

## Estudio de los micro movimientos en las tareas de confección con máquinas de coser industriales

<http://doi.org/10.53358/ideas.v5i1.904>

Joan Daniel Angulo<sup>1</sup>, Omar Godoy Collaguazo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica del Norte, Imbabura-Ibarra, ECUADOR

*ovgodoy@utn.edu.ec, jdangulog@utn.edu.ec*

Fecha de envío, Mayo 22/2023 - Fecha de aceptación, Junio 20/2023 - Fecha de publicación, Julio 10/2023

### Resumen:

Esta investigación realiza una indagación documental, cuantitativa y experimental, que analiza los micro movimientos en las tareas de confección con máquinas de coser industriales, mediante el estudio de métodos para el diseño de tiempos predeterminados en la manufactura de camisetas básicas. Para ello, se estudió la situación de la empresa XIOMAC segregada en tres fases integrales. Fase 1 determinación de ciclos a estudiar, Fase 2 levantamiento de información y análisis del uso de diferentes metodologías de ejecución del trabajo, Fase 3 optimización laboral y rediseño de Layout mediante capacitaciones personalizadas. Como resultado se obtuvo la reducción del tiempo de producción, riesgos ergonómicos y construcción de la base de datos. El control de los micro movimientos supone un avance para el desarrollo del proceso de confección, además de que sirve como guía para cualquier persona afín a la manufactura de prendas de vestir.

**Palabras clave:** micro movimiento, tiempo estándar, estudio de métodos, medición del trabajo, Layout

**Abstract:** This research carries out a documentary, quantitative and experimental investigation, which analyzes the micro movements in the tasks of confection with industrial sewing machines, by means of the study of methods for the design of predetermined times in the manufacture of basic T-shirts. For this purpose, the situation of the XIOMAC company was studied segregated in three integral phases. Phase 1: Determination of cycles to be studied, Phase 2: Information gathering and analysis of the use of different work execution methodologies, Phase 3: Labor optimization and Layout redesign through personalized training. As a result, production time reduction, ergonomic risks and database construction were obtained. The control of micro movements represents an advance for the development of the manufacturing process, and it also serves as a guide for any person involved in the manufacture of garments.

**Key words:** micro movement, standard time, method study, work measurement, Layout.

## Introducción

El mundo de la confección involucra una gran cantidad de procedimientos o también llamados micro movimientos, que deben ser ajustados adecuadamente para la sustentabilidad económica de una empresa, desde la llegada de la materia prima (telas e insumos) hasta el producto final (camisetas, pantalones, vestidos, entre otros). El área textil siendo una protagonista a nivel global, forma parte de las acciones de manufactura más críticas para el crecimiento de desarrollo, de esta manera, el sector de la confección requiere del 50% de las industrias textiles (tejidos); siendo así, para el aumento de la eficiencia, producción y rendimiento dentro de una empresa, se implementa el estudio de los movimientos que realizan las personas a cargo de la maquinaria y entrega de materia prima, con el objetivo de la obtención de resultados óptimos en los tiempos de entrega de los productos finales [1][2].

El ingeniero mecánico Frederick Tylor determinó que, cada actividad debe ser preparada con anticipación y con instrucciones específicas para cada trabajador. Su estudio lo presentó en el famoso artículo "Shop Management" con módulos de estudio de métodos, estandarización de equipos y tiempos, además de cálculos para la planeación de actividades [3]. En este sentido, la ingeniería de métodos ayuda a la planificación de actividades, permitiendo el cumplimiento de los objetivos planteados, como: cumplir la producción en el tiempo establecido, entrega de producto sin demora, área de trabajo organizada y secuencia de un proceso a otro. Por otra parte, la simplificación de procedimientos innecesarios (búsqueda de materiales), el establecer un ambiente de trabajo apacible entre los trabajadores en la reducción de actividades de esfuerzo físico durante el proceso, se lo hace por medio de las etapas analítica y constructiva para elevar o alcanzar el nivel de calidad [4].

El tiempo estándar en los procesos de confección es el factor con mayor influencia, con el fin de la disminución a un solo conjunto de micro movimientos de trabajo en un lapso determinado [5]. La evaluación de los tiempos se referencia al contenido del trabajo, tomando en cuenta la consideración de fatiga, demoras personales y retrasos inevitables, esto mediante un cronómetro con el objetivo de crear una base de datos y tomar las decisiones correspondientes [6][9]. Los suplementos en el trabajo se definen como las tolerancias aplicadas a los tiempos estándar, que permiten alcanzar las metas, a su vez, al no ser consideradas ocurriría todo lo contrario, es decir, se complicaría el proceso de alcanzar las metas propuestas. Los suplementos se clasifican en dos criterios: retrasos del personal (personales, inevitables y evitables) y por fatiga (condiciones de trabajo, naturaleza del trabajo y estado de salud) [10][11][12].

La economía de movimientos tiene la característica de la reducción de fatiga del trabajador, reducir tiempos de cumplimiento y optimizar las condiciones de ambiente del trabajo, para hacer más eficiente el proceso [7]. Además, este tipo de movimiento funciona en base a tres factores fundamentales: aplicación y uso del cuerpo humano, arreglo del área de trabajo, diseño de herramientas y equipo [14]. El estudio y medición de trabajo, al ser una relación directa con la ingeniería de métodos, permite el rediseño de un procedimiento para corregir las posturas, reducir los tiempos muertos y costos de los mismos para mejorar el rendimiento de las operarias, lo que se obtiene el ahorro de costos y aumento de eficiencia para el aprovechamiento de oportunidades futuras [8][9].

Los micro movimientos son ciclos muy cortos y repetitivos, además de tener su propio ritmo y secuencia, lo que significa que, fácilmente pueden ser optimizados para economizar movimientos, energías y encontrar una sucesión efectiva de los mismos [15]. Los micro movimientos o THERBLIGS (movimientos básicos) se dividen en dos: los eficientes y no eficientes, los primeros contribuyen al progreso positivo del trabajo y se pueden eliminar temporalmente, y, los segundos deben ser eliminados permanentemente, aplicando el estudio de métodos, de esta manera, el realizar el estudio de tiempos de una producción nueva de forma visual y analítica, ayuda a aumentar el rendimiento de los productos y evitar reprocesos (verificación de funcionamiento de maquinaria y materiales al alcance) [10][11].

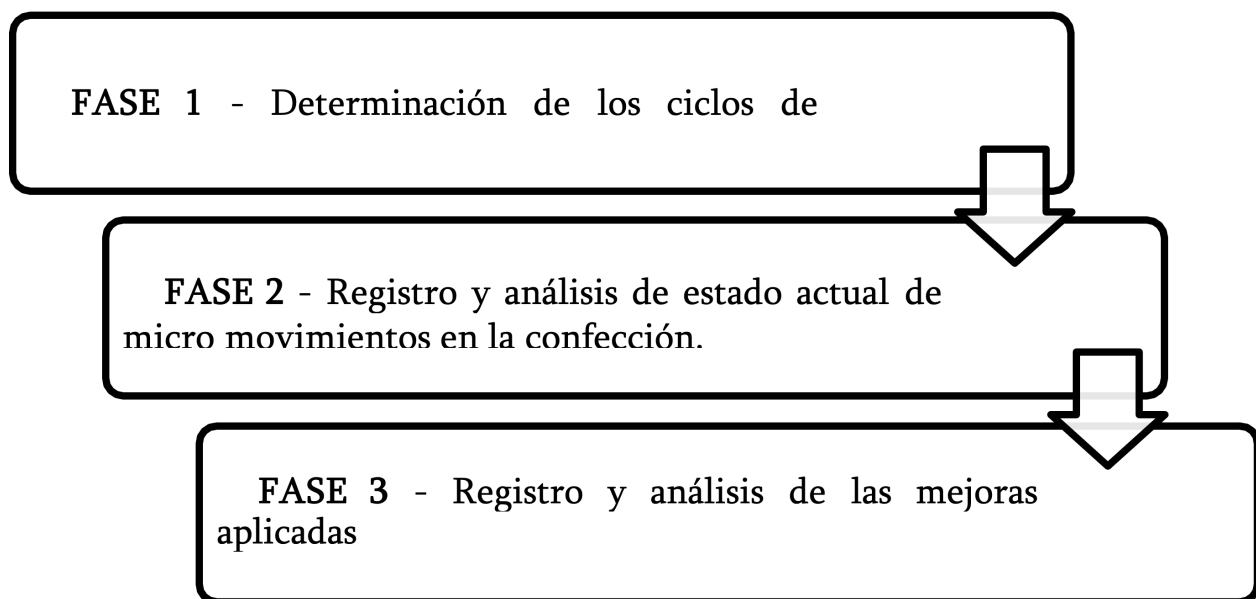
## Materiales y métodos

La metodología aplicada se enfoca en el estudio de caso (costo, calidad, entrega, flexibilidad y servicio), mismo que consistió en el análisis operacional del área de producción de la empresa de confección XIOMAC, con la finalidad de establecer tiempos predeterminados de los micro movimientos de las tareas de confección con máquinas de coser industriales para la manufactura de camisetas básicas. La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, Ecuador [12], con coordenadas geográficas (0.36230189085501296, -78.1127691850867), cuenta con 8 colaboradores y varios clientes a nivel nacional.

