADA	0	1	0,0264			
P920	ALINEAR AL FINAL COGIDO SIMULTANEO = P52	00 - 15	1	0,012			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,0318	14	NULA	NINGUNA
H700	CORTAR HILO, MOVIMIENTO DEL	00 - 15	1	0,0054			

	PIE						
MTS	DAR UN PASO	00 - 05	1	0,0108			
			T.S.T	0,6175			
			S.A.M	0,704			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-18: Micro-movimientos - Operación 4

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G3 <sub>10</sub>	COGER DOS PIEZAS SIMULTANEAMENTE	16-30	1	0,0192			
P300	POSICIONAR BAJO PRENSATELAS	0-15	1	0,009			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	0-15	1	0,0348			
MTA	APLICAR PRESIÓN	0-05	1	0,0084			
P300	POSICIONAR BAJO PRENSATELAS	0-15	1	0,009			
H900	PULSAR BOTÓN	0-15	1	0,009			
PV01	CICLO PRENSA	0	1	0,05			
G100	COGER UNA PIEZA	0-15	1	0,015			
G500	COGER UNA PIEZA Y POSICIONAR EN OTRA	0-15	1	0,027			
MTA	APLICAR PRESIÓN	0-05	1	0,0084			
G500	COGER UNA PIEZA Y POSICIONAR EN OTRA	0-15	1	0,027			
MTA	APLICAR PRESIÓN	0-05	1	0,0084			
D100	DEJAR PIEZA SUJETANDO	0-15	1	0,0096			
G500	COGER UNA PIEZA Y POSICIONAR EN OTRA	0-15	1	0,027			
D100	DEJAR PIEZA SUJETANDO	0-15	1	0,0096			
			TST	0,2714			
			SAM	0,309			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-19: Micro-movimientos - Operación 5

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G300	COGER DOS PIEZAS SIMULTÁNEAMENTE	16-30	1	0,0288			
P650	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LAS MANOS	0-15	1	0,0054			
P100	ALINEAR EXTREMOS INICIALES	0-15	1	0,0228			
P910	ALINEAR AL FINAL	16-30	1	0,0246			
H990	MEDIIR CON CENTÍMETRO O REGLA	16-30	1	0,0336			
MTA	APLICAR PRESIÓN	0-05	1	0,0084			
H630	CORTAR CON TIJERAS EN MANO	0-15	1	0,0108			
D100	DEJAR PIEZA SUJETANDO	16-30	1	0,015			
P510	REPOSICIONAR	16-30	1	0,0246			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	0-15	1	0,0348			
MA04	REMATAR CON PALANCA AL COMIENZO	0	1	0,0108			
MA10	COGER EN MÁQUINA	0	1	0,0808	4,00	NULA	MÁXIMA
MA05	REMATAR CON PALANCA AL FINAL	0	1	0,0144			
H600	COGER TIJERAS - CORTAR HILO - DEJAR	16-30	1	0,0282			
MTS	DAR UN PASO	0-05	1	0,0108			
			TST	0,3538			
			SAM	0,403			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-20: Micro-movimientos - Operación 6

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G100	COGER UNA PIEZA	16-30	1	0,0204			
G500	COGER UNA PIEZA Y POSICIONAR EN LA OTRA	16-30	1	0,0318			
P250	ALINEAR EXTREMOS INICIALES Y POICIONAR BAJO P.T CON PRECIS	0-15	1	0,0348			
P920	ALINEAR AL FINAL CÓDIGO SIMULTÁNEO =P52	0-15	1	0,012			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0384	10	NULA	MÁXIMA
P920	ALINEAR AL FINAL CÓDIGO SIMULTÁNEO =P52	0-15	1	0,012			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0384	10	NULA	MÁXIMA
P920	ALINEAR AL FINAL CÓDIGO SIMULTÁNEO =P52	0-15	1	0,012			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0289	3	NULA	MÁXIMA
P920	ALINEAR AL FINAL CÓDIGO SIMULTÁNEO =P52	0-15	1	0,012			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0223	7	NULA	NINGUNA
P920	ALINEAR AL FINAL CÓDIGO SIMULTÁNEO =P52	0-15	1	0,012			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0384	10	NULA	MÁXIMA
H710	CORTAR HILO CON SUCCIONADOR DE AIRE	0-15	1	0,012			
MTE	MOVIMIENTO DE LOS OJOS	0-05	1	0,0042			
MTS	DAR UN PASO	0-05	1	0,0108			
			TST	0,3404			
			SAM	0,388			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-21: Micro-movimientos – Operación 7

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
P350	POSICIONAR BAJO PRENSA TELAS CON PRECISIÓN	0-15	1	0,0156			
G800	COGER UNA PIEZA, POSICIONARLA BAJO PRENSA TELAS CON PRECIS	16-30	1	0,033			
P100	ALINEAR EXTREMOS INICIALES	0-15	1	0,0228			
P910	ALINEAR AL FINAL	0-15	1	0,0156			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,056	32	NULA	NINGUNA
P650	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LAS MANOS	0-15	6	0,0324			
P600	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LOS DEDOS	0-15	6	0,0216			
P100	ALINEAR EXTREMOS INICIALES	0-15	1	0,0228			
MA10	COSER EN MAQUINA	0	1	0,0695	42	NULA	NINGUNA
P650	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LAS MANOS	0-15	6	0,0324			
P600	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LOS DEDOS	0-15	6	0,0216			
H700	CORTAR HILO, MOVIMIENTO DEL PIE	0-15	1	0,0054			
H200	DOBLAR UNA VEZ	0-15	1	0,0186			
MTE	MOVIMIENTO DE LOS OJOS	0-05	1	0,0042			
H600	COGER TIJERAS - CORTAR HILO - DEJAR	0-15	1	0,0204			
H610	CORTE SUPLEMENTARIO	0-05	1	0,0078			
H500	DESDOBLAR ABRIR UNA COSTURA	0-05	1	0,0168			
MTS	DAR UN PASO	0-05	1	0,0108			
			TST	0,4273			
			SAM	0,487			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-22: Micro-movimientos - Operación 8

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
P350	POSICIONAR BAJO PRENSA TELAS CON PRESICIÓN	0-15	1	0,0156			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0206	5	NULA	NINGUNA
H740	CORTAR HILO, CUCHILLA FIJA	16-30	1	0,015			
P910	ALINEAR AL FINAL	0-15	1	0,0156			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0283	10	NULA	NINGUNA
P910	ALINEAR AL FINAL	0-15	1	0,0156			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0206	5	NULA	NINGUNA
P910	ALINEAR AL FINAL	0-15	1	0,0156			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0437	20	NULA	NINGUNA
H740	CORTAR HILO, CUCHILLA FIJA	16-30	1	0,015			
H240	VOLTEAR PRENDA	16-30	1	0,0399			
MTE	MOVIMIENTO DE LOS OJOS	0-05	1	0,0042			
D100	DEJAR PIEZA SUJETANDO	16--30	1	0,015			
			TST	0,2647			
			SAM	0,302			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-23: Micro-movimientos - Operación 9

