



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Químicas
Carrera de Ingeniería Industrial

**“Análisis de tiempos estándar basados en procesos
genéricos de empresas de ensamble”**

Trabajo de titulación, Modalidad “Proyecto de
Investigación”, previo a la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Autora:

María Daniela Apolo Aguilar
C.I.: 0704501097

Director:

Ing. Noé Rodrigo Guamán Guachichullca, Mst.
C.I.: 0105291595

Cuenca-Ecuador

Mayo 2019



Resumen.

El sector de la pequeña y mediana empresa ha ido ganando terreno en cuanto a la producción de bienes y servicios a nivel mundial, creando un ambiente de alta competitividad, que conlleva a la necesidad de aumentar la productividad y eficiencia organizacional. En este sentido, una herramienta muy utilizada es el estudio de métodos y tiempos, que brinda información de procesos y tiempos invertidos en cada operación, así como la obtención y el mejoramiento de tiempos estándar para la optimización de procesos y la disminución de costos. El objetivo principal de este trabajo es el análisis de la obtención de tiempos estándar basados en estandarización de procesos en empresas de ensamblaje. El trabajo inicia con una revisión teórica sobre el estado actual de estas empresas y de los métodos de obtención de tiempos estándar. Posteriormente, se describe el procedimiento a seguir para la obtención de estos tiempos, tanto en procesos operacionales, como estratégicos y de apoyo. Los tiempos obtenidos en los procesos operacionales se validan mediante una revisión bibliográfica, mientras que los tiempos de los procesos administrativos se comparan internamente entre los casos de estudio considerados; resultando de esta manera similitudes y diferencias en ambos casos.

Palabras Claves: Tiempos. Procesos. Estándar. Ensamble. Análisis. Métodos.

Abstract.

The sector of small and medium enterprises has been gaining ground in the production of goods and services around the world, creating a highly competitive environment, which leads to the need of increasing the productivity and efficiency of organizations. In this sense, a widely used tool is the study of methods and times, which provides information about processes and times invested in each operation, such as obtaining and improving standard times for process optimization and cost reduction. The main objective of this work is the analysis of the obtainance standard times based on the standardization of processes in assembly companies. The work begins with a state of the art about the current state of the company and the methods to get the standard times. Subsequently, the procedure followed to find times in the operational, strategic and support processes is described. The times obtained in the operational processes are validated through a bibliographic review, while the times of the administrative processes are compared internally among the study cases considered; resulting in similarities and differences in both cases.

Keywords: Time. Processes. Standard. Assemble. Analysis. Methods.



ÍNDICE

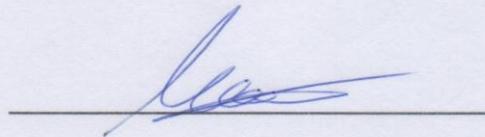
1. Introducción	6
2. Materiales y Métodos.....	7
2.1 Casos de estudio	7
2.2 Metodología	9
2.2.1 Definición del objeto de estudio y obtención de datos necesarios.	9
2.2.2 Cálculo del tiempo estándar.	9
3. Resultados	12
3.1 Análisis de tiempos estándar del proceso de ensamble.	12
3.1.1 Caso Motocicletas.....	14
3.1.2 Caso Bicicletas.....	15
3.1 Análisis de los tiempos estándar de los procesos estratégicos y de apoyo.	15
4. Discusión.....	17
7. Conclusiones	21
8. Agradecimiento.....	21
9. Referencias.....	22
10. Anexos	25

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

María Daniela Apolo Aguilar en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis de tiempos estándar basados en procesos genéricos de empresas de ensamble", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 13 de mayo de 2019



María Daniela Apolo Aguilar

C.I: 0704501097



Cláusula de Propiedad Intelectual

María Daniela Apolo Aguilar, autor/a del trabajo de titulación "Análisis de tiempos estándar basados en procesos genéricos de empresas de ensamble", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 13 de mayo de 2019

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line.

María Daniela Apolo Aguilar

C.I: 0704501097



1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas predominan cada vez más en el mercado, por lo que existe una gran competitividad entre éstas, elevando así la necesidad en mejorar la productividad y eficiencia (Yanez, 2016). En muchas empresas, cuando se requiere aumentar la productividad, se recurre como primera instancia a la optimización y estandarización de sus procesos. La estandarización lleva consigo un estudio de métodos y tiempos que, con ayuda de la depuración de procesos y obtención de tiempos estándar, produce un incremento en sus indicadores de eficiencia y eficacia. Además, al incluir la mejora continua en todo el procedimiento desarrollado, se llega a la madurez de los procesos. El tiempo estándar (TE) se define como el tiempo requerido para que en una estación de trabajo un operario calificado y capacitado, que trabaje a ritmo o velocidad normal, elabore un producto específico (Tejada et al., 2017). Existen varios métodos para calcular el tiempo estándar, entre ellos se tiene: estimaciones realizadas por analistas, registros históricos o entrevistas, sistemas de tiempos predeterminados y estudios de tiempos con cronómetro, siendo éste último el más utilizado. En el estudio de tiempos por cronómetro, se realiza una observación directa de los procesos y el cronometraje de las actividades en un determinado número de ciclos. Para determinar el número de ciclos primero se toma una muestra inicial con la que se obtiene el tiempo de ciclo del proceso. Luego, en la tabla de la General Electric se busca el número de observaciones a realizar según el tiempo de ciclo resultante (Kanawaty, 1996). Una vez tomados los tiempos, se promedian en función del número de observaciones realizadas y resulta el tiempo observado promedio (TO). El método Westinghouse determina el ritmo de trabajo de los operarios que al multiplicarlo por el TO se obtiene el tiempo normal (TN). Con el cálculo del TN, se añaden los suplementos que son factores relacionados con las condiciones que afectan al desempeño del operario y se establecen mediante observación directa en el puesto de trabajo, resultando de esta manera el tiempo estándar (Kanawaty, 1996; Tejada et al., 2017).