**Tabla 1. Población colaboradores XIOMAC**

Año	Femenino	Masculino	Total
enero - diciembre 2022	5	3	8

## Construcción del instrumento



*Fig. 1 Diagrama de bloque del plan de investigación*

**Esquema del plan de trabajo.** El proceso investigativo sigue la secuencia de trabajo establecida en tres FASES, la primera fase comprende los tiempos de las operaciones para determinar los ciclos a estudiar según las tablas de Westinghouse y General Electric respectivamente. La segunda fase comprende el registro de los tiempos de los micro movimientos desglosados por cada operación, para posteriormente, analizarlos y evidenciar las problemáticas que pueden presentarse al no poseer un sistema estandarizado de movimientos. La tercera fase implica la estandarización de los micro movimientos y su respectivo registro, de modo que se eliminen tareas innecesarias para aumentar el nivel de eficiencia y productividad.

Se elaboró un instrumento para levantamiento de información, mismo que implica el desarrollo de flujogramas (proceso y muestral), diagrama de recorrido, cursogramas (sinóptico y analítico), diagramas bimanuales y simogramas, que permitieron llevar un registro del proceso de manufactura de camisetas básicas, además, se emplearon herramientas de medición y análisis del tiempo como cronómetro, calculadora, cámara y computadora con software de edición de videos.

El flujograma muestral del estudio indica la organización del proceso de confección, mostrando las secciones, máquinas y operaciones que se requieren para la manufactura de dicha prenda de vestir, tal como se muestra en la Fig. 2.

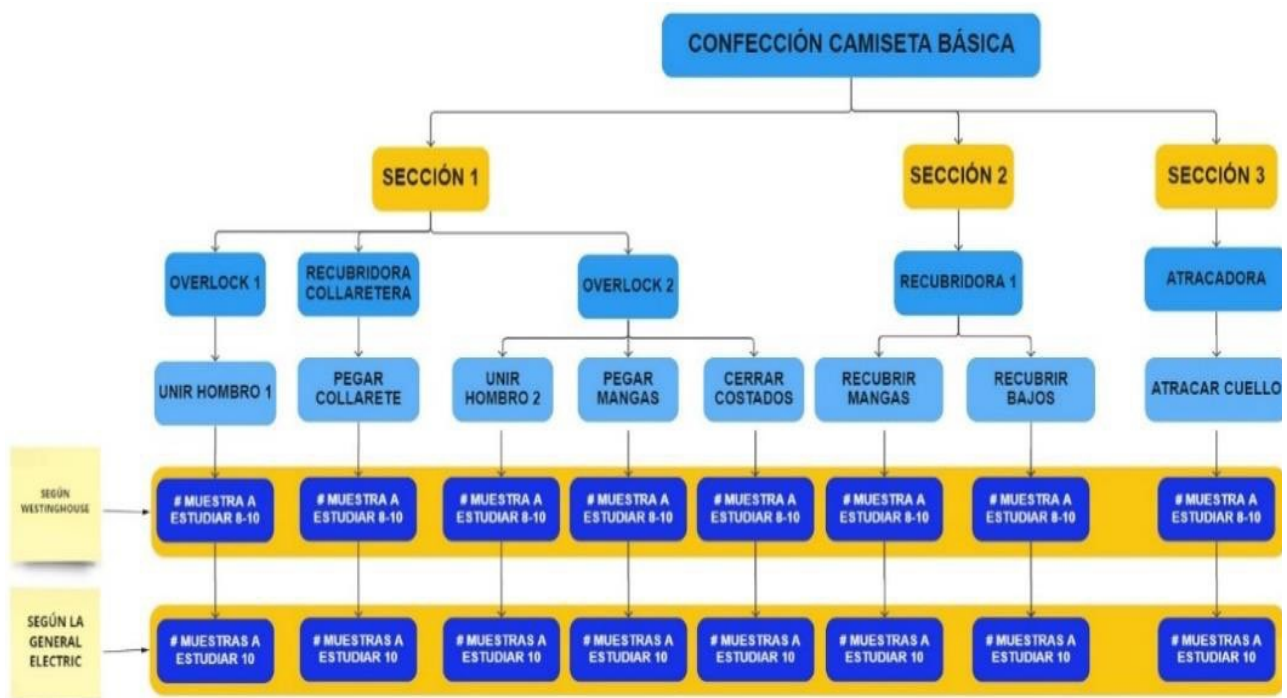


Fig. 2 Flujograma muestral

El cursograma sinóptico se enfoca en la construcción del proceso, tomando como referencia aquellos pasos de mayor relevancia que le dan sentido al estudio, es decir, mostrando la actividad que realiza el trabajador.