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
H200	DOBLAR UNA VEZ	0-15	1	0,0186			
P910	ALINEAR AL FINAL	0-15	1	0,0156			
P350	POSICIONAR BAJO PRENSA TELAS CON PRESICIÓN	0-15	1	0,0156			
P100	ALINEAR EXTREMOS INICIALES	0-15	1	0,0228			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0842	44	NULA	MÁXIMA
P600	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LOS DEDOS	0-15	10	0,036			
P650	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LAS MANOS	0-15	5	0,027			
H700	CORTAR HILO MOVIMIENTO DEL PIE	0-15	1	0,0054			
P510	REPOSICIONAR	0-15	1	0,0156			
H200	DOBLAR UNA VEZ	0-15	1	0,0186			
P910	ALINEAR AL FINAL	0-15	1	0,0156			
P350	POSICIONAR BAJO PRENSA TELAS CON PRESICIÓN	0-15	1	0,0156			



P100	ALINEAR EXTREMOS INICIALES	0-15	1	0,0228			
MA10	COSER EN MÁQUINA	0	1	0,0842	44	NULA	MÁXIMA
P600	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LOS DEDOS	0-15	10	0,036			
P650	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LAS MANOS	0-15	5	0,027			
H700	CORTAR HILO MOVIMIENTO DEL PIE	0-15	1	0,0054			
H600	COGER TIJERAS - CORTAR HILO - DEJAR	0-15	1	0,0204			
H610	CORTE SUPLEMENTARIO	0-05	3	0,0234			
MTE	MOVIMIENTO DE LOS OJOS	0-05	1	0,0042			
D100	DEJAR PIEZA SUJETANDO	16-30	1	0,015			
			TST	0,529			
			SAM	0,603			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-24: Micro-movimientos - Operación 10

CÓDIGO MTM-3	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DISTANCIA	REPET	MINUTOS	LARGO COSTURA	GUÍA Y TENSIÓN	PRECISIÓN PARADA
G500	COGER UNA PRENDAS Y POSICIONAR EN LA OTRA	16-30	12	0,0318			
P600	REASIR MEDIANTE MOVIMIENTO DE LOS DEDOS	0-15	12	0,0216			
D100	DEJAR PRENDAS SIN SUJETAR	16-30	1	0,015			
H600	COGER BOLSA - ABRIRLA - DEJAR	0-15	1	0,0204			
G3 <sub>10</sub>	COGER DOCE PIEZAS SIMULTANEAMENTE	16-30	1	0,0192			
H240	DOBLAR DOCENA DE PRENDAS	16-30	1	0,0399			
G500	COGER BOLSA PLÁSTICA Y POSICIONAR DOCENA	16-30	1	0,0318			
G500	COGER DOCENA DE PRENDAS E INTRODUCIR EN BOLSA	16-30	12	0,0318			
P300	INTRODUCIR DOCENA EN BOLSA PLÁSTICA	0-15	1	0,009			
H200	DOBLAR UNA VEZ LA BOLSA	0-15	1	0,0186			
H201	HACER NUDO A LA BOLSA	0-15	1	0,0186			
MTA	APLICAR PRESIÓN	00 -05	3	0,0252			
D100	DEJAR BOLSA EN CAJA SUJETANDO	16-30	1	0,015			
			TST	0,2979			
			SAM	0,3396			

Fuente: Elaboración propia

3. Sumar el valor del tiempo dado por las tablas de datos de la MTM-3 para cada uno de los micro-movimientos por operación.
4. Conocer el suplemento por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables. Se consideran los establecidos por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Empresa, equivalentes al 14%.
5. Calcular el tiempo estándar por operación incluyendo los suplementos.
6. Calcular el tiempo estándar del proceso y hacer las conversiones de tiempo requeridas.

Tabla 4-25: Maestra de operaciones con MTM-3

BOXER - HOMBRE - REF #2148				
N° OPERACIÓN	OPERACIÓN	TIPO DE TELA	REFERENCIAS A LAS CUALES APLICA	STD LEAN (min/ud)
1	CERRAR PINZA EXTERNA LOOPER CIEGO	JERSEY 346	2148	0,217
2	CERRAR PINZA INTERNA LOOPER CIEGO		2148	0,217
3	CIERRA TIRO TRASERO, ENTREPIERNA Y CORTES DELANTEROS		2148	0,704
4	FUSIONAR TALLA Y SENCAMER PEGAR ETIQUETA E ISTAPEK		2148	0,309
5	MEDIR, CORTAR Y CERRAR ELASTICO ZIGZAG SENCILLO		2148	0,403
6	MONTAR PINZA	JERSEY 346	2148	0,388
7	RESORTAR CINTURA	JERSEY 346	2148	0,487
8	SESGAR PINZA		2148	0,302
9	HACER RUEDO	JERSEY 346	2148	0,603
10	EMPACAR DOCENA		2148	0,340
			Estándar del proceso	3,970

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3 Estudio de Tiempos Agregados

Procedimiento:

1. Selección del criterio de observación: se selecciona el período de fabricación, en este estudio se desconoce el número de unidades a producir y el tiempo estándar de fabricación. Se define un periodo de observación, de la jornada completa de trabajo, es decir, de 5:30 am hasta las 22:00 pm. El periodo total de observación (esperado y presupuestado por el programador de producción por su experiencia y antigüedad en la empresa), se divide en intervalos de 30 minutos, buscando que el módulo esté tranquilo y ejecute el trabajo en diferentes ritmos y velocidades.

2. Luego de establecer el criterio de observación, se seleccionaron dos números aleatorios que corresponden al número de observaciones que va a realizar durante dichos intervalos de tiempo que serán medidos por los analistas. Se espera que en cada observación se ejecute un determinado número veces del ciclo completo de trabajo y se registra el número de unidades obtenidas o generadas al finalizar la misma.

Tabla 4-26: Observaciones aleatorias de períodos de tiempo

fecha	tiempo esperado de producción	duración (min) de cada observación	# posibles períodos	# aleatorios	x 30 min cada observación	en horas	Hora del período desde las 5:30 am	# del período observado
23/05/2015	816	30	27,2	3	90	1:30:00	7:00:00	1
				16	480	8:00:00	13:30:00	2
26/05/2015	1358	30	45,3	10	300	5:00:00	10:30:00	3
				26	780	13:00:00	18:30:00	4
27/05/2015	480	30	16,0	8	240	4:00:00	9:30:00	5
				15	450	7:30:00	13:00:00	6
13/06/2015	360	30	12,0	9	270	4:30:00	10:00:00	7
				12	360	6:00:00	11:30:00	8
16/06/2015	405	30	13,5	3	90	1:30:00	7:00:00	9