De los diferentes casos aplicativos de estandarización de tiempos analizados hay coincidencia en el método de obtención del tiempo estándar ($TE = TN \times (1 + \text{suplementos})$), sin importar el tipo de empresa. Por ejemplo, en PREFLEX S.A. (Arenas, 2012), INDUCE (Cangui, 2016) y Continental Tire Andina S.A. (Loayza, 2010), utilizan este método para la estandarización de sus tiempos. En cambio, en CIAUTO (Moyano, 2016) y KAIA Bordados (Cajamarca, 2015) utilizan la estandarización para la optimización de la producción. Otros casos son IBIMCO S.A. (Morales, 2010) en el cual se realiza una actualización de tiempos en el ensamble de un bus urbano, PROINTER S.A. (Carlosama, 2017) donde se diseña e implementa un estudio de trabajo en la línea de ensamblaje de motos y MOTOINDUSTRIA S.A. (Cedeño, 2016) en el que se mejora la línea de ensamble de motos. Existen otros métodos adicionales basados en teoría de redes para determinar los tiempos de producción, como el PERT (Program Evaluation and Review Techniques), que se refiere a técnicas de revisión y evaluación de proyectos; el CPM (Critical Path Method), conocido como el método de la ruta más crítica que también se utiliza para la planificación de proyectos; y el diagrama de Gantt, que



es una herramienta gráfica que determina el tiempo de duración previsto de ciertas tareas. En el caso Toapanta (2016), se define el tiempo de duración del ensamblaje de ciertas máquinas de carpintería mediante diagramas de actividades y GANTT. En estos métodos se definen las actividades con sus relaciones de dependencia y se les modela como una red; para la cual se realiza su cálculo y se establece un cronograma. La metodología CPM asume duraciones de actividad determinísticas, a diferencia de PERT, que suponen duraciones probabilísticas utilizando el tiempo optimista (T_o), el tiempo normal (T_n) y el tiempo pesimista (T_p).

Según la literatura revisada, existen varios métodos de obtención de tiempos y hay coincidencia en cuanto al método de cálculo de tiempo estándar. En ningún caso se hace mención a un modelo genérico de tiempos que pueda aplicarse en cualquier empresa. Por esto, se plantea la necesidad de concebir y validar un modelo alternativo de estandarización de procesos y tiempos, que sirva de forma general en las empresas de ensamblaje. En el siguiente análisis se abordará la estandarización de tiempos de cuatro casos de productos ensamblados como bicicletas, motocicletas, televisores y tarjetas electrónicas. Donde, luego de haber obtenido el proceso genérico en base a los productos ensamblados, se calculará el tiempo estándar de procesos operacionales, estratégicos y de apoyo, con la ayuda de una herramienta basada en la notación BPMN (Modelo y Notación de Procesos de Negocio). Además, se comprobará su veracidad mediante una validación bibliográfica para los tiempos operacionales y mediante una comparación para los tiempos administrativos.

2. Materiales y Métodos

2.1 Casos de estudio

Esta investigación parte del proyecto “Modelo de Gestión para la Optimización de Procesos y Costos de la Industria de Ensamblaje” ganador del XV Concurso Universitario de Proyectos de Investigación, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC). Al revisar la Figura 1 se visualiza que primero se realizó el levantamiento de procesos de cuatro casos de productos ensamblados: “Levantamiento de procesos de ensamblaje de televisores” (Andrade y Elizalde, 2018); “Levantamiento de procesos en la industria de ensamblaje. Caso de estudio: línea de tarjetas electrónicas y línea de motocicletas” (Benavides y Segarra, 2019); “Levantamiento de procesos en la industria de ensamblaje, caso de estudio: empresa de manufactura y ensamble de bicicletas” (Castro y Rodas, 2019). A la par, con esta información, se calcularon los tiempos estándar de los procesos de cada uno de estos casos resultando los trabajos: “Tiempos estándar y modelización de procesos de ensamblaje: televisores y tarjetas electrónicas usando Programación no Lineal y BPMN” (Guerrero, 2018); “Predicción de tiempos estándar en líneas de ensamble usando mínimos cuadrados en modelos lineales multivariados” (Ramírez, 2018); “Construcción de un modelo matemático basado en programación lineal y lógica difusa para predicción de tiempos en industrias de ensamble de bicicletas” (Rodas, 2018).

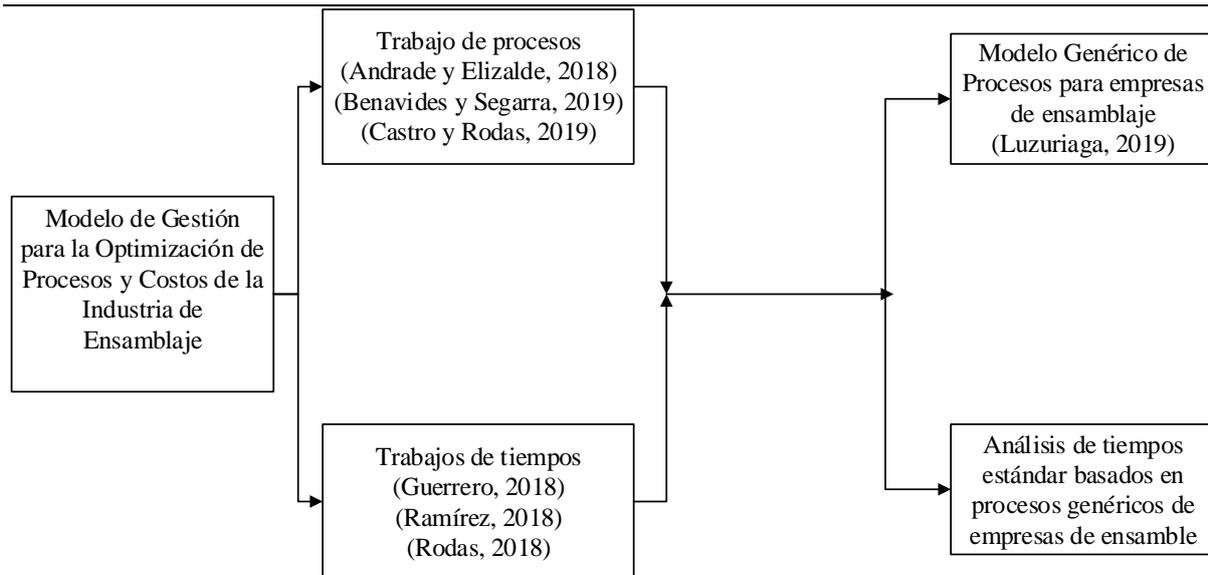


Figura 1. Esquema del proyecto.

Finalmente, con estos trabajos, surgió la investigación “Modelo Genérico de Procesos para empresas de ensamblaje” (Luzuriaga, 2019) y el presente análisis de tiempos.

Por razones de confidencialidad, en este estudio no se nombra a las empresas con las que se trabajó, pero en la Tabla 1 se describe el tipo de producto ensamblado en cada caso de estudio, que al mismo tiempo servirá como variable.

Tabla 1. Variables del estudio.