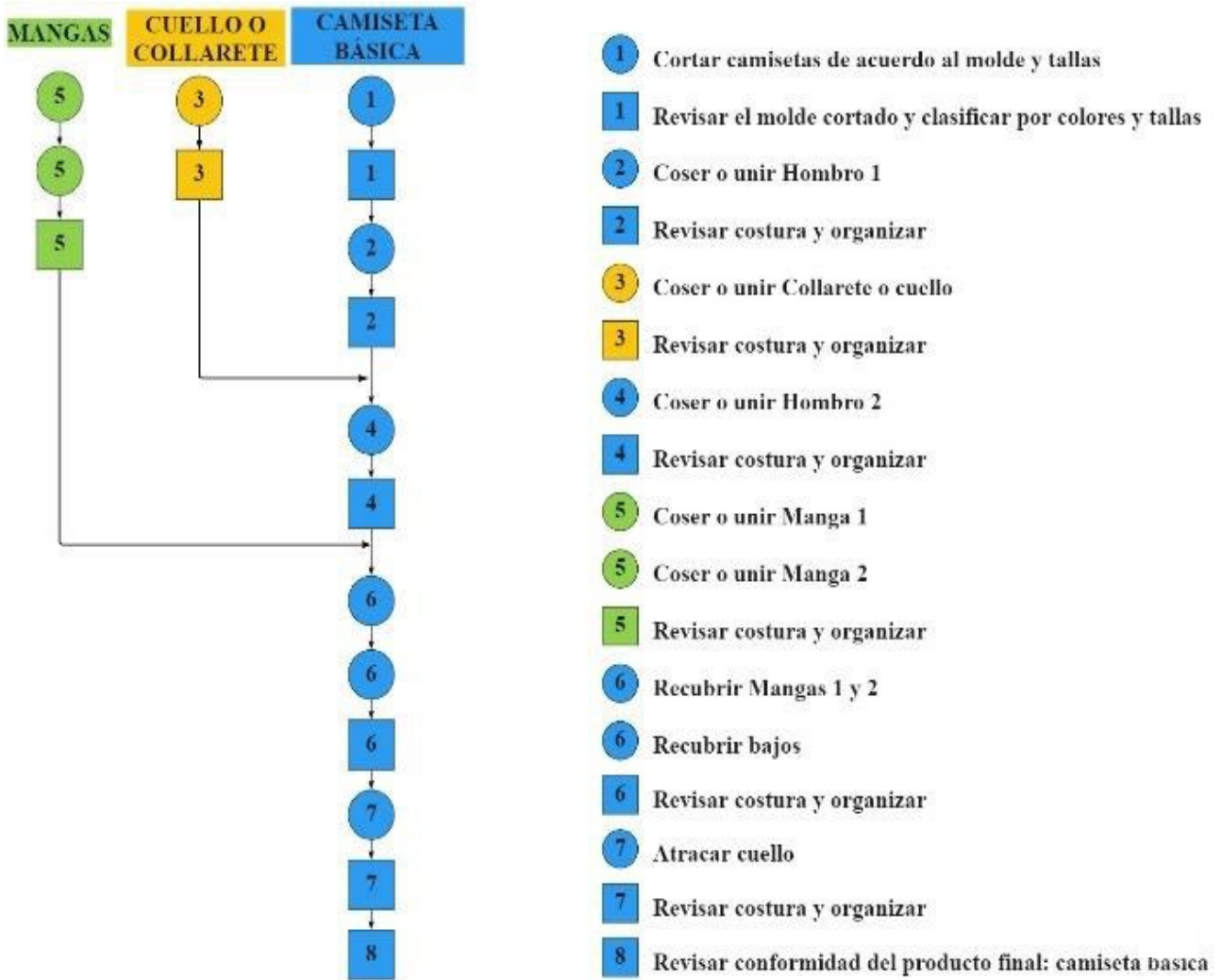


Fig. 3 Cursograma sinóptico

El diagrama bimanual indica los micro movimientos o THERBLINGS de cada extremidad, donde el operario ejecuta para la construcción de un solo paso del proceso, como se muestra en la Fig. 4 de la operación unir hombro 1.

DIAGRAMA BIMANUAL				XIOMAC® FASHION											
Diagrama No	1	Nombre Especialista	Daniel Angulo												
Producto:	CAMISETA BÁSICA		MÉTODO	ACTUAL											
Operación:	HOMBRO 1			PROPUESTO											
Lugar:	XIOMAC - PRODUCCIÓN		HORA INICIO												
Operario (s):	DAYANA TAIMAL		HORA FINAL												
Fecha:	30-may-22														
Descripción mano izquierda			SÍMBOLO					SÍMBOLO					Descripción mano derecha		
PIEZAS DELANTERAS EN MESA DE MÁQUINA			○	□	◐	➔	▽	○	□	◐	➔	▽	PIEZAS POSTERIORES EN MESA DERECHA		
PREPARAR POSICIÓN EN OVERLOCK													TOMAR POSTERIOR		
TOMAR DELANTERO													PREPARAR POSICIÓN EN OVERLOCK		
PREPARAR POSICIÓN EN OVERLOCK													PREPARAR POSICIÓN EN OVERLOCK		
ENSAMBLAR HOMBRO 1													GUIAR HOMBRO 1		
TOMAR UNION													ALINEAR DELANTERO Y POSTERIOR		
ALINEAR DELANTERO Y POSTERIOR													MOVER A MESA IZQUIERDA		
MOVER A MESA IZQUIERDA													TOTAL		
<b>TOTAL</b>			<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>		

Fig. 4 Diagrama Bimanual

El simograma muestra los micro movimientos o THERBLINGS de cada extremidad, donde el operario ejecuta para la construcción de un solo paso del proceso, pero con el tiempo de ejecución, como se indica en la Fig. 5 de la operación unir hombro 1.

SIMOGRAMA				XIOMAC® FASHION									
Nombre Especialista: DANIEL ANGULO		Diagrama No.	1										
Lugar: XIOMAC		Producto:	CAMISETA BÁSICA										
Operario: DAYANA TAIMAL		Operación:	HOMBRO 1										
Fecha:													
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA		TIEMPO	THERBLIG	TIEMPO EN TOTAL		THERBLIG	TIEMPO	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA					
PIEZAS DELANTERAS EN MESA DE MÁQUINA		0		0			0	PIEZAS POSTERIORES EN MESA DERECHA					
		0	T.	0		T.	0	TOMAR POSTERIOR					
PREPARAR POSICION EN OVERLOCK		0	P.P	0		P.P	0	PREPARAR POSICION EN OVERLOCK					
TOMAR DELANTERO		0,8	T.	0,8			0,8						
PREPARAR POSICIÓN EN OVERLOCK		4,06	P.P	4,06		P.P	4,06	PREPARAR POSICION EN OVERLOCK					
ENSAMBLAR HOMBRO 1		3,2	E.	3,2		E.	3,2	GUIAR HOMBRO 1					
TOMAR UNION		0,4	T.	0,4			0,4						
ALINEAR DELANTERO Y POSTERIOR		1,1	P.P	1,1		P.P	1,1	ALINEAR DELANTERO Y POSTERIOR					
MOVER A MESA IZQUIERDA		1,1	M.	1,1		M.	1,1	MOVER A MESA IZQUIERDA					
<b>TOTAL</b>				<b>10,66</b>				<b>TOTAL</b>					

Fig. 5 Simograma

Los micro movimientos son las acciones que se ejecutan para la consecución de una tarea, ahora se debe reconocer si esta tarea es necesaria o no, para esto se emplean cinco pautas de cumplimiento: propósito (para aseverar la tarea), lugar (de cumplimiento en el sitio predispuesto), sucesión (si corresponde al lugar en la línea de proceso), persona (para aseverar si lo ejecutará la persona correcta) y medios (los empleados y máquinas) [13]. Además, es una descomposición en procesos más pequeños o elementales, con el fin de obtener una mejor visualización del procedimiento de la elaboración del producto y eliminar los movimientos innecesarios como la búsqueda de materiales (hilos, carreteles, pinzas, alfileres, entre otros) [14].

**Tabla 2. Micro movimientos o therbligs**

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
NOMBRE	SIGLA	NOMBRE	SIGLA
ALCANZAR	AL.	BUSCAR	B.
TOMAR	T.	SELECCIONAR	S. E
MOVER	M.	INSPECCIONAR	I.
SOLTAR	S. L	DEMORA EVITABLE	D.E. T
ENSAMBLAR	E.	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.S	COLOCAR EN POSICION	P.
USAR	U.	DESCANSAR	D.E. S
PREPARAR POSICIÓN	P. P	SOSTENER	S. O.
		PLANEAR	P. L.

El estudio de métodos de trabajo realizado se concentra en la situación actual de la empresa, para analizar los micro movimientos de las operarias en el desplazamiento dentro del área de trabajo y seguir la secuencia correcta del proceso de elaboración de camisetas básicas, teniendo en cuenta que, cada máquina tiene la característica para una actividad determinada [15].

### Desarrollo del estudio

El desarrollo del estudio en cada una de sus fases presentó los siguientes pasos:

- A. El patronaje y escalado en el programa AUDACES.
- B. El tendido de la tela jersey, corte y clasificación de las piezas.
- C. Grabación en video y confección de las camisetas.
- D. Solo en la fase 3 se presentó el paso de correcciones y orientación a las operarias para mejorar su trabajo.