## Estudio de un caso en una empresa del sector textil

				11	330	5:30:00	11:00:00	10
17/06/2015	672	30	22,4	18	540	9:00:00	14:30:00	11
				20	600	10:00:00	15:30:00	12
18/06/2015	374	30	12,5	3	90	1:30:00	7:00:00	13
				7	210	3:30:00	9:00:00	14
23/06/2015	556	30	18,5	14	420	7:00:00	12:30:00	15
				17	510	8:30:00	14:00:00	16
27/06/2015	394	30	13,1	6	180	3:00:00	8:30:00	17
				10	300	5:00:00	10:30:00	18
08/07/2015	796	30	26,5	10	300	5:00:00	10:30:00	19
				21	630	10:30:00	16:00:00	20
09/07/2015	1077	30	35,9	23	690	11:30:00	17:00:00	21
				29	870	14:30:00	20:00:00	22
10/07/2015	703	30	23,4	13	390	6:30:00	12:00:00	23
				19	570	9:30:00	15:00:00	24
13/07/2015	827	30	27,6	8	240	4:00:00	9:30:00	25
				23	690	11:30:00	17:00:00	26
14/07/2015	713	30	23,8	14	420	7:00:00	12:30:00	27
				21	630	10:30:00	16:00:00	28
15/07/2015	518	30	17,3	13	390	6:30:00	12:00:00	29
				15	450	7:30:00	13:00:00	30
18/07/2015	350	30	11,7	3	90	1:30:00	7:00:00	31
				7	210	3:30:00	9:00:00	32

Fuente: Elaboración propia adaptada de Becerra (2008)

3. Cada uno de los períodos observados por el analista, este calcula la valoración del ritmo del trabajador y está atento a elementos casuales y extraños, que se presenten durante el trabajo, con su correspondiente duración. Los elementos casuales son aquellos que se presentan con regularidad durante la operación y los elementos extraños o misceláneos son aquellos que no están considerados dentro de la ejecución normal de la operación.

4. Cálculo del tiempo estándar:

Tabla 4-27: Cálculo del tiempo estándar - Tiempos Agregados

HORA INICIAL (Hr- In)	HORA FINAL (Hr-Fn)	Tn en minutos (Hf – Hi)	valoración del ritmo (VR)	tiempo de elementos extraños (TE)	tiempo de elementos casuales (TC)	N (UD obtenidas)
7:00:00	7:30:00	30	105%			9,00
13:30:00	14:00:00	30	108%	1,00		7,00
10:30:00	11:00:00	30	92%		2,00	6,00
18:30:00	19:00:00	30	80%		-	6,00
9:30:00	10:00:00	30	84%	1,00		5,00
13:00:00	13:30:00	30	86%	1,00	2,00	5,00
10:00:00	10:30:00	30	94%	-	1,00	7,00
11:30:00	0:00:00	30	90%	-	2,00	6,00
7:00:00	7:30:00	30	100%	1,00	-	6,00
11:00:00	11:30:00	30	102%		-	7,00
14:30:00	15:00:00	30	104%	1,00	-	5,00
15:30:00	16:00:00	30	102%	1,00	2,00	5,00
7:00:00	7:30:00	30	98%	-	5,00	7,00
9:00:00	9:30:00	30	104%	-	2,00	7,00
12:30:00	13:00:00	30	105%	2,00	1,00	5,00
14:00:00	14:30:00	30	102%	1,00	-	5,00
8:30:00	9:00:00	30	100%	2,00	4,00	5,00
10:30:00	11:00:00	30	101%	1,00	-	6,00
10:30:00	11:00:00	30	97%	-	2,00	7,00

16:00:00	16:30:00	30	99%	-	3,00	6,00
17:00:00	17:30:00	30	105%	2,00	5,00	5,00
20:00:00	20:30:00	30	102%	-	2,00	6,00
12:00:00	12:30:00	30	110%	-	5,00	8,00
15:00:00	15:30:00	30	107%	1,50	1,00	5,00
9:30:00	10:00:00	30	100%	0,50	2,00	5,00
17:00:00	17:30:00	30	97%	-	2,00	6,00
12:30:00	13:00:00	30	110%	-	5,00	9,00
16:00:00	16:30:00	30	105%	1,00		5,00
12:00:00	12:30:00	30	96%	-	-	7,00
13:00:00	13:30:00	30	98%	-	-	7,00
7:00:00	7:30:00	30	100%	-	-	7,00
9:00:00	9:30:00	30	98%	-	-	6,00
		960,00	3181%	17,00	48,00	198,00
			total eventos	14	18	
ESTÁNDAR POR TIEMPOS AGREGADOS			4,03	min / ud	242,03 seg / ud	

Fuente: Elaboración propia adaptada de Becerra (2008)<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Debe considerarse que los tiempos casuales, están incluidos dentro de la duración del período observado.

## 5.Resultados

### 5.1 Análisis estadístico de Tiempos con Cronómetro, MTM y Tiempos Agregados

#### 5.1.1 Prueba de normalidad

Esta prueba de normalidad se lleva a cabo con el fin de realizar posteriormente la prueba de hipótesis para evaluar la media poblacional (tiempos promedios con cronómetro).

Tabla 5-1: Prueba de Normalidad para el ETC

Contraste de hipótesis	Resultado
Ho: Los datos se asemejan a una distribución normal Ha: Los datos no se asemejan a una distribución normal. Nivel de confianza: 95%	Shapiro-Wilk normality test data: T.Cronom W = 0.95123, p-value = 0.1823
<b>Interpretación:</b> El valor P es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), entonces no se puede rechazar la hipótesis de que los datos con cronómetro provienen de una distribución normal.	

Fuente: Elaboración propia

Concluyendo normalidad en los datos con cronómetro, se procede a realizar la prueba de hipótesis y construcción del intervalo de confianza para el promedio tomado con cronómetro.

### 5.1.2 Prueba de hipótesis para comparar los datos obtenidos entre cronómetro y los otros dos métodos.

Tabla 5-2: Prueba de hipótesis ETC vs. MTM-3

<b>Prueba de hipótesis para determinar igualdad de Tiempo cronómetro con tiempos MTM-3</b>	<b>Resultado</b>
<p>Ho: <math>\mu = 238.18</math></p> <p>Ha: <math>\mu \neq 238.18</math></p> <p>Nivel de confianza: 95%</p>	<p>data: T. Chronometric</p> <p>t = 61.35, df = 29, p-value =0.0</p> <p>alternative hypothesis: true mean is not equal to 238.18</p> <p>95 percent confidence interval: 273.4, 275.9</p>
<p><b>Interpretación:</b></p> <p>Como el valor P es menor que el nivel de significancia (<math>\alpha = 0.05</math>) entonces se rechaza la hipótesis nula, es decir el tiempo medido con cronómetro es diferente del tiempo calculado mediante MTM-3.</p> <p>También se afirma, con el mismo nivel de confianza, que el tiempo promedio verdadero con cronómetro se encuentra entre los valores: 273.4 y 275.9</p>	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 5-3: Prueba de hipótesis ETC vs. Tiempos Agregados