Productos		Proceso productivo
Bicicletas	A	Manufactura y ensamble
Motocicletas	B	Ensamble en celdas de trabajo
Televisores	C	Línea de ensamble y celdas de trabajo
Tarjetas Electrónicas	D	Ensamble automático y manual

Este trabajo se fundamenta principalmente en una investigación descriptiva con análisis mixto, cualitativo y cuantitativo. Cualitativo, ya que intenta explicar el comportamiento y desempeño de las organizaciones; es decir, describe las características más importantes de un determinado objeto de estudio. Cuantitativo, ya que se realiza un análisis en el que se calculan tiempos estándar y porcentajes de coincidencia y de error (Campos, 2017).

2.2 Metodología

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este estudio es el análisis de la obtención de tiempos basados en estandarización de procesos, formulado en la metodología aplicada en la OIT (Organización Internacional del Trabajo) (Kanawaty, 1996), en la que primero se define el objeto de estudio, se obtienen los datos necesarios y luego se realiza el cálculo del tiempo estándar.

En el modelo, primero se obtiene los procesos y sub-procesos genéricos, tanto de ensamblaje (operacionales) como estratégicos y de apoyo. Como alcance, para este documento se detallarán a profundidad únicamente los procesos de ensamblaje que se muestran en la Tabla 2.

2.2.1 Definición del objeto de estudio y obtención de datos necesarios.

En el modelo, primero se obtiene los procesos y sub-procesos genéricos, tanto de ensamblaje (operacionales) como estratégicos y de apoyo. Como alcance, para este documento se detallarán a profundidad únicamente los procesos de ensamblaje que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Proceso genérico de ensamblaje.

SUB-PROCESO	ACTIVIDADES
Pre-alistamiento	Desempacar
	Clasificar y ordenar
Ensamblaje	Armar partes
	Colocar accesorios
	Conectar sistemas
Control de calidad de producto terminado (PT)	Probar funciones y especificaciones
	Revisar producto
	Llenar ficha de control de calidad
	Colocar plástico y cartón
Embalaje y empaque	
	Trasladar a bodega PT

2.2.2 Cálculo del tiempo estándar.

Para el caso de los procesos de ensamblaje se siguieron los pasos descritos en la Figura 2.

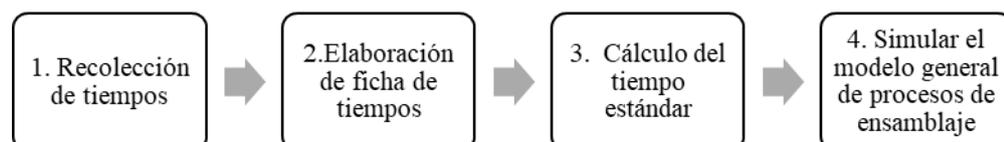


Figura 2. Pasos para calcular el tiempo estándar de los procesos de ensamblaje.

En primer lugar, se recaudó todos los datos necesarios para calcular el tiempo estándar de los procesos de ensamblaje del modelo. Estos datos son los tiempos resultantes de los estudios de tiempos desarrollados por Guerrero (2018); Ramírez (2018); y Rodas (2018). Luego, se tomó como guía una ficha similar a la de la Tabla 2, en la que se agruparon los tiempos de las actividades correspondientes a cada subproceso de los diferentes productos A, B, C y D. El resultado se puede visualizar en el Anexo 2. Para el cálculo del tiempo estándar, al contar cada producto con diferentes modelos, se obtuvo la media entre los mismos, resultando un tiempo representativo para cada subproceso con su respectiva dispersión de datos. Finalmente, se diagramó el proceso y los sub-procesos de los diferentes productos y se introdujeron sus respectivos tiempos en la herramienta BPMN utilizada, la cual fue Bizagi¹ en su versión libre. Idealmente, esta herramienta posee una capacidad infinita, que permite que no haya retrasos en el flujo de trabajo. Adicionalmente, la misma se basa en eventos de inicio, actividades que inician procesos y eventos temporizadores bajo intervalos de llegadas definidos por lapsos. A esto se le llama tiempo de procesamiento, es decir, tiempo para procesar la llegada a una actividad o evento hasta salir del mismo (Bizagi, 2018). Los tiempos de procesamiento corresponden a los tiempos ingresados a cada subproceso. La Figura 3 muestra un ejemplo de cómo se ingresaron estos datos.

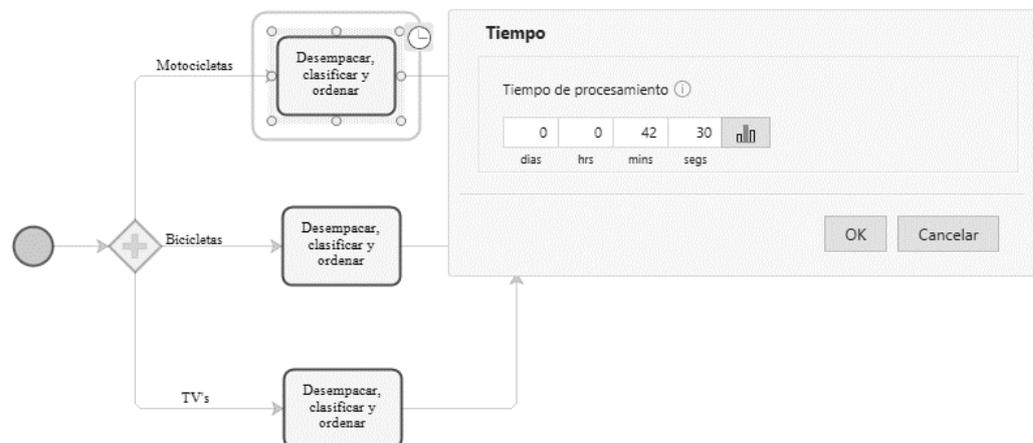


Figura 3. Ingreso de tiempos en la herramienta BPMN.

Cabe recalcar que se trabajó solo con los productos bicicletas, motocicletas y televisores, ya que el producto tarjetas no se considera como producto principal sino como componente de los televisores. Los procesos de ensamblaje de las tarjetas se desarrollaron de forma individual, pero siguiendo los mismos pasos de los otros productos.

¹ http://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?level_2_example.htm

Para el caso de los procesos estratégicos y los procesos de apoyo, la obtención de tiempos no se basa en una simulación, ya que estos procesos se llevan a cabo por departamentos y no necesariamente son secuenciales y funcionan en forma independiente. La metodología que se utilizó en este caso se fundamenta en otra llamada ITIL (InformationTechnology Infrastructure Library), que para Ramírez y Donoso (2016) es un conjunto de mejores prácticas y estándares en procesos donde se definen los procesos requeridos para la gestión eficiente y efectiva de los Servicios de Tecnologías de Información dentro de una organización. En esta metodología, primero se realiza una base de datos en la que se integra la información relevante de la empresa que servirá en el transcurso; después, se hace la relación entre los procesos para manejar a la empresa de forma integral y obtener un modelo estándar útil en cualquier organización. En la Figura 4 se visualiza un algoritmo para facilitar su comprensión.