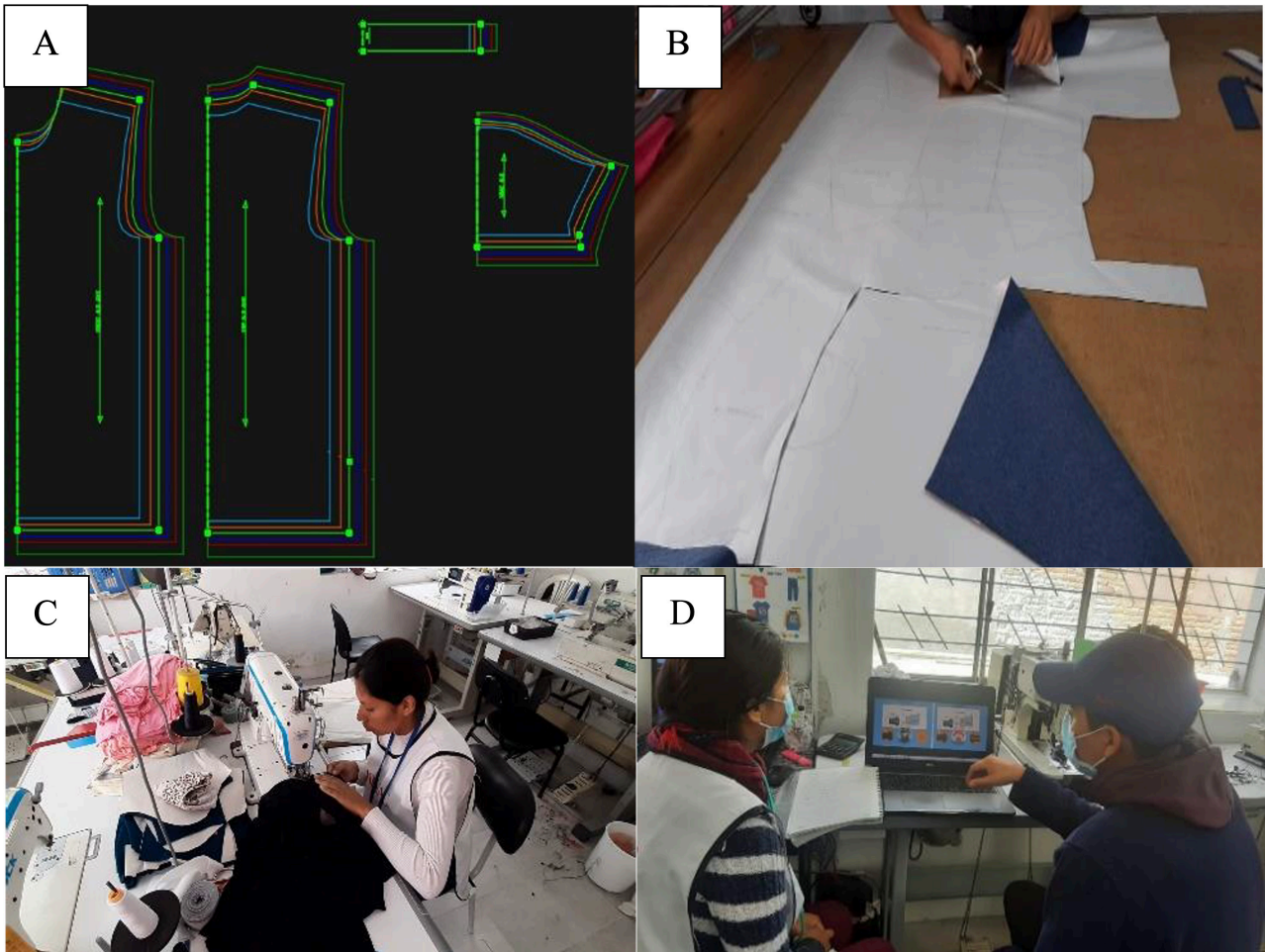


Fig. 6 Desarrollo del estudio para cada fase.

## Resultados y discusión

Los datos obtenidos del estudio de micro movimientos en las tareas de confección industriales para manufactura de camisetas básicas, es sometida al análisis estadístico en el software PAST 4; como se aprecia en las Tabla 3, 4 y 5 los resultados de confiabilidad del instrumento utilizado el  $p$  (normal  $> 0,05$ ). Finalmente, se identificó la información, dentro del rango de confianza, para cada una de las tres fases de la investigación.

Tabla 3. Test de normalidad FASE 1

	HOMBRO 1	COLLARETE	HOMBRO 2	MANGA 1 Y 2	CERRAR COSTADOS	RECUBRIR MANGAS	RECUBRIR BAJOS	ATRACAR CUELLO
<b>N</b>	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8856	0,9577	0,9395	0,9556	0,9707	0,9559	0,8262	0,9634
<b>p(normal)</b>	0,3357	0,792	0,6622	0,7769	0,8797	0,779	0,1303	0,8316
<b>Anderson-Darling A</b>	0,3377	0,2092	0,2378	0,2092	0,227	0,263	0,4813	0,2078
<b>p(normal)</b>	0,3275	0,7134	0,5977	0,7134	0,6397	0,5209	0,1192	0,7191
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3641	0,8135	0,7088	0,8133	0,7528	0,6153	0,1272	0,8198
<b>Lilliefors L</b>	0,2434	0,2182	0,2082	0,1785	0,2047	0,2541	0,3225	0,2149
<b>p(normal)</b>	0,431	0,6078	0,6796	0,8676	0,7039	0,3634	0,08843	0,6313
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4349	0,612	0,7056	0,8953	0,7333	0,3602	0,0861	0,6523
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,6407	0,443	0,3796	0,3915	0,1	0,1337	0,7105	0,3617
<b>p(normal)</b>	0,7259	0,8013	0,8271	0,8222	0,9512	0,9353	0,701	0,8345
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3269	0,634	0,7447	0,7243	0,9853	0,974	0,2148	0,7867



**Tabla 4. Test de normalidad FASE 2**

	UNIR HOMBRO 1	COLLARETE	UNIR HOMBRO 2	MANGA 1 Y 2	CERRAR COSTADOS	RECUBRIR MANGAS	RECUBRIR BAJOS	ATRACAR CUELLO
<b>N</b>	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,954	0,8526	0,9171	0,903	0,9136	0,9426	0,9261	0,971
<b>p(normal)</b>	0,7161	0,06236	0,3331	0,2361	0,3066	0,5819	0,4108	0,8996
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2646	0,7624	0,3222	0,3576	0,4197	0,263	0,3556	0,1675
<b>p(normal)</b>	0,6113	0,0311	0,4639	0,3776	0,2603	0,6166	0,3819	0,9097
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,6608	0,0309	0,4871	0,3946	0,2748	0,6624	0,3969	0,9399
<b>Lilliefors L</b>	0,1393	0,3247	0,1411	0,1559	0,2126	0,1403	0,1984	0,1351
<b>p(normal)</b>	0,8403	0,003205	0,8264	0,696	0,2213	0,8323	0,3153	0,8704
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,8429	0,005	0,8398	0,6935	0,2283	0,8387	0,3209	0,8689
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,1475	1,662	0,9132	0,8008	0,7582	0,6078	0,842	0,411
<b>p(normal)</b>	0,9289	0,4355	0,6334	0,67	0,6845	0,7379	0,6564	0,8142
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,9421	0,0967	0,3188	0,4075	0,4297	0,5722	0,3728	0,7651

**Tabla 5. Test de normalidad FASE 3**

	UNIR HOMBRO 1	COLLARETE	UNIR HOMBRO 2	MANGA 1 Y 2	CERRAR COSTADOS	RECUBRIR MANGAS	RECUBRIR BAJOS	ATRACAR CUELLO
<b>N</b>	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9097	0,9234	0,9588	0,9567	0,9014	0,8958	0,9738	0,948
<b>p(normal)</b>	0,2792	0,3859	0,7726	0,7477	0,2269	0,1967	0,9235	0,6445
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4073	0,3743	0,2322	0,3063	0,4477	0,5786	0,1665	0,3003
<b>p(normal)</b>	0,2805	0,342	0,7286	0,5059	0,2191	0,0979	0,9116	0,5152
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,2992	0,3495	0,7536	0,537	0,2359	0,1036	0,9464	0,5426
<b>Lilliefors L</b>	0,1939	0,1976	0,1542	0,1596	0,1839	0,2156	0,1386	0,173
<b>p(normal)</b>	0,3491	0,3209	0,7117	0,6606	0,4323	0,2042	0,8449	0,5321
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3535	0,3258	0,7139	0,6697	0,4387	0,2062	0,8513	0,5408
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,9932	0,5077	0,7154	0,05111	0,9692	1,495	0,4087	0,723
<b>p(normal)</b>	0,6086	0,7758	0,6993	0,9748	0,616	0,4735	0,8152	0,6966
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,2638	0,6775	0,4918	0,9845	0,2851	0,1091	0,7638	0,4728

**Análisis estadístico de las operaciones FASE 1**

La información de la Tabla 6 indica el análisis estadístico, para la determinación de ciclos que serán sometidos a estudio según los métodos de la Westinghouse y General Electric [16].