Prueba de hipótesis para determinar igualdad de Tiempo cronómetro con Tiempos Agregados	Resultado
<p>Ho: <math>\mu = 242.03</math></p> <p>Ha: <math>\mu \neq 242.03</math></p> <p>Nivel de confianza: 95%</p>	<p>One Sample t-test data: T. Chronometric t = 54.88, df = 29, p-value = 0.0 alternative hypothesis: true mean is not equal to 242.03 95 percent confidence interval: 273.4, 275.9</p>
<p><b>Interpretación:</b> Como el valor P es menor que el nivel de significancia (<math>\alpha = 0.05</math>) entonces se rechaza la hipótesis nula, es decir el tiempo medido con cronómetro es diferente del tiempo calculado mediante estudio de tiempos agregados. También se afirma, con el mismo nivel de confianza, que el tiempo promedio verdadero con cronómetro se encuentra entre los valores: 273.4 y 275.9.</p>	

Fuente: Elaboración propia

**Conclusión:** *El tiempo promedio con cronómetros se encuentra entre: 273,4 y 275,9 segundos (con un 95% de confianza); de tal manera, que en ninguno de los otros dos métodos el tiempo se encuentra entre este intervalo, por lo tanto, significa que estos tiempos son diferentes al del cronómetro.*

**NOTA:** Los resultados se obtuvieron mediante el programa estadístico R.



## 6. Conclusiones y recomendaciones

La revisión bibliográfica muestra que, aunque las técnicas de medición del trabajo llevan muchas décadas desde su creación, es cierto que no han evolucionado en sus métodos y procedimientos; por tanto, siguen conservando su forma de aplicación y manteniéndose vigentes los autores tradicionales de dichas teorías.

En esto vale la pena mencionar que la formación de analistas que utilizan estas técnicas, ha sido muy conservadora y apenas, después del surgimiento de tecnologías de información, se ha logrado proponer modelos computarizados y herramientas digitales.

En lo relacionado con las ventajas de las técnicas, mencionadas en la revisión bibliográfica, puede afirmarse, que el ETC es la técnica que tiene una más fácil aplicación, debido a que esta no implica un gran número de horas-analista de capacitación. Pese a ello, es una técnica que genera mayor controversia, debido al ineludible “frente-a-frente” del analista con el operador; esto significa que, por la mera condición humana y el temor natural de sentirse evaluado, el individuo mostrará un rechazo natural. Sin embargo, el analista deberá mitigar el impacto con una explicación estratégica al “vender” el proceso de medición del trabajo.

Por el contrario, la técnica de tiempos predeterminados MTM-3, sí requiere alta dedicación de horas de capacitación y requiere un alto grado de conocimiento del proceso. Es por esto, y en el afán que se tiene generalmente por estandarizar los procesos, que las empresas opten por implementar sistemas de medición de fácil y económica aplicación.

Ahora bien, los Tiempos Agregados, proponen un procedimiento sencillo y fácil de aplicar, teniendo dos opciones para seleccionar el tipo de estudio: por lote o por período de tiempo. En cambio, el ETC y los tiempos predeterminados con MTM-3, se concentran en la ejecución del método de trabajo y en los movimientos utilizados por el operador para terminar la tarea. Esta diferencia permite que el analista se concentre en observar otros detalles de la ejecución, trasladando su atención al desempeño del sistema como tal, pudiendo evaluar otros factores, propios o del ambiente, que afectan o interfieren el resultado final.

El estudio Delphi, demostró la convergencia de los conceptos aportados por cada experto, considerando que estos, tienen o han tenido experiencia en el sector confección y han aplicado las técnicas tradicionales de medición del trabajo.

De otro lado, los expertos manifestaron que la técnica que más preferían utilizar, es el ETC, dada la facilidad del procedimiento y los bajos costos que de ella se derivan.

Al comparar las técnicas mencionadas, se pudo establecer que con los Tiempos Agregados el desgaste del analista es menor ya que no necesita considerar tantos detalles, como los que requieren las técnicas tradicionales. Además, se demostró que el tiempo promedio con cronómetros se encuentra entre 245,6585 segundos y 247,4030 segundos. A partir de esto, se pudo establecer que en ninguno de los otros dos métodos el tiempo se encuentra dentro de ese intervalo, lo que significa difieren de los calculados por el ETC.

Adicionalmente, al momento de registrar la información, no se detectaron situaciones que generaran duda en los analistas; por el contrario, se experimentó tranquilidad y claridad al valorar el desempeño del operador, facilitándose el registro de la información requerida por el sistema. Sin embargo, se encontró que los tiempos casuales no deben ser

---

sumados en la fórmula, porque se estarían duplicando, ya que estos están incluidos en el período observado.

La triangulación de los instrumentos cualitativos y cuantitativos para validar la técnica nueva de los Tiempos Agregados, permite concluir que la aplicación de ésta, es aceptable y posible dada la rigurosidad metodológica desarrollada en el trabajo de campo. Se experimentó una forma de aplicación válida para que el operador pueda apoyar este tipo de actividades técnicas de ingeniería y no generó conflicto por parte del personal al momento del registro de los tiempos.

El tiempo estándar de las operaciones de fabricación del bóxer de referencia 2148, obtenido al aplicar la técnica Tiempos Agregados, se comporta de forma similar al obtenido con las técnicas tradicionales, ETC y tiempos predeterminados con MTM-3. Sin embargo, el tiempo estándar no es válido estadísticamente por no estar dentro del rango de variación de los tiempos.

Por todo lo anterior, puede argumentarse que el proceso de validación de la técnica sí se cumplió, dado que se triangularon los datos recolectados con variables cualitativas y cuantitativas. Sin embargo, al comparar los tiempos obtenidos con la técnica de los Tiempos Agregados con las otras técnicas, no resultan estadísticamente válidos.



## **7.Futuras líneas de acción**

Ampliar la experimentación de la técnica Tiempos Agregados estudiando casos múltiples con unidad principal de análisis, que permitan robustecer la validación de la técnica.

Realizar un muestreo probabilístico en un sector específico que permita generalizar los resultados.





## 8. Bibliografía

Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica Caracas: Editorial Episteme.

Baines, A. (1995). Work Measurement The Basic Principles Revisited. Work Study, 44(7), 10-14.

Becerra R. (2008). Gestión de la producción: una aproximación conceptual. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Bures, M. (2015). Comparison of Time Standardization Methods on the Basis of Real Experiment. Procedia Engineering, (100), 466-474.

C.I. Dugotex S.A. (2014, 01 de julio). [www.cidugotex.com](http://www.cidugotex.com). Obtenido de [www.cidugotex.com](http://www.cidugotex.com).

Caso, A. (2006). Técnicas de medición del trabajo. Madrid: Fundación Confemetal.

Chetty, S. (1996). The Case Study Method for Research in Small and Medium Sized Firms. International Small Business Journal, 15(1), 73-85.

Cisterna C., F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, (14), 61-71.

Dağdeviren, M. E. (2011). An Alternative Work Measurement Method and Its Application to a Manufacturing Industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 563-567.

Dalkey, N. &. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. *Management science*, 9(3), 458-467.

Daniels, S. (1997). Back to Basics with Productivity Techniques. *Work Study*, 46, 52-57.