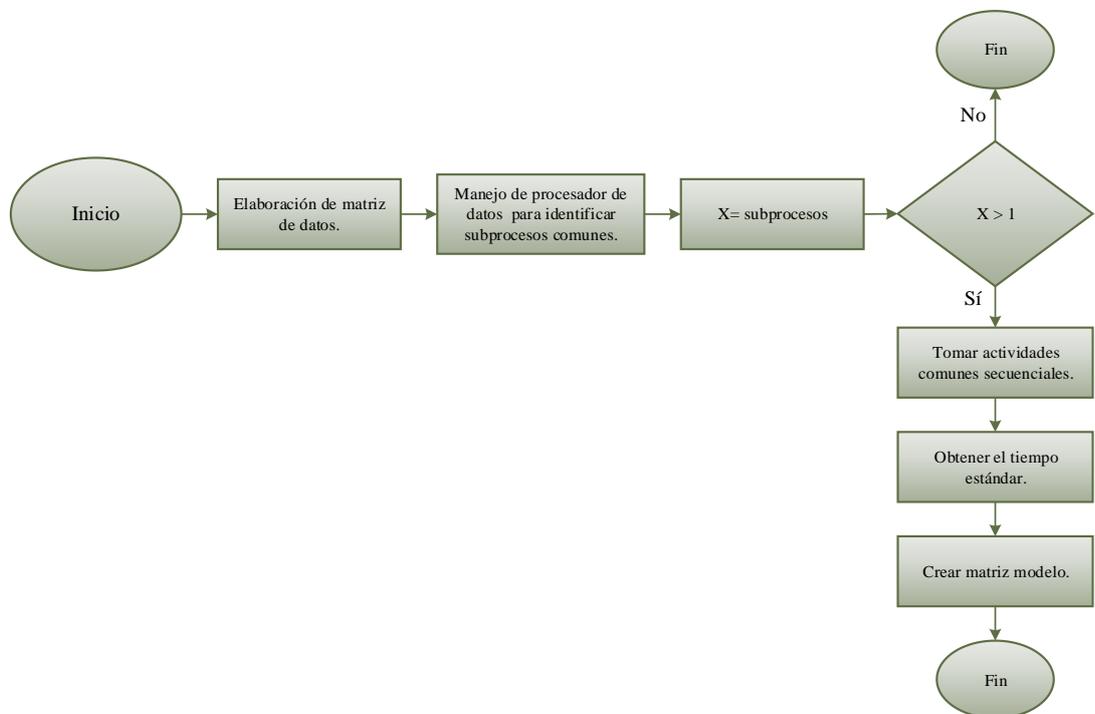


Figura 4. Secuencia de la obtención de tiempos estándar de los procesos estratégico y de apoyo.

El procedimiento inicia con la elaboración de una matriz donde consta el producto, tipo de proceso, departamento, subprocesso, actividades y tiempos; para de esta manera, tener los datos necesarios en forma estructurada. Para un buen manejo de la información de la matriz, se trabajó con un procesador de datos que permitió filtrar cada uno de los departamentos pertenecientes a cada producto con sus respectivos subprocessos y actividades. Se siguió el criterio según el cual, un subprocesso común en más de un producto de los cuatro estudiados, se toma como subprocesso genérico, es decir que este sub-proceso es general en la mayoría de estos productos. Se escogió el



condicional $x > 1$, debido a que se toma como proceso común al que se repita en al menos dos productos. En cambio, las actividades de cada subproceso común, se agruparon de manera que se respete la secuencia de las mismas y también fuesen comunes. Una vez obtenidos los subprocesos comunes, se tomaron las actividades correspondientes de cada subproceso perteneciente a cada empresa. Para obtener el tiempo estándar de estas actividades se procedió a calcular el promedio entre los tiempos de las actividades comunes, tomando en cuenta la secuencia de las mismas. En el caso de los tiempos estándar de los subprocesos genéricos, se integró los tiempos estándar de las actividades correspondientes a ese subproceso.

3. Resultados

Luego de haber realizado la simulación del proceso de ensamblaje en la herramienta seleccionada y de haber realizado los respectivos cálculos de los tiempos de los procesos estratégicos y de apoyo se obtuvieron los tiempos estándar de los subprocesos en cada caso. En el Anexo 1 se muestran los tiempos estándar del proceso genérico de ensamblaje para los productos A, B y C.

3.1 Análisis de tiempos estándar del proceso de ensamble.

La Tabla 3 muestra los tiempos estándar del proceso de ensamblaje de cada producto. Para estos tiempos se hizo una comparación con casos bibliográficos de productos afines a los de este estudio.



Tabla 3. Tiempos estándar del modelo general ensamblaje.

PROCESO	SUB-PROCESO	TV's		Tarjetas Electrónicas		Motocicletas		Bicicletas	
		TIEMPO SUB-PROCESO (min)	TIEMPO PROCESO (min)	TIEMPO SUB-PROCESO (min)	TIEMPO PROCESO (min)	TIEMPO SUB-PROCESO (min)	TIEMPO PROCESO (min)	TIEMPO SUB-PROCESO(min)	TIEMPO PROCESO (min)
Pre-alistamiento	Desempacar					35,63			
	Clasificar y ordenar	42,09	42,09	119,77	119,77	6,27	41,9	0,90	0,90
Ensamblaje	Armar partes	4,1				50,78		59,06	
	Colocar accesorios	2,8	7,89	4,38	4,38	60,77		139,55	
	Conectar sistema eléctrico	0,99				8,54	127,59		203,55
	Conectar sistema mecánico					2,58			
	Conectar sistema de freno					4,92		4,94	
Control de calidad de PT	Probar funciones y especificaciones	0,98				1,87			
	Revisar producto	117,75	118,97	2,76	2,76	23,32	28,52	9,08	9,08
	Llenar ficha de control de calidad	0,24				3,33			
Embalaje y empaque	Colocar plástico y cartón	51,12	51,62	0,32	0,51	7,56	10,16	2,22	3,42
	Trasladar a bodega PT	0,5		0,19		2,6		1,2	

3.1.1 Caso Motocicletas.

El caso bibliográfico 1 trata sobre la mejora de la línea de ensamble de una empresa de motocicletas. Esta empresa ensambla siete modelos distintos de motocicletas y su proceso de ensamble empieza por el desempaque de las piezas y la colocación de las mismas en diferentes niveles de estantes móviles. Luego, se procede con el pre-ensamble en el que se arma determinadas partes de las motos, este sub-proceso de pre-ensamble no interviene con otras actividades posteriores de ensamble. Una vez realizado el pre-ensamble se pasa a la línea de ensamble que consta de cinco puestos de trabajo (Cedeño, 2016).