**Tabla 6. Análisis estadístico de la Fase 1**

# CAMISETA	OPERACIONES								
	UNIR		UNIR		CERRAR	RECUBRIR	RECUBRIR	ATRACAR	SUMA
	HOMBRO 1	COLLARETE	HOMBRO 2	MANGA 1 Y 2	COSTADOS 1 Y 2	MANGAS 1 Y 2	BAJOS	CUELLO	TIEMPO
1	26,00	27,57	10,95	45,34	29,39	49,92	43,39	5,06	237,62
2	23,30	29,36	11,82	46,42	30,15	48,42	42,40	8,03	239,90
3	23,50	28,54	10,87	45,98	28,86	46,84	40,34	6,82	231,75
4	24,00	26,71	11,35	45,84	29,56	47,91	39,98	4,20	229,55
5	25,40	27,26	11,45	46,27	29,63	48,37	40,15	6,58	235,11
<b>PROMEDIO</b>	24,44	27,89	11,29	45,97	29,52	48,29	41,25	6,14	234,79
<b>MEDIANA</b>	24,00	27,57	11,35	45,98	29,56	48,37	40,34	6,58	235,11
<b>25 percentil</b>	23,40	26,99	10,91	45,59	29,13	47,38	40,07	4,63	230,65
<b>75 percentil</b>	25,70	28,95	11,64	46,35	29,89	49,17	42,90	7,43	238,76
<b>DESV. EST.</b>	1,197	1,058	0,388	0,420	0,465	1,110	1,545	1,513	4,21
<b>COEF. VAR.</b>	4,90%	3,79%	3,44%	0,91%	1,57%	2,30%	3,75%	24,65%	1,79%
<b>MAXIMO</b>	26,00	29,36	11,82	46,42	30,15	49,92	43,39	8,03	239,90
<b>MINIMO</b>	23,30	26,71	10,87	45,34	28,86	46,84	39,98	4,20	229,55
<b>RANGO</b>	2,70	2,65	0,95	1,08	1,29	3,08	3,41	3,83	10,35

## Análisis estadístico de las operaciones FASE 2

La información de la Tabla 7 muestra los datos condensados de la fase 2, donde se logró evidenciar los problemas de mala ejecución de las operaciones, ya sea por disposición errónea del lugar de trabajo o por la nula organización al momento de iniciar con las actividades.

**Tabla 7. Análisis estadístico de la Fase 2**

# CAMISETA	OPERACIONES								SUMA TIEMPO (s)
	UNIR HOMBRO 1	COLLARETE	UNIR HOMBRO 2	MANGA 1 Y 2	CERRAR COSTADOS 1 Y 2	RECUBRIR MANGAS 1 Y 2	RECUBRIR BAJOS	ATRACAR CUELLO	
1	10,66	29,99	16,49	62,87	43,47	49,07	31,17	10,77	254,49
2	23,80	29,59	16,99	62,05	47,07	41,20	28,50	9,07	258,27
3	10,10	42,43	18,15	59,23	51,90	42,00	30,83	8,67	263,31
4	15,03	36,79	18,13	62,48	44,10	45,27	25,57	8,23	255,60
5	15,80	28,64	17,42	52,94	44,37	42,79	28,06	8,01	238,03
6	18,33	29,95	16,09	55,50	37,26	48,53	36,50	6,32	248,48
7	17,23	30,23	14,71	44,03	36,45	54,03	40,37	6,80	243,85
8	18,83	29,84	15,07	44,17	37,23	57,80	41,16	5,70	249,80
9	14,33	23,83	14,24	50,28	35,10	53,67	36,97	5,26	233,68
10	15,71	24,40	17,77	50,43	38,47	49,41	37,33	7,00	240,52
<b>PROMEDIO</b>	15,98	30,57	16,51	54,40	41,54	48,38	33,65	7,58	248,60
<b>MEDIANA</b>	15,76	29,90	16,74	54,22	40,97	48,80	33,84	7,51	249,14
<b>25 percentil</b>	13,41	27,58	14,98	48,75	37,04	42,59	28,39	6,17	239,90
<b>75 percentil</b>	18,46	31,87	17,86	62,16	45,05	53,76	38,09	8,77	256,27
<b>DESV. EST.</b>	3,78	5,19	1,36	6,83	5,20	5,32	5,21	1,60	9,04
<b>COEF. VAR.</b>	23,7%	17,0%	8,3%	12,6%	12,5%	11,0%	15,5%	21,1%	3,6%
<b>MAXIMO</b>	23,80	42,43	18,15	62,87	51,90	57,80	41,16	10,77	263,31
<b>MINIMO</b>	10,10	23,83	14,24	44,03	35,10	41,20	25,57	5,26	233,68
<b>RANGO</b>	13,70	18,60	3,91	18,84	16,80	16,60	15,59	5,51	29,63

## Base de datos FASE 3

La Fase 3 del estudio comprende la creación de una base de datos a partir de la orientación profesional a las operarias, es decir, inicialmente se les indicó sus falencias en su forma de trabajar, para luego guiarlas y que puedan mejorar su rendimiento. Se empleó el estudio de tiempos con las ecuaciones de la Tabla 8, para la formulación del compendio final, que indica una optimización de los micro movimientos en cada una de las operaciones.

**Tabla 8. Estudio de tiempos ecuaciones**

PARÁMETRO	ECUACIÓN
TIEMPO PROMEDIO	$Tiempo\ promedio\ del\ elemento = \frac{\sum Xi}{LC}$
TIEMPO NORMAL O NATURAL	$Tn = Te * \frac{Valor\ atribuido}{Valor\ estándar}$
TIEMPO ESTANDAR	$Tt = Tn * (1 + \% de\ suplemento)$

Otro elemento importante para la creación de esta fase está en la Tabla 9 que indica el porcentaje de suplemento que se debe adicionar al tiempo natural para conseguir que el trabajador pueda alcanzar a cumplir con sus actividades. Estos valores son tomados de acuerdo con el tipo de actividad que se esté realizando, no aplica para todo, por esa razón se contempló una sumatoria del 18% de suplemento para las mujeres y un 14% para los hombres.

**Tabla 9. Porcentaje de Suplemento según la OIT**

SUPLEMENTO	MUJER	HOMBRE
NECESIDADES PERSONALES	7%	5%
BÁSICO POR FATIGA	4%	4%
LIGERAMENTE INCÓMODO	1%	0%
USO CON FUERZA	1%	0%
TENSIÓN VISUAL	2%	2%
RUIDO	2%	2%
TENSIÓN MENTAL	1%	1%
SUMA	18%	14%

La base de datos comprende todos los 66 micro movimientos eficientes, que permitieron notar la reducción de los coeficientes de variación de 100% de la fase 2 a 30% en la fase 3, por el hecho de que la optimización, mediante la orientación fue bien recibida para la fluidez de la ejecución de los procesos, y a su vez, aplicada de excelente forma para la habilidad de aumentar la agilidad.