Duran, C. C. (2015). Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy Glass Manufacturing Company. *Procedia Economics and Finance*, 26, 109-113.

Efron, B. H. (2004). Least Angle Regression. *The Annals of statistics*, 32(2), 407-499.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories From Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

Erzberger, C. (2003). Making Inferences in Mixed Methods: The rules of Integration. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 457-488.

Erzberger, C. P. (1997). Triangulation: Validity and empirically-based hypothesis construction. *Quality and Quantity*, 31(2), 141-154.

García, R. (2005). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Mexico: McGraw Hill.

Gil G.de L. (2012). La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido. *Anales de psicología*, 28(3), 1011-1020.

Hernández, M. (2010). El control administrativo de F. W. Taylor. Cien años después. *Gestión y Estrategia*, (38), 61-73.

Herrmann, J. W. (2007). *The Legacy of Taylor, Gantt, and Johnson: How to Improve Production Scheduling*. University of Maryland, College Park, Technical Report, 26, 377-384.

Hashim, N. D. (2008). *Time Study Method. Implementation in Manufacturing Industry* . A BE Report, Universiti Teknikal Malaysia, Melaka.

Hodson, W. K. (2005). *Manual del ingeniero industrial – Maynard*. Mexico: McGraw Hill.

Kanaway, G. (2002). *Introducción al Estudio del Trabajo - OIT*. Mexico: Limusa.

Kelle, U. &. (1999). The integration of Qualitative and Quantitative Methods. Methodological Models and Their Significance for Practising Social Research. *Kolner Zeitschrift fur Soziologie und Sozialpsychologie*, 51(3), 509.

Ko, C. S. (2007). A Case Study for Determining Standard Time in a Multi-pattern and Short Life-cycle Production System. *Computers & Industrial Engineering*, 2(53), 321-325.

Landeta, J. (1999). El Método Delphi. Una Técnica de Previsión del Futuro. Barcelona: Ariel.

Linstone, H. A. (1975). The Delphi method: Techniques and applications. Boston: Addison-Wesley.

Lopetegui, M. Y. (2014). Time Motion Studies in Healthcare: What are we talking about? *Journal of biomedical informatics*, 49, 292-299.

Martínez Carazo, P. C. (2011). El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica. *Revista científica Pensamiento y Gestión*, 20. [En línea][Consultado: 2011-02-10]. Disponible en: pmartincarazo@hotmail.com

Maynard, H. B. (2005). *Maynard manual del ingeniero industrial* (2a ed., Vol. 1). Mexico D.F.: McGraw-Hill.

Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. México: Prentice Hall.

Mishler, E. (1990). Validation in Inquiry-guided Research: The role of Exemplars in Narrative Studies. *Harvard Educational Review*, 60(4), 415-443.

Niebel, B. & Andris, F. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Editorial: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, Edición: 12ª.

- 
- Rodríguez S. (2006). La triangulación analítica como recurso para la validación de estudios de encuesta recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior. RELIEVE, 12(2), 289-305.
- Stasiejko, H. A. (2009). La triangulación de datos como criterio de validación interno en una investigación exploratoria. II Congreso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata.
- Taylor, F. W. (1914). *The Principles of Scientific Management*. New York: Harper & Brothers.
- Yacuzzi, E. (2005). El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación. Universidad del CEMA, (296), 37.
- Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Yin, R. K. (1989). *Case study research: Design and methods, revised edition*. Newbury Park: Sage.
- Yusoff, N. J. (2012). Work Measurement for Process Improvement in the Car Seat Polyurethane Injection Manufacturing Line. *Procedia Engineering*, 41, 1800-1805.



## A. Anexo: Encuesta para establecer el coeficiente de competencia del panelista.

ENCUESTA PARA ESTABLECER EL COEFICIENTE DE COMPETENCIA DEL PANELISTA.					
<p>Señor (a) Panelista: Usted ha sido seleccionado (a) para colaborar en una investigación sobre la "Validación de una nueva técnica de medición del trabajo: <i>Tiempos Agregados</i>".</p> <p>El objetivo de esta encuesta es valorar su nivel de competencia en el tema "Manejo y aplicación de Técnicas de Medición del Trabajo". Por esta razón le solicitamos que responda, con la mayor objetividad posible, los siguientes criterios colocando la letra (A, M o B) de la respuesta que usted considere en la casilla <u>Respuesta</u> para cada criterio de argumentación.</p>					
N°	CRITERIO DE ARGUMENTACIÓN	ALTO (A)	MEDIO (M)	BAJO (B)	RESPUESTA
1	EXPERIENCIA COMO DOCENTE DE MÉTODOS Y TIEMPOS	MAYOR A 10 AÑOS	ENTRE 3 Y 10 AÑOS	MENOR A 3 AÑOS	
2	EXPERIENCIA EN TOMA DE TIEMPOS EN EMPRESAS DEL SECTOR PRODUCTIVO	MAYOR A 10 AÑOS	ENTRE 3 Y 10 AÑOS	MENOR A 3 AÑOS	
3	SECTOR PRODUCTIVO EN EL QUE HA TENIDO MAYOR NÚMERO DE AÑOS DE EXPERIENCIA	CONFECCIÓN Y CUERO	METALMECÁNICO	OTROS	
4	NIVEL ACADÉMICO	MAGISTER Y/O DOCTORADO	ESPECIALISTA Y/O PROFESIONAL	TECNÓLOGO Y/O TÉCNICO	
5	CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL MTM U OTRA	MÁS DE UNA	UNA	NINGUNA	
6	PUBLICACIÓN	LIBRO y/o MÁS DE UN PAPER EN MÉTODOS Y TIEMPOS	MÁS DE UN PROYECTO INVESTIGACIÓN TERMINADOS y/o AL MENOS UN PAPER EN MÉTODOS Y TIEMPOS	AL MENOS UN PROYECTO DE APLICACIÓN TERMINADO, EN MÉTODOS Y TIEMPOS	
7	En esta pregunta, escriba el número del valor que corresponda con el grado de conocimiento que usted tenga en el tema "Manejo y aplicación de estudios de tiempos con cronómetro"(Autovaloración). Tenga en cuenta que el menor grado de conocimiento será calificado con 1 y el mayor con 10.				