En el caso bibliográfico 2, de igual manera, se mejora el método de ensamble en una planta de producción de motocicletas. Esta ensambladora produce 32 modelos diferentes de motocicletas y las mismas vienen con un pre ensamble de fábrica. En la planta solo se colocan las piezas finales para armar completamente la motocicleta. El proceso de ensamblaje, inicia con el desempaque de las piezas pre-ensambladas y continúa con el ensamble de las piezas faltantes, en el que se trabaja con lotes de producción y cada operario arma una motocicleta completa sin división del trabajo. Al final, se realiza una prueba de calidad y se llena una ficha de control de calidad (Reyes, 2014).

En la Figura 5 se muestra la comparación de los tiempos del modelo de motocicletas con dos bibliografías de motocicletas.

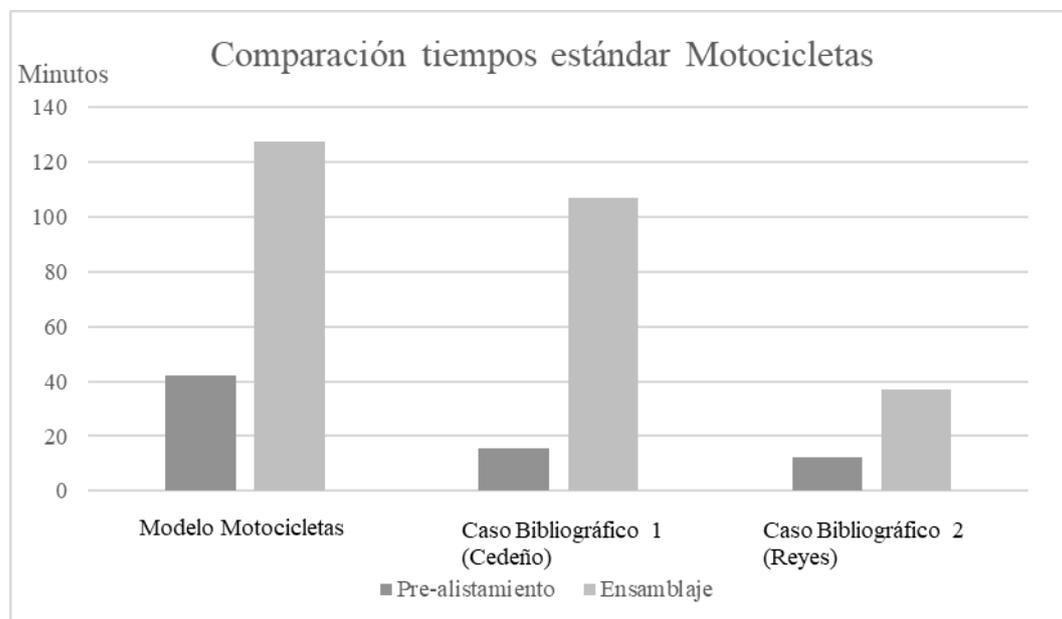


Figura 5. Comparación tiempos estándar Motocicletas.

En lo que respecta a la comparación de los tiempos, en el primer caso el error es bajo para el sub-proceso de ensamblaje con un 16%, pero aumenta para el pre-alistamiento con un 63% y en el segundo caso en los dos subprocesos se obtiene un error alto del 71%.

3.1.2 Caso Bicicletas.

Por otro lado, el caso bibliográfico 3 trata sobre la planeación y control de la producción en una ensambladora de bicicletas (Patiño, 2010). En esta empresa, se producen ocho modelos diferentes de bicicletas a través de la modalidad de línea de ensamble. El proceso inicia con el suministro de piezas, seguido del ensamble de las mismas y para finalizar el almacenamiento del producto terminado. En la Figura 6 se realiza la comparación entre los tiempos del modelo de bicicletas y el caso bibliográfico.

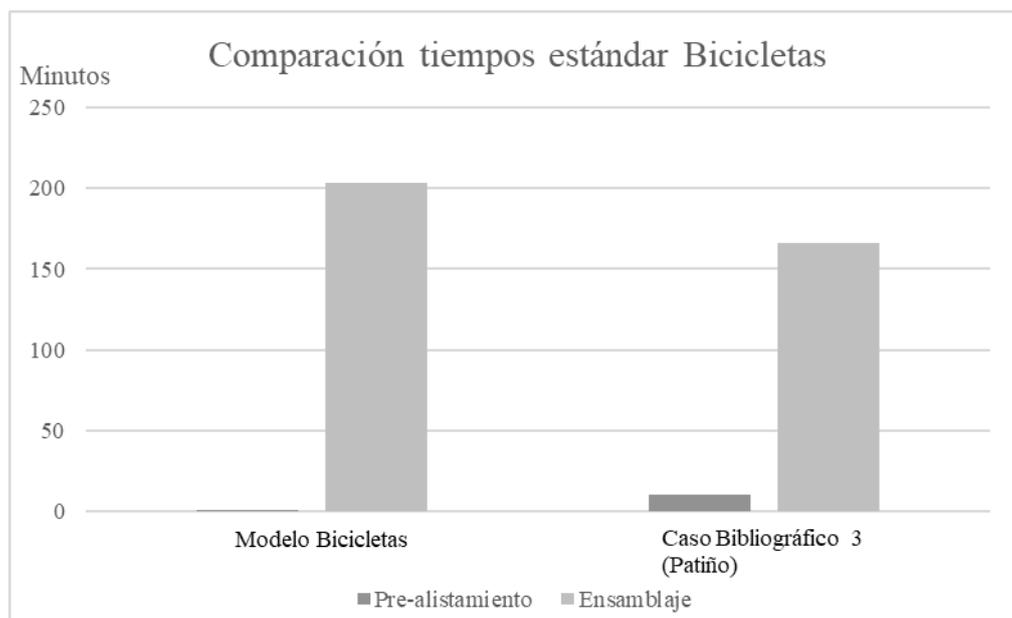


Figura 6. Comparación tiempos estándar bicicletas.