**Tabla 10. Base de datos – Metodología Mejorada**

OPERACIÓN	MICRO-MOVIMIENTOS	TIEMPO PROMEDIO OBS	VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	% SUPLEMENTO	TIEMPO ESTANDAR
HOMBRO 1	TOMAR POSTERIOR (DER)	1,11	100%	1,11	18%	1,31
	PREPARAR POSICIÓN OVERLOCK (DM)	2,83	100%	2,83	18%	3,34
	TOMAR DELANTERO (IZ)	1,31	100%	1,31	18%	
	PREPARAR POSICIÓN OVERLOCK (DM)	4,35	100%	4,35	18%	1,55
	ENSAMBLAR HOMBRO 1 Y GUÍAR HOMBRO (DM)	2,13	100%	2,13	18%	5,13
	TOMAR UNIÓN (IZ)	0,80	100%	0,80	18%	2,51
	ALINEAR PIEZAS (DM)	1,49	100%	1,49	18%	0,94
	MOVER A MESA (DM)	0,98	100%	0,98	18%	1,75
						1,15
COLLARETE	TOMAR CUELLO DELANTERO (IZ)	1,25	100%	1,25	18%	1,48
	PREPARAR POSICIÓN RECUBRIDORA (DM)	4,85	100%	4,85	18%	5,73
	ENSAMBLAR COLLARETE SUJETANDO Y GUIANDO (DM)	6,16	100%	6,16	18%	
	PREPARAR POSICIÓN ETIQUETA (DER)	3,62	100%	3,62	18%	7,26
	ENSAMBLAR COLLARETE SUJETANDO Y GUIANDO (DM)	2,46	100%	2,46	18%	4,27
	SUJETAR CUELLO Y CORTAR CADENA (DM)	5,67	100%	5,67	18%	2,91
	ALINEAR PIEZAS (DM)	2,04	100%	2,04	18%	6,69
	MOVER A MESA (DM)	0,82	100%	0,82	18%	2,40
						0,97
HOMBRO 2	TOMAR POSTERIOR (DER)	1,34	100%	1,34	18%	1,58
	PREPARAR POSICIÓN (DM)	13,45	100%	13,45	18%	15,87
	ENSAMBLAR HOMBRO 2 Y GUÍAR HOMBRO (DM)	1,18	100%	1,18	18%	
	TOMAR UNIÓN (IZ)	0,92	100%	0,92	18%	1,39
	ALINEAR PIEZAS (DM)	0,92	100%	0,92	18%	1,08
	MOVER A MESA (DM)	0,84	100%	0,84	18%	1,09
						0,99
MANGAS 1 Y 2	TOMAR POSTERIOR (DER)	1,20	100%	1,20	18%	1,41
	PREPARAR POSICIÓN OVERLOCK POSTERIOR (DM)	3,00	100%	3,00	18%	3,54
	TOMAR MANGA 1 (IZ)	1,07	100%	1,07	18%	
	PREPARAR POSICIÓN OVERLOCK MANGA 1 (DM)	4,95	100%	4,95	18%	1,27
	ENSAMBLAR MANGA 1 Y GUÍAR (DM)	16,41	100%	16,41	18%	5,84
	TOMAR UNIÓN MANGA 1 (IZ)	1,08	100%	1,08	18%	19,36
	PREPARAR POSICIÓN OVERLOCK POSTERIOR (DM)	2,83	100%	2,83	18%	1,28
	TOMAR MANGA 2 (IZ)	1,12	100%	1,12	18%	3,34
	PREPARAR POSICIÓN OVERLOCK MANGA 2 (DM)	4,92	100%	4,92	18%	1,32
	ENSAMBLAR MANGA 2 Y GUÍAR (DM)	14,41	100%	14,41	18%	5,81
	TOMAR UNIÓN (IZ)	0,98	100%	0,98	18%	17,00
	ALINEAR PIEZAS (DM)	1,41	100%	1,41	18%	1,16
	MOVER A MESA (DM)	0,98	100%	0,98	18%	1,66
						1,15
CERRAR COSTADOS 1 Y 2	TOMAR CAMISETA (DER)	1,19	100%	1,19	18%	1,40
	PREPARAR POSICIÓN C-1 (DM)	5,63	100%	5,63	18%	6,65
	ENSAMBLAR C-1 (DM) SUJETANDO Y GUIANDO FILO	17,95	100%	17,95	18%	
	TOMAR UNIÓN (IZQ)	1,22	100%	1,22	18%	21,18
	PREPARAR POSICIÓN C-2 (DM)	5,67	100%	5,67	18%	1,44
	ENSAMBLAR C-2 (DM) SUJETANDO Y GUIANDO FILO	17,52	100%	17,52	18%	6,69
	TOMAR UNIÓN (IZQ)	0,92	100%	0,92	18%	20,68
	ALINEAR PIEZAS (DM)	0,75	100%	0,75	18%	1,08
	MOVER A MESA (DM)	0,81	100%	0,81	18%	0,88
						0,96

	TOMAR CAMISETA (IZ)	1,15	100%	1,15	18%	1,36
	DOBLAR FILO DE MANGA 1 (2cm) (DM)	4,60	100%	4,60	18%	5,43
	PREPARAR POSICIÓN EN RECUBRIDORA MANGA 1 (DM)	1,31	100%	1,31	18%	1,54
	COSER MANGA 1 Y MANTENIENDO EL DOBLADO (DM)	9,92	100%	9,92	18%	11,70
RECUBRIR MANGAS 1 Y 2	LEVANTAR AGUJA Y TOMAR CAMISETA (DM)	1,78	100%	1,78	18%	2,11
	DOBLAR FILO DE MANGA 2 (2cm) (DM)	6,05	100%	6,05	18%	7,14
	PREPARAR POSICIÓN EN RECUBRIDORA MANGA 2 (DM)	1,35	100%	1,35	18%	1,59
	COSER MANGA 2 Y MANTENIENDO EL DOBLADO (DM)	9,48	100%	9,48	18%	11,18
	LEVANTAR AGUJA Y TOMAR CAMISETA (DM)	1,62	100%	1,62	18%	1,92
	ALINEAR CAMISETA	1,14	100%	1,14	18%	1,34
	MOVER A MESA	1,04	100%	1,04	18%	1,22
	TOMAR CAMISETA Y DOBLAR FILO (2cm) (DM)	5,57	100%	5,57	18%	6,58
	PREPARAR POSICIÓN EN RECUBRIDORA BAJOS (DM)	2,11	100%	2,11	18%	2,49
RECUBRIR BAJOS	COSER BAJOS Y MANTENIENDO EL DOBLADO (DM)	16,13	100%	16,13	18%	19,04
	LEVANTAR AGUJA Y TOMAR CAMISETA (DM)	1,75	100%	1,75	18%	2,06
	ALINEAR CAMISETA (DM)	1,29	100%	1,29	18%	1,52
	MOVER A MESA (DM)	1,28	100%	1,28	18%	1,51
	TOMAR CAMISETA (DM)	0,91	100%	0,91	18%	1,07
ATRACAR CUELLO	PREPARAR POSICIÓN CUELLO (DM)	3,27	100%	3,27	18%	3,86
	ATRACAR CUELLO (DM)	1,95	100%	1,95	18%	2,30
	ALINEAR CAMISETA (DM)	0,47	100%	0,47	18%	0,55
	MOVER A MESA (DM)	0,69	100%	0,69	18%	0,82

## Gráficos estadísticos

La Figura 7 muestra el diagrama de dispersión de la FASE 2 de la investigación, donde se puede observar la irregularidad al momento de cumplir con las operaciones, esto debido a la mala ejecución de los micro movimientos.

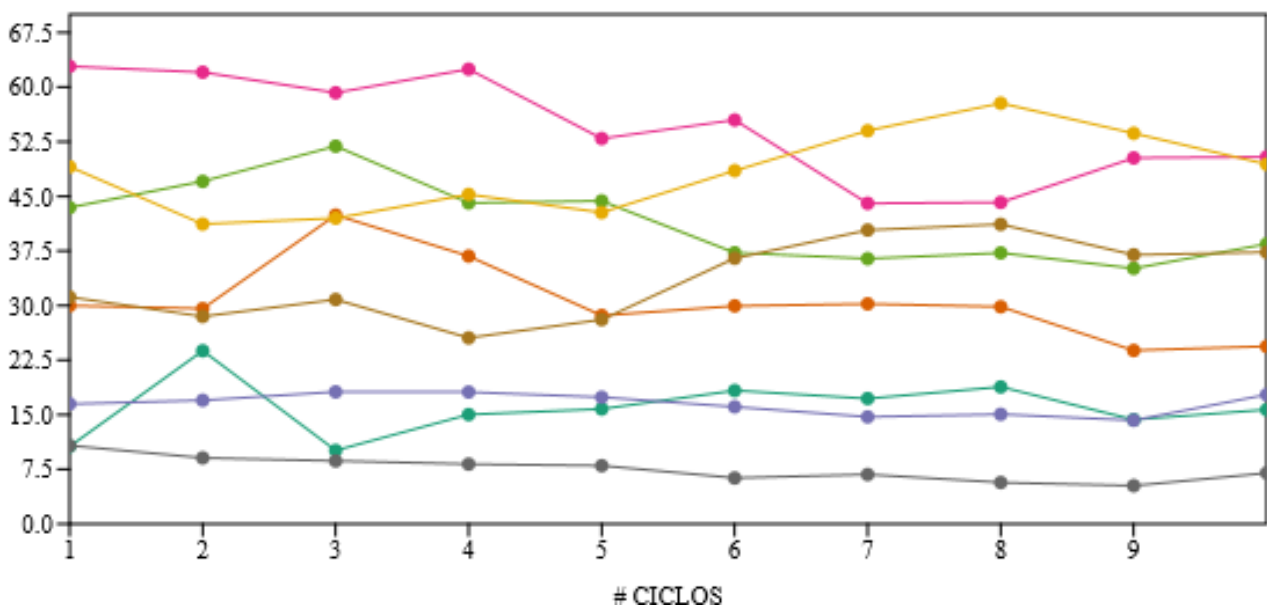
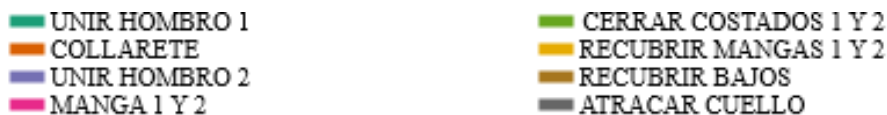