# B. Anexo: Variables de base del Experto en técnicas de medición del trabajo.

VARIABLES DE BASE DEL EXPERTO EN TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO	
<p>POR FAVOR, COMPLETE LOS SIGUIENTES DATOS PERSONALES:</p> <p>(PUEDE RESPONDER DIRECTAMENTE EN EL ARCHIVO Y ENVIAR LAS RESPUESTAS EN ARCHIVO DE WORD O IMPRIMIR LA HOJA, RESPONDERLO MANUALMENTE Y ESCANEARLO COMO PDF)</p>	
NOMBRE COMPLETO:	<input type="text"/>
EDAD:	<input type="text"/>
SEXO:	<input type="text"/>
ESTUDIOS REALIZADOS	
PREGRADO:	<input type="text"/>
POSGRADO	<input type="text"/>
ESPECIALIZACIÓN:	<input type="text"/>
MAESTRÍA:	<input type="text"/>
DOCTORADO:	<input type="text"/>
POST DOCTORADO:	<input type="text"/>
OTRO:	<input type="text"/>
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO QUE DESEMPEÑA ACTUALMENTE:	
<input type="text"/>	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL ÁREA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO:	
<input type="text"/>	
<p>SELECCIONE DE 1 A 10, ¿CÓMO EVALÚA SU CONOCIMIENTO EN LOS SIGUIENTES CAMPOS?</p> <p>(siendo 1 = NO CONOCE NADA DEL TEMA y 10 = ES UN VERDADERO EXPERTO DEL TEMA)</p>	
	CALIFICACIÓN
DEFINICIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD.	<input type="text"/>
ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS.	<input type="text"/>
APLICACIÓN DE DIAGRAMAS DE MÉTODOS.	<input type="text"/>
DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO.	<input type="text"/>
TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL TRABAJO.	<input type="text"/>
ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO.	<input type="text"/>
TIEMPOS PREDETERMINADOS MTM-1, MTM-2, MTM-3.	<input type="text"/>
TIEMPOS PREDETERMINADOS MOST.	<input type="text"/>
CÁLCULOS DE CAPACIDAD Y CARGA DE TRABAJO.	<input type="text"/>
HERRAMIENTA SMED.	<input type="text"/>



# C. Anexo: Consulta a expertos – Primera Ronda

## CONSULTA A EXPERTOS -PRIMERA RONDA

Señor (a) Panelista: Usted ha sido seleccionado como experto para evaluar conceptos relacionados con las técnicas de Medición: Estudio de tiempos con cronómetro, Muestreo de Trabajo y Tiempos predeterminados. Para tales efectos, se realizarán varias rondas con el objetivo de realizar un consenso sobre algunos aspectos relacionados con las mismas.

Para las preguntas de la 1 a la 15, seleccione una respuesta para cada Factor y registre el número de su respuesta en la casilla correspondiente. En las preguntas que no tienen opciones, escriba brevemente su respuesta. Si su respuesta es **OTRA**, escriba la que usted considera en la casilla indicada.

FACTOR	OPCIONES						NÚMERO DE SU RESPUESTA	OTRA, CUÁL
	0	1	2	3	4	5		
1 SEXO	MASCULINO	FEMENINO						
2 EDAD	Menor de 20	Entre 20 y 30	Entre 30 y 40	Entre 40 y 50	Entre 50 y 60	Mayor de 60		
3 CONOCE MÁS DE UNA TÉCNICA DE MEDICIÓN DEL TRABAJO ?	NO	SI						
4 HA ESTANDARIZADO ALGUNA TAREA CON MÁS DE UNA TÉCNICA DE MEDICIÓN?	NUNCA	AL MENOS UNA VEZ	MÁS DE UNA Y HASTA DIEZ VECES	MÁS DE DIEZ Y HASTA CINCUENTA VECES	MÁS DE CINCUENTA Y HASTA CIENTO VECES	MÁS DE CIENTO VECES		
5 CUÁL HA SIDO LA TÉCNICA DE MÁS FÁCIL APLICACIÓN QUE HA UTILIZADO EN LA ESTANDARIZACIÓN DE UNA TAREA?	OTRA, CUÁL	DATOS HISTÓRICOS	MOST	MUESTREO DE TRABAJO	ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO	TIEMPOS PREDETERMINADOS MTM		
6 HA ESTANDARIZADO TAREAS CON MUESTREO DE TRABAJO?	NO	SI						
7 HA TENIDO DIFICULTADES PARA APLICAR MUESTREO DE TRABAJO?	SIEMPRE	NUNCA	CADA VEZ QUE LA APLICA	OCASIONALMENTE				
8 CUAL HA SIDO LA VENTAJA MÁS SIGNIFICATIVA AL APLICAR MUESTREO DE TRABAJO?	NINGUNA	OTRO, CUÁL	RAPIDEZ EN LA TOMA DE MUESTRAS	MEJOR PREDISPOSICIÓN DEL OPERARIO	MAYOR ECONOMÍA	CONFIABILIDAD EN LOS RESULTADOS		
9 HA ESTANDARIZADO TAREAS CON LA TÉCNICA DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO?	NO	SI						
10 HA TENIDO DIFICULTADES PARA APLICAR LA TÉCNICA DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO?	SIEMPRE	NUNCA	CADA VEZ QUE LA APLICA	OCASIONALMENTE				
11 CUAL HA SIDO LA VENTAJA MÁS SIGNIFICATIVA AL APLICAR LA TÉCNICA DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO.	NINGUNA	OTRO, CUÁL	RAPIDEZ EN LA TOMA DE MUESTRAS	MEJOR PREDISPOSICIÓN DEL OPERARIO	MAYOR ECONOMÍA	CONFIABILIDAD EN LOS RESULTADOS		
12 HA ESTANDARIZADO TAREAS CON TIEMPOS PREDETERMINADOS?	NO	SI						
13 CUÁL SISTEMA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS HA UTILIZADO MÁS FRECUENTEMENTE?	NINGUNO	OTRO, CUÁL	MTM1	MTM2	MTM3	MOST		
14 HA TENIDO DIFICULTADES PARA APLICAR TIEMPOS PREDETERMINADOS?	SIEMPRE	NUNCA	CADA VEZ QUE LA APLICA	OCASIONALMENTE				
15 CUAL ES LA VENTAJA MÁS SIGNIFICATIVA AL APLICAR TIEMPOS PREDETERMINADOS?	NINGUNA	OTRA, CUÁL	RAPIDEZ EN LA TOMA DE MUESTRAS	MEJOR PREDISPOSICIÓN DEL OPERARIO	MAYOR ECONOMÍA	CONFIABILIDAD EN LOS RESULTADOS		

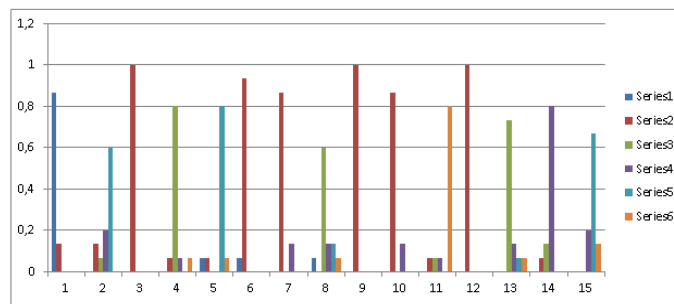


## D. Anexo: Consulta a expertos – Segunda Ronda

### CONSULTA A EXPERTOS - SEGUNDA RONDA

Señor (a) Panelista: Estas son las respuestas de la primera ronda y los porcentajes logrados en el censo. Además enviamos las preguntas adicionales que se sugirieron en la primera ronda de expertos. Usted deberá seleccionar una respuesta en cada Factor y registrar el número de su respuesta en la casilla correspondiente. Agradecemos nuevamente su valioso aporte.