El tiempo del sub-proceso de ensamble no varía mucho, existe un error del 18%; por lo contrario, en el sub-proceso pre-alistamiento el tiempo del caso bibliográfico es mucho mayor al del modelo de bicicletas

Se consideró solo estos subprocesos porque Castro y Rodas (2018) en su trabajo “Levantamiento de procesos en la industria de ensamble, caso de estudio: empresa de manufactura y ensamble de bicicletas” indican que el subproceso de ensamble es crítico para este caso de estudio y por ende se lo tomó como primordial para efectos de análisis. Además, los tiempos que se muestran en la bibliografía consultada provienen de los mismos subprocesos de pre-alistamiento y ensamble.

3.1 Análisis de los tiempos estándar de los procesos estratégicos y de apoyo.

En el caso del modelo genérico de procesos estratégicos y procesos de apoyo, se hizo una comparación de los tiempos estándar de los sub-procesos comunes entre los cuatro productos de estudio, como se muestra en la Tabla 4, en la que se observa que el producto que más difiere en los tiempos es el de televisores.



Tabla 4. Comparación tiempos estándar procesos administrativos.

PROCESO	DEPARTAMENTO	SUB-PROCESO	TE (min)			
			Bicicletas	Motocicletas	TV's	Tarjetas Electrónicas
		Aprobación de pagos al contado	8,00	7,83	16,76	7,83
	Cartera, Crédito y Cobranzas	Aprobar cruce de cuentas con proveedores	606,00	15,00	30,38	315,00
		Cambio de fecha de cheques	10,00	10,83	27,38	10,83
		Control de Subordinados	13,00	13,16	15,76	13,16
		Recepción de cheques	29,00	29,00	12,76	29,00
		Análisis de Materia Prima	89,00	90,16	295,15	78,00
De Apoyo	Contabilidad	Autorizar anulación de facturas, comprobantes de retención, notas de débito y notas de crédito	34,00	33,66	34,76	35,66
		Control de criterios contables	121,00	120,66	121,76	120,66
		Determinación de Costos	477,00	127,16	177,76	127,16
		Elaboración informe de sueldos	37,00	41,75	33,50	26,83
		Preparar Balances Mensuales para Directorio	239,00	238,50	240,15	238,50
		Elaboración de Asiento Contable para cierre de Inventarios	18,00	20,91	29,50	4,50
		Finanzas	Alimentación de cuentas	10,00	10,00	62,38
Depósitos en remesas	67,00		69,16	149,16	69,16	
Solicitud de certificados bancarios	3,00		3,00	17,83	3,00	
Estratégico	Talento Humano	Capacitación	1245,00	1145,00	190,00	1145,00
		Evaluación de desempeño a trabajadores	1320,00	1420,00	124,66	1420,00
		Ingreso de trabajadores al sistema	308,00	144,41	333,83	144,41
		Reclutamiento	650,00	702,50	404,73	702,50
		Selección y contratación	1000,00	1171,66	490,00	1171,66

4. Discusión

Es conocido que las tecnologías facilitan el día a día del ser humano y cada vez aumenta la dependencia hacia ellas. Las industrias no hacen la diferencia y paulatinamente las van incluyendo en sus procesos para mejorar su productividad. Como ejemplo se tiene el uso de los datos masivos, el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), los sistemas integrados, la Ciber-seguridad que, junto a la fabricación aditiva, la realidad virtual y la sensorización de los sistemas hacen métodos más innovadores para llegar a lo que ahora se conoce como Industria 4.0. También se tienen herramientas informáticas (Time-GIP), como se realiza en el trabajo de Sempere, Pérez, & Poler (2001), o métodos estadísticos, como los aplicados por García & Iturralde (2007). Uno de los objetivos principales de esta modalidad es la producción simultánea de una amplia gama de productos en el menor tiempo posible, es decir introducir nuevas tecnologías para conseguir más rápida y efectivamente la realización de tareas (Barros, 2017). Esto también se puede conseguir con la utilización de modelos estándar que indiquen los tiempos necesarios para tareas específicas y se puedan aplicar de forma rápida sin la necesidad de realizar estudios de tiempos previos.

Los tiempos del modelo genérico de procesos de ensamblaje realizado en el presente estudio tienen similitudes y diferencias a los de los casos bibliográficos consultados. Si se compara los tiempos de la parte de motocicletas del modelo con los tiempos del caso bibliográfico 1 de motocicletas (Cedeño, 2016), existe una gran diferencia en el subproceso de pre-alistamiento, lo que indica que es mejor realizar el pre-alistamiento de forma independiente al ensamble en sí, como se realiza en la bibliografía, que lo efectúa en menos tiempo comparado al modelo genérico. Es decir, todo el ensamblaje de las motocicletas del modelo, incluido el desempaque, se realiza en celdas de trabajo, a diferencia de la bibliografía que realiza primero el desempaque de las piezas y luego se realiza el ensamble en una línea de trabajo.

En cambio, en el caso bibliográfico 2 (Reyes, 2014), el error es alto en los dos subprocesos. La diferencia es elevada a causa de que en la empresa reportada en la bibliografía las partes ya vienen pre-ensambladas de fábrica y en la empresa solo se colocan las partes finales disminuyendo el tiempo de ensamble. Por ejemplo, el motor ya viene armado y ensamblado al chasis y además se realiza el mínimo de conexiones eléctricas posible. De forma diferente ocurre en el modelo de caso de estudio, ya que se realizan más actividades de ensamble de partes incluyendo las conexiones del motor y las conexiones de frenos. Comparando la modalidad de producción del modelo de motocicletas con el de este caso bibliográfico es muy diferente, ya que en el modelo se realiza en celdas de trabajo donde existe división del trabajo en actividades, en cambio en la bibliografía no existe ninguna división, el operario arma toda la motocicleta de forma individual.

Al comparar el caso bibliográfico de bicicletas (Patiño, 2010) con el modelo de bicicletas, se puede decir que, al ser el tiempo del pre-alistamiento del caso bibliográfico mucho mayor, es mejor solo abrir las cajas, sacar las partes y ensamblar enseguida como se realiza en el modelo; y no ubicarlas de forma ordenada para su posterior ensamble lo que conlleva más tiempo. El proceso productivo del modelo incluye manufactura de algunas partes como los cuadros o la estructura, y ensamble, caso contrario pasa en el caso bibliográfico donde solo existe ensamble de piezas.

El modelo de tiempos de motocicletas y bicicletas validado, puede servir al inicio como referencia en empresas de ensamble de estos productos. Pero cuando se busque resultados más exactos se deberá realizar un análisis previo del tipo de empresa en que se aplicará, puesto que se requiere de empresas con procesos productivos similares a los del proyecto. Por ejemplo, empresas con producción en forma de celdas de trabajo, en el caso de las motocicletas, y empresas con una manufactura inicial y una línea de ensamble final, en el caso de bicicletas.