Fig. 7. Diagrama de dispersión FASE 2



La Figura 8 muestra el diagrama de dispersión de la FASE 3 de la investigación, donde se puede observar la mejoría en el cumplimiento de las operaciones, esto debido a la capacitación efectuada a las colaboradoras del área de producción.

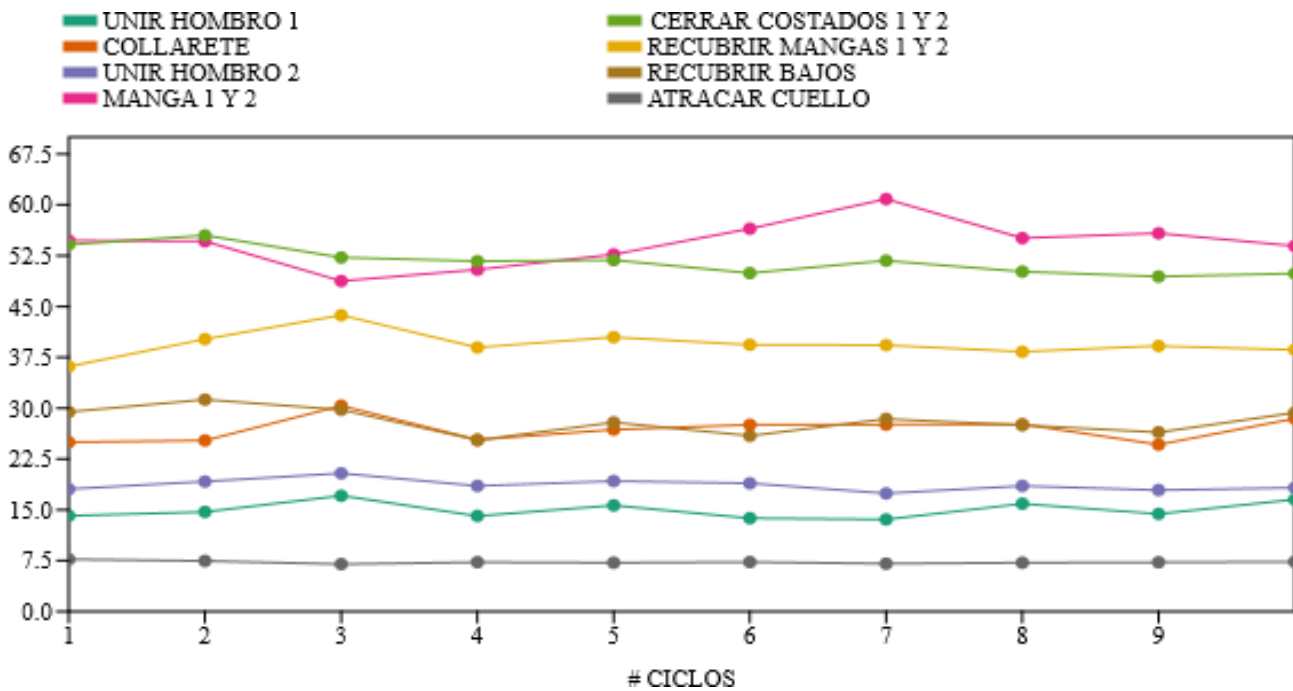


Fig. 8. Diagrama de dispersión FASE 3

La Figura 9 muestra la comparación de los tiempos de cada operación en todas las fases analizadas, en la cual se puede observar que, en la mayoría de las operaciones la FASE 3 logra una disminución de tiempos de cumplimientos.

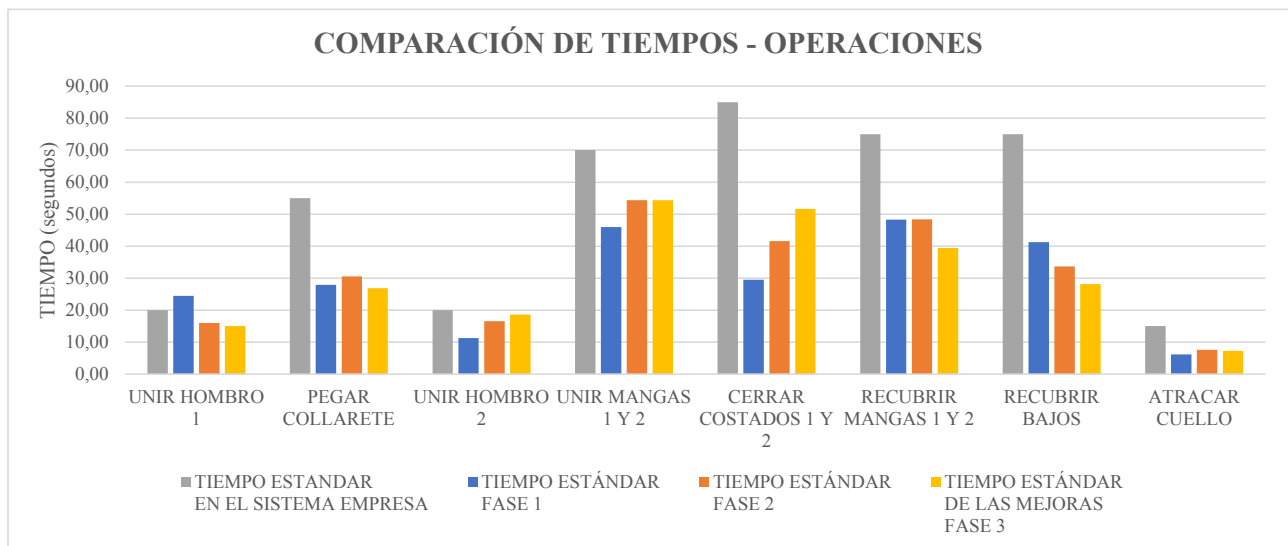


Fig. 9. Gráfico de barras-Comparación de operaciones

La Figura 10 indica la comparación del tiempo total, necesario para la confección de una camiseta básica sin la aplicación de valoración de ritmo y porcentaje de suplemento.