RESPUESTAS PRIMERA RONDA



N°	FACTOR	OPCIONES					NÚMERO DE SU RESPUESTA	
		0	1	2	3	4		5
1	DE LAS TÉCNICAS QUE CONOCE, CUÁL ES LA QUE REQUIERE MAYOR TIEMPO DE ENTRENAMIENTO DEL ANALISTA.	TODAS	HTM1	DATOS HISTÓRICOS	MOST	TIEMPOS CON CRONÓMETRO	MUESTREO DE TRABAJO	
2	DE LAS TÉCNICAS QUE CONOCE, CUÁL ES LA QUE TIENE UN PROCEDIMIENTO MÁS COMPLEJO DE APLICACIÓN.	TODAS	HTM2	DATOS HISTÓRICOS	MOST	TIEMPOS CON CRONÓMETRO	MUESTREO DE TRABAJO	
3	CUAL O CUÁLES SISTEMAS DE VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO CONOCE.	VALORACIÓN DE LA ACTUACIÓN	VALORACIÓN SINTÉTICA	VALORACIÓN DE LA WESTINGHOUSE	OTRA, CÚML.			
4	CUAL ES EL SISTEMA DE VALORACIÓN QUE USTED MÁS UTILIZA.	VALORACIÓN SINTÉTICA	VALORACIÓN DE LA WESTINGHOUSE	CALIFICACIÓN OBJETIVA	CALIFICACIÓN POR TIEMPOS PREDETERMINADOS	OTRA, CÚML.		
5	CUAL ES LA CUALIDAD FUNDAMENTAL QUE DEBERÁ TENER UN ANALISTA PARA VALORAR UN CICLO DE TRABAJO.	OBJETIVIDAD EN LA TOMA DE DATOS	DISCRECIÓN EN EL MANEJO DE INFORMACIÓN	CONOCIMIENTO DEL RITMO NORMAL	CONOCIMIENTO DEL PROCESO Y DE LOS OPERARIOS			
6	SI HA TENIDO DIFICULTADES CON LA APLICACIÓN DE MUESTREO DE TRABAJO, A QUÉ SE REFIERE.							
7	SI HA TENIDO DIFICULTADES CON LA APLICACIÓN DE TIEMPOS PREDETERMINADOS, A QUÉ SE REFIERE.							
8	CUÁL ES LA VENTAJA MÁS SIGNIFICATIVA AL APLICAR LA TÉCNICA DE MUESTREO DE TRABAJO							
9	CUÁL ES LA TÉCNICA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS QUE USTED CONSIDERA ES LA MÁS APLICADA.							

OTRA

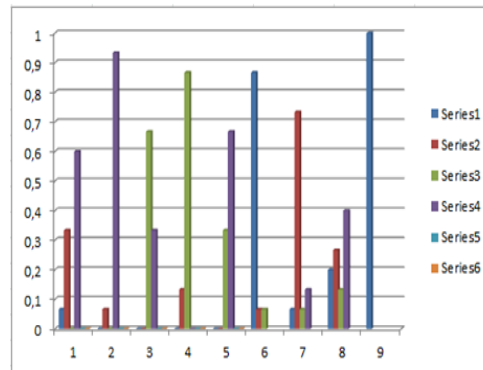


## E. Anexo: Consulta a expertos – Tercera Ronda

### CONSULTA A EXPERTOS - TERCERA RONDA

Señor (a) Panelista: Estas son las respuestas de la segunda ronda y los porcentajes logrados en el consenso. Además enviamos las preguntas que se sugirieron en la segunda ronda de expertos. Usted deberá seleccionar una respuesta en cada Factor y registrar el número de su respuesta en la casilla correspondiente. Agradecemos nuevamente su valioso aporte en esta última ronda.

RESPUESTAS SEGUNDA RONDA



N°	FACTOR	OPCIONES						NÚMERO DE SU RESPUESTA
		0	1	2	3	4	5	
1	PARA ESTANDARIZAR UNA TAREA USTED UTILIZA	OTRA, CUÁL	UN TIEMPO PROMEDIO HISTÓRICO	UN CICLO ESTABLECIDO POR EL ANALISTA DE TIEMPOS	UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN	UN LOTE DE PRODUCCIÓN	UN PERÍODO DE TIEMPO DEFINIDO	
2	EN CUÁL DE LAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN CONSIDERA USTED, SE LE DA MÁS PARTICIPACIÓN AL TRABAJADOR.	OTRA, CUÁL	DATOS HISTÓRICOS	MOST	MUESTREO DE TRABAJO	ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO	TIEMPOS PREDETERMINADOS MTM	
3	CUÁL DE LAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN QUE CONOCE, ES LA MÁS COSTOSA POR CONCEPTO DE ENTRENAMIENTO DEL ANALISTA.	OTRA, CUÁL	DATOS HISTÓRICOS	MOST	MUESTREO DE TRABAJO	ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO	TIEMPOS PREDETERMINADOS MTM	otra
4	CUÁL DE LOS SISTEMAS DE VALORACIÓN DEL RITMO ES EL MÁS CONOCIDO.	VALORACIÓN DE LA ACTUACIÓN	VALORACIÓN SIMTÉTICA	VALORACIÓN DE LA WESTINGHOUSE	OTRA, CUÁL			
5	CUANDO SE VALORA UN CICLO DE TRABAJO, CUÁL APTITUD DEL ANALISTA DEBERÁ SER LA MÁS RELEVANTE.	CONCENTRACIÓN	IMPARCIALIDAD	CONOCER PROCESO Y OPERARIOS	CONOCER RITMO NORMAL	CONFIDENCIALIDAD	OTRA, CUÁL	
6	QUÉ ASPECTO O VARIABLE NO SE TIENE EN CUENTA CUANDO SE ESTANDARIZA CON UN EL ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO.							
7	QUÉ ASPECTO O VARIABLE NO SE TIENE EN CUENTA EN UN ESTUDIO CON MTM.							
8	QUÉ ASPECTO O VARIABLE NO SE TIENE EN CUENTA EN UN ESTUDIO DE MUESTREO DE TRABAJO.							
9	CUANDO HA TENIDO DIFICULTADES APLICANDO TIEMPOS PREDETERMINADOS, A QUÉ SE REFIERE.							