En el caso de los procesos estratégicos y de apoyo, al realizar una comparación interna entre los cuatro casos de estudio se tiene mayores similitudes principalmente con los productos motocicletas y tarjetas electrónicas, excepto el producto televisores.

En los procesos de apoyo, hay tres departamentos que comparten subprocesos entre los cuatro casos de estudio. El primero, es el departamento de cartera, crédito y cobranzas, donde el sub-proceso de aprobar cruce de cuentas con los proveedores tiene una significativa diferencia entre los tiempos como se observa en la Figura 7. El tiempo de las bicicletas dobla al de las tarjetas electrónicas, aun teniendo actividades similares. Esto se debe a que la empresa de bicicletas es más grande que la de tarjetas electrónicas, por lo que existen más proveedores y como consecuencia, aumenta el tiempo de procesamiento.

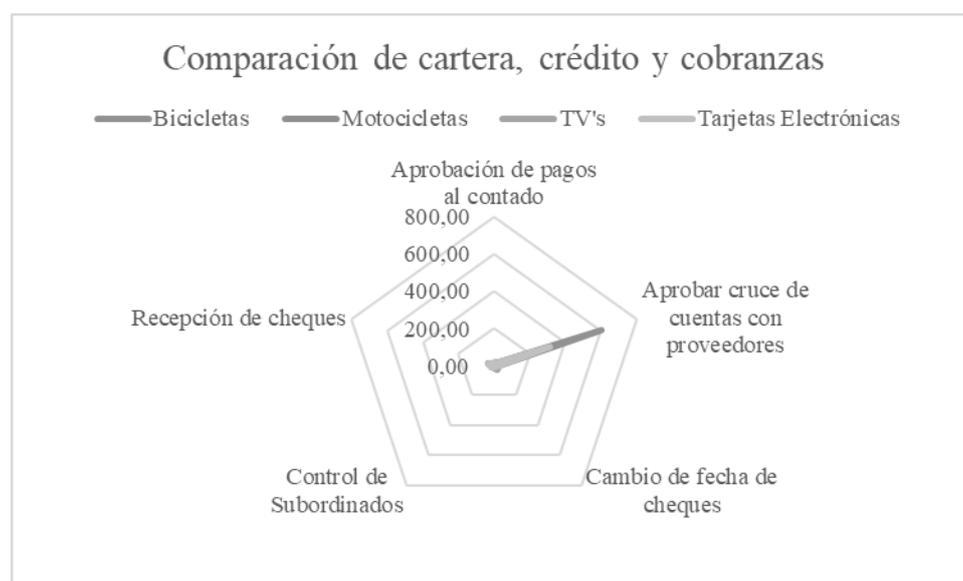


Figura 7. Comparación del departamento Cartera, crédito y cobranzas.

Al visualizar la Figura 8 se identifica que el departamento de contabilidad tiene más variedad entre los tiempos de los cuatro casos de estudio. Por ejemplo, en el sub-proceso determinación de costos, el tiempo es tres veces mayor en las bicicletas, pero se tienen actividades semejantes en los cuatro productos. En este producto se tiene en cuenta el tiempo de espera; es decir, el tiempo que se demora el encargado en recibir la información necesaria para realizar el proceso. En el sub-proceso elaboración de informe de sueldos, el tiempo varía un poco en el producto tarjetas electrónicas, aunque se tienen actividades similares. Esto tiene que ver con el tamaño de la empresa, ya que al tener menor cantidad de empleados se tiene que hacer menos informes y así, el tiempo es menor. Algo similar ocurre con el sub-proceso elaboración de asiento contable para cierre de inventarios, pues el tiempo sigue siendo menor en el producto de tarjetas, ya que en esta empresa se llevan menos inventarios y éstos son pequeños comparados a los de las demás empresas.

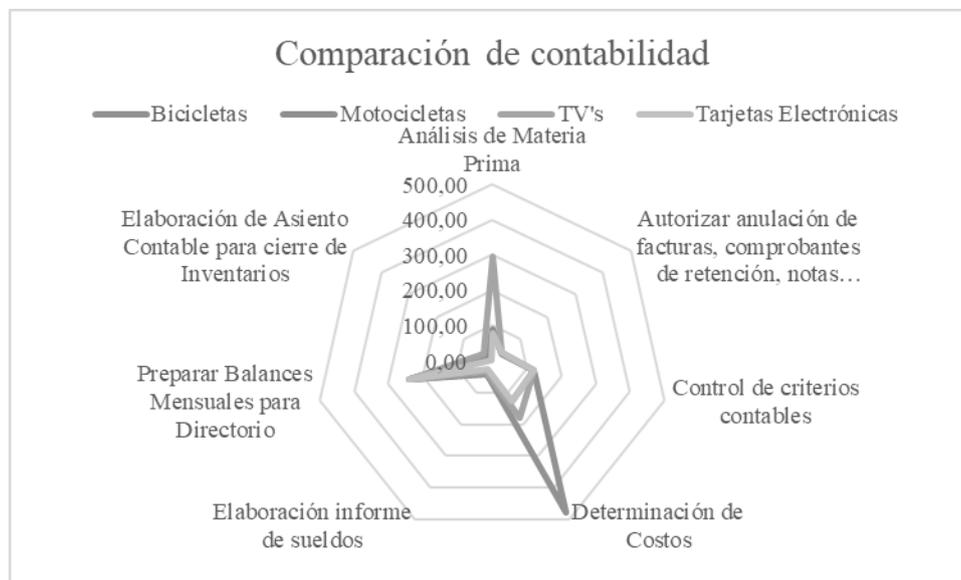


Figura 8. Comparación del departamento Contabilidad.

En el caso del departamento finanzas pasa algo diferente, los tiempos de los sub-procesos comunes son muy parecidos entre los tres productos, menos en los televisores, como se representa en la Figura 9.

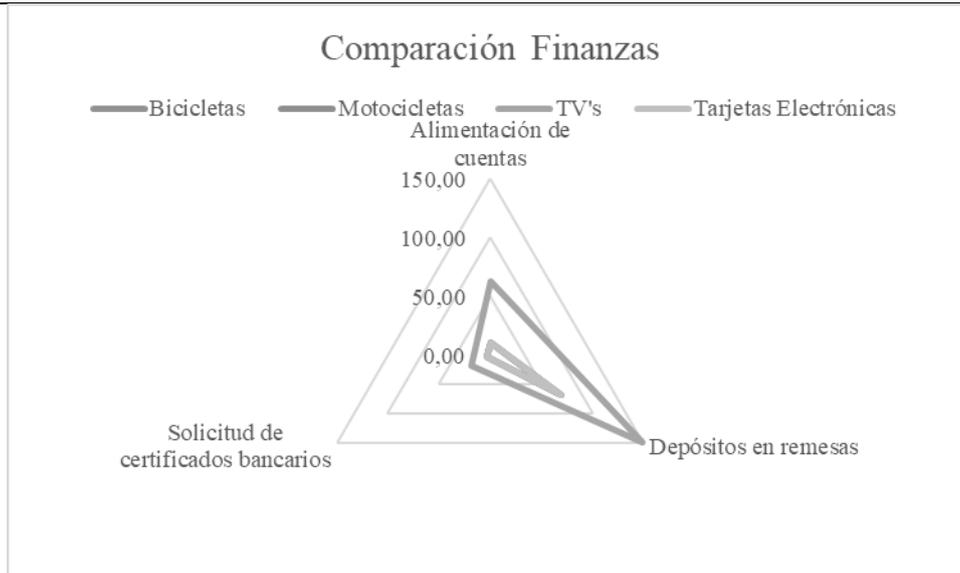


Figura 9. Comparación del departamento Finanzas.

Finalmente, en la Figura 10 están graficados los subprocesos del departamento de talento humano donde ocurre algo similar que el departamento finanzas, existen cuatro sub-procesos en el que los tiempos se asemejan en los tres productos excluyendo a los televisores. Solo hay un sub-proceso, ingreso de trabajadores al sistema, en el que el tiempo de las bicicletas dobla a los tiempos de motocicletas y tarjetas electrónicas, que como en el sub-proceso de determinar costos, se toma en cuenta el tiempo de espera de información.

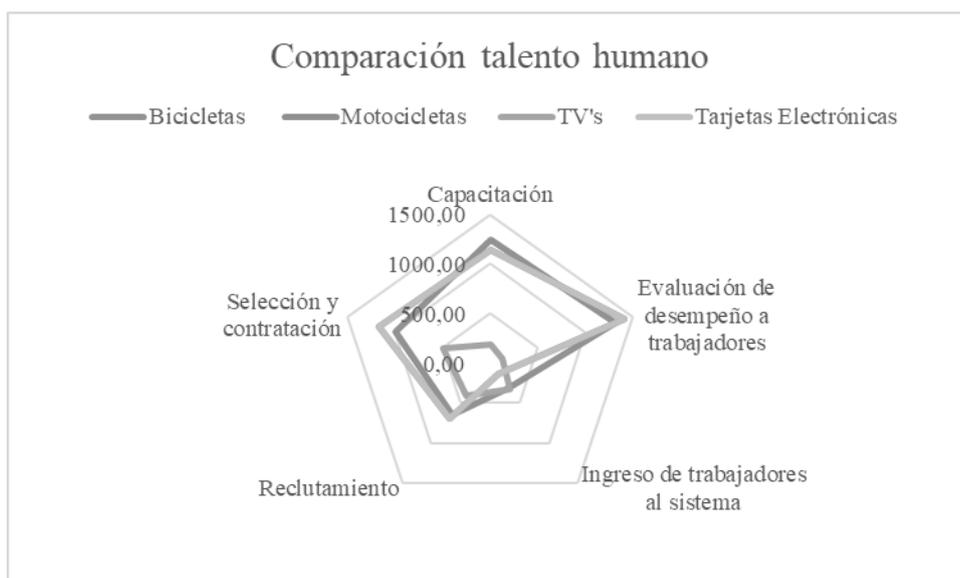


Figura 10. Comparación departamento Talento humano



7. Conclusiones

Mediante el presente artículo se pudo realizar un análisis de la metodología de obtención de tiempos basados en estandarización de procesos. También se realizó una validación bibliográfica para los procesos operacionales y una comparación de tiempos para los procesos administrativos. Las empresas estudiadas en el proyecto y las de los casos bibliográficos consultados tienen procesos comunes, pero en lo que respecta a los tiempos existen tanto similitudes como diferencias. Realizando una comparación micro de los procesos operacionales, es decir, los modelos específicos de los productos con los casos bibliográficos respectivos generalmente el error es bajo en el ensamble, pero aumenta en el pre-alistamiento, principalmente a causa de la modalidad de producción. De la comparación realizada entre los tiempos de los procesos estratégicos y de apoyo, se puede deducir que en los departamentos y los sub-procesos analizados las actividades son muy parecidas en los cuatro casos, pero los tiempos varían primordialmente por el tamaño de la empresa. De forma adicional, los tiempos varían con respecto al caso de televisores con diferencias mayores al 100%.

El modelo de tiempos basados en estandarización de procesos analizado en este trabajo puede servir según las circunstancias que se tengan en cada empresa. Esto significa que hay que analizar primero a la empresa donde se desea aplicar el modelo y determinar si tiene condiciones similares a los casos estudiados en este trabajo, ya que cada empresa tiene diferentes factores que las caracterizan y las diferencian unas de otras. Por ejemplo, para el caso de los procesos de ensamble se plantea el análisis desde un enfoque por modalidad de producción y para los procesos administrativos desde una perspectiva de tamaño de empresa.

Como alcance en este estudio se analizó a profundidad únicamente los productos motocicletas y bicicletas en el caso de los procesos de ensamble, dejando la validación de los productos televisores y tarjetas electrónicas para investigaciones futuras con otros casos bibliográficos. También, para posteriores investigaciones se invita a tomar de base este estudio para categorizar los procesos y tiempos de empresas de ensamble por modalidad de producción, en el caso de los procesos operacionales, y clusterizar por tamaño de empresa en el caso de procesos administrativos.

8. Agradecimiento

Agradecemos a todos los integrantes del proyecto “Modelo de Gestión para la Optimización de Procesos y Costos de la Industria de Ensamblaje” ganador del XV Concurso Universitario de Proyectos de Investigación, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) por darnos apertura al manejo de la información necesaria para la realización de este trabajo y por el apoyo dado a lo largo de la realización del mismo.



9. Referencias

- Andrade, E., & Elizalde, B. (2018). *Levantamiento de procesos de ensamblaje de televisores para la empresa suramericana de motores MOTSUR CIA. LTDA.* Universidad de Cuenca.
- Apolo, D., & Luzuriaga, A. (2018). Modelo genérico de procesos y tiempos para empresas de ensamblaje, 1–43.
- Arenas, A. (2012). *Estandarización de tiempos de producción en la planta de tintas de PREFLEX SA.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Barros, T. (2017). *La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones.* Universidad de Sevilla. Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91146/fichero/La+Industria+4.0+Aplicaciones+e+Implicaciones.pdf>
- Benavídes, E., & Segarra, E. (2019). *Levantamiento de