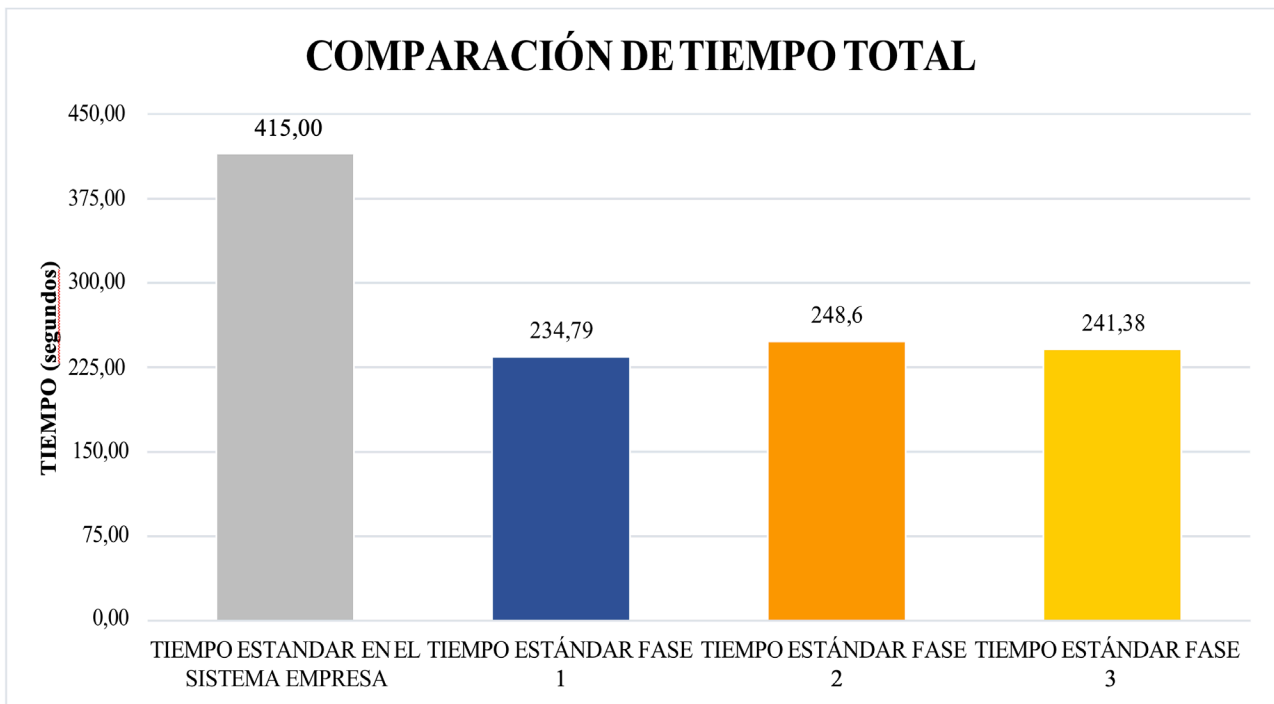


Fig. 10. Gráfico de barras- Comparación de tiempo total

## CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación permitió definir los micro movimientos que las operarias ejecutan para la manufactura de camisetas básicas, con la finalidad de estandarizar el proceso, desglosando las actividades en tres fases. En la FASE 1 se estableció el tiempo total de confección de las camisetas (234,79 segundos = 3,91 minutos = 0,0625 horas) permitió determinar el número de ciclos; la FASE 2 implica una revisión meticulosa de los micro movimientos que presentaron variaciones superiores al 100%, demostrando que el proceso presenta problemas de disposición y ejecución; la FASE 3 fue la socialización de la investigación, donde se ofreció la capacitación general y personalizada a las colaboradoras que supieron captar la idea de mejora y estandarización del proceso, dando como resultado final, micro movimientos ejecutados con mayor fluidez que se vieron reflejados en la toma de tiempo con coeficientes de variación menores al 30%.

La base de datos se obtuvo a partir del análisis de la FASE 3, donde no se eliminó ningún micro movimiento, sino que, se dispuso de todos los factores del puesto de trabajo para que la actividad laboral sea lo más ágil posible, con la finalidad de evitar retrasos de producción y que el trabajador sienta agotamiento físico. La mencionada base de datos hace uso del tiempo promedio observado de los 10 ciclos estudiados por cada micro movimiento y para su construcción se estableció un valor de ritmo de trabajo igual al 100%. Finalmente, el porcentaje de suplemento para este caso fue del 18%, según las directrices de la OIT.

La FASE 2 de la investigación presentó inconvenientes en vista de que, los micro movimientos por cada operación no estaban estandarizados; a partir de esta deducción, para dar inicio con la FASE 3, se ofreció una capacitación general y personalizada a las operarias para darles a conocer cómo pueden optimizar su trabajo. La estandarización de proceso supuso una mejoría del método de trabajo, puesto que, en la FASE 2 el coeficiente de variación del tiempo total de confección era de 3,6% y en la FASE 3 se redujo al 2,2% y, asimismo, una reducción del SAM de 293,35 a 284,83 segundos.

## Agradecimientos

Se extiende un sincero agradecimiento a la empresa textil XIOMAC, en especial al Departamento de Confección, personal administrativo y productivo que colaboraron en este proyecto y a los docentes de la Universidad Técnica del Norte, a quienes va dirigido este estudio.

## Referencias

1. R. Alvarado and A. Vieyra, "La subcontratación de las grandes empresas de la confección en la zona metropolitana de la Ciudad de México," *Probl. del Desarro. Rev. Latinoam. Econ.*, vol. 33, no. 130, oct. 2002, doi: 10.22201/IIEC.20078951E.2002.130.7445.
2. W. A. S. Castro, O. D. Castrillón, and J. A. Giraldo, "Prioridades competitivas para la industria de la confección. Estudio de Caso," *Cuad. Adm.*, vol. 24, no. 43, pp. 89–110, 2011.
3. E. técnico de CIDEP, "Corte y Confección," no. C, p. 60, 2012.
4. J. López, E. Alarcón, and M. Rocha, *Estudio del trabajo. Una nueva visión*. 2014.
5. R. García Criollo, "Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo," *Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, vol. 2a Edición, no. Mexico. p. 459, 2005.
6. A. López, D. García, and P. Gomez, "Costuras y Puntadas.pdf." pp. 1–28, 2013.
7. M. Grijalva, "Implementación de un análisis SAM (minuto estándar permitido) a los procesos de producción en una pequeña industria de confecciones CONFORTEX," p. 163, 2017.
8. H. Karhatsu et al., "Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica casa blanca s.a.," *Univ. San Carlos Guatemala*, vol. 20, no. 1, pp. 1–521, 2014, [Online]. Available: <https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/LIBRO-CALIDAD-I.pdf> <http://www.gandhi.com.mx/ingenieria-industrial-metodos-estandares-y-diseño-de-trabajo> <http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150>.
9. OIT, "Estudios Del Trabajo OIT," 2015. <https://fddocuments.ec/document/1-estudios-del-trabajo-oit-texto.html> (accessed Apr. 24, 2022).
10. B. Salazar López, "Suplementos del Estudio de tiempos» Medición del trabajo," *Ingeniería Industrial online*, Jun. 28, 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/> (accessed May 09, 2022).
11. B. Salazar López, "Valoración del ritmo de trabajo» Ingeniería Industrial Online," *Ingeniería Industrial online*, Jun. 26, 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/valoracion-del-ritmo-de-trabajo/> (accessed May 09, 2022).

12. B. Salazar López, "Cronometraje del trabajo» Ingeniería Industrial Online," Ingeniería Industrial online, Jun. 26, 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/cronometraje-del-trabajo/> (accessed May 09, 2022).
13. A. Ponce Vera, "Cápsulas didácticas de los Principios de Economía de Movimientos," pp. 1–43, 2018.
14. M. Párraga, "Estudio Del Trabajo," *Ind. data*, vol. 1, no. 6, pp. 95–98, 2003.
15. B. Salazar López, "Estudio de movimientos | Ingeniería Industrial Online," Ingeniería Industrial online, 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/estudio-de-movimientos/> (accessed Sep. 03, 2021).
16. E. Bustamante, "Principios de la Economía de Movimientos," 2018. <https://docplayer.es/59303261-4-4-1-principios-de-la-economia-de-movimientos.html> (accessed May 07, 2022).
17. G. Maps, "UBICACION EMPRESA.pdf," Ibarra, 2022. [Online]. Available: <https://g.page/XIOMAC?share>.
18. G. Kanawaty, "Introduccion Al Estudio Del Trabajo - Kanawatypdf." p. 521, 1996, [Online]. Available: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>.
19. B. Niebel and A. Freivalds, "Ingeniería Industrial Métodos Estándares Diseño del Trabajo," 2009, [Online]. Available: <https://anyflip.com/kjptl/oypy/basic>.