## F. Anexo: Diseño del Curso en MTM

	FORMATO PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS ACADÉMICOS DE EXTENSIÓN O DE PROYECCIÓN SOCIAL	Código	FDI 010
		Versión	03
		Fecha	2013-07-30

### 1. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO ACADÉMICO DE EXTENSIÓN:

<b>Nombre del servicio académico</b>	CURSO-TALLER EN MTM1	
<b>Fecha de presentación</b>	Marzo 12 de 2014	
<b>Elaborado por:</b>	<b>Nombre</b>	Lilyana Jaramillo Ramírez
	<b>Formación</b>	Magíster en Ingeniería Industrial
<b>Área:</b> <i>Campo del saber en el cual se va a trabajar</i>	Producción	
<b>Duración:</b> <i>en horas</i>	30	
<b>Tipo de evento:</b> <i>Curso, diplomado u otro</i>	Curso	

### 2. VIABILIDAD TÉCNICA Y OPERATIVA

- Plan de desarrollo de la alcaldía vigente
- Proyecto Educativo del Programa
- Demandas del sector productivo
- Actualización y avance tecnológico
- Actualización, complementación o profundización competencias estudiantes
- Demandas de los sectores sociales de influencia en la Institución

#### Pertinencia del servicio académico

- Solicitud de alumnos del programa
- Requerimiento empresarial
- Respuesta a demanda del entorno
- Solicitud de egresados
- Requerimiento institucional
- Actualización del portafolio
- Otro X

#### JUSTIFICACIÓN:

Este curso se ofrece con el fin de apoyar el proyecto Sinergia y como acción transversal al trabajo que se viene adelantando con la participación del ITM y de otras 5 instituciones de educación superior de la ciudad de Medellín (Universidad Católica de Oriente, I. U. Pascual Bravo, Corporación Universitaria Lasallista, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid e I.U. Salazar y Herrera), en la **RedProd**, buscando además espacios de integración entre los diferentes semilleros de la Línea de Administración de la Producción.

 Institución Universitaria	<b>FORMATO PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS ACADÉMICOS DE EXTENSIÓN O DE PROYECCIÓN SOCIAL</b>	Código	FDI 010
		Versión	03
		Fecha	2013-07-30

### 3. DISEÑO BÁSICO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE EXTENSIÓN:

#### Objetivo General:

Ofrecer conocimientos y habilidades básicas en el manejo del sistema MTM-1 para la identificación de los diferentes movimientos en las respectivas tablas y posterior cálculo del tiempo estándar con esta técnica de medición.

#### Ejes Temáticos y Competencias

Tema	Estrategias metodológicas <small>Para registrar la participación del estudiante en el proceso</small>	Indicador de logro <small>Identificar la acción lograda en performance de calidad</small>	Competencias <small>Identificar por un número según la descripción de competencias</small>				Horas	
			Ser	Saber	Hacer	Aprender	Teóricas	Prácticas
Definición de movimientos básicos del MTM-1	Clase magistral.	Reconoce los diferentes nombres a cada uno de los movimientos básicos del sistema MTM-1.	1	1,3	1,2	1,2,3	2	2
Manejo de tablas del sistema MTM-1	Clase magistral e identificación de cada movimiento básico con video.	Registra cada movimiento con su respectivo caso y tipo de movimiento, leyendo las tablas del sistema MTM-1.	1,2,3	1,3	1,2	1,2,3	4	6
Ejercicios prácticos individual o en parejas.	Observación de videos y filmación de movimientos	Calcula el tiempo estándar de un ciclo con la técnica de tiempos predeterminados MTM-1	1,2,3,4	1,3	1,2	1,2,3	4	12

#### Descripción de las Competencias a desarrollar

<b>SER</b> 1. Manifiesta Interés por el crecimiento personal 2. Genera ambiente de respeto y tolerancia 3. Favorece el trabajo en equipo 4. Posee Iniciativa y creatividad 5. Otra, cuál?	<b>SABER</b> 1. Comprende los conceptos básicos 2. Analiza y Resuelve problemas específicos del área 3. Aplica en contextos reales los conocimientos adquiridos 4. Otra, cuál?
<b>HACER</b> 1. Es capaz de utilizar métodos, técnicas en actividades y materiales usados en la clase 2. Es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en clase 3. Otra, cuál?	<b>APRENDER</b> 1. Demuestra motivación por el aprendizaje 2. Controla sus propios procesos de aprendizaje 3. Tiene capacidad de autoevaluar sus propios resultados para saber hasta qué punto se han logrado los objetivos 4. Otra, cuál?

 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA	<b>FORMATO PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS ACADÉMICOS DE EXTENSIÓN O DE PROYECCIÓN SOCIAL</b>	Código	FDI 010
		Versión	03
		Fecha	2013-07-30

### Contenido y Evaluación

Ejes Temáticos <i>Especificar el contenido por cada tema identificado</i>	Objetivo <i>Debe contener un verbo en infinitivo (que sea medible, evaluable, con un alcance)</i>	Evaluación <i>Criterios con los cuales se le hará seguimiento y evaluación al curso y los requerimientos para la certificación del mismo (mínimo de asistencia el 85% de las clases programadas)</i>	
		Criterio de evaluación	Porcentaje

### Recursos y materiales

*Recursos y/o materiales que se requieren para el desarrollo del servicio de extensión en cuanto a:*

<b>Personal docente:</b> Nombre y Perfil:	LILYANA JARAMILLO RAMÍREZ  Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial, Docente 18 años de Asignaturas: Métodos de Trabajo, Medida del trabajo y Diseño de Plantas Industriales en el Politécnico Colombiano JIC, Docente de asignaturas Estudio del trabajo y Distribución en Planta en el ITM y Docente asignaturas Procesos Industriales I y II en la F.U. Autónoma de las Américas.
<b>Laboratorios y equipos</b>	Laboratorio de Producción ITM – G403
<b>Aulas especializadas.</b>	
<b>Número mínimo de estudiantes por grupo para la sostenibilidad del programa:</b>	30 estudiantes, máximo 45.
<b>Bibliografía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso Neira, A. (2006). Técnicas de Medición del Trabajo. Madrid: Fundación Confemetal. 2ª Ed.</li> <li>• García C., R. (2005). Estudio del Trabajo. México: McGraw Hill Editores 2ª Edición.</li> <li>• OIT, O. I. (2004). Introducción al Estudio del Trabajo. México: Limusa 4a Edición.</li> </ul>

	<b>FORMATO PARA EL DISEÑO DE SERVICIOS ACADÉMICOS DE EXTENSIÓN O DE PROYECCIÓN SOCIAL</b>	Código	FDI 010
		Versión	03
		Fecha	2013-07-30

<b>Personal administrativo</b>	
<b>Software especializado</b>	
<b>Otras consideraciones adicionales</b>	

#### 4. PERFILES CONVOCADOS SERVICIO ACADÉMICO DE EXTENSIÓN

*Se debe describir la base académica requerida para el curso o diplomado en términos de títulos o base conceptual previa, o el proceso productivo específico que requiere la actualización en caso de ser un curso o diplomado de carácter laboral.*

Etapas	Nombre y Cargo	Firma	Fecha
<b>Elabora Diseño</b> Académico o experto			
<b>Revisa técnicamente</b> Jefe de Oficina Departamento			
<b>Revisa frente a los requisitos del cliente o del medio.</b> Director Operativo Extensión Académica o quien haga sus veces o, Profesionales Universitarios			
<b>Verifica</b> Líder del Grupo de Extensión o un experto en el área.			
<b>Aprueba</b> Líder del Comité de Extensión			

**Nota:** El desarrollo y validación del servicio académico de extensión o de proyección social, se dan de acuerdo a lo establecido en el **Procedimiento para la gestión de los servicios de extensión académica PPSH 001** del proceso de Proyección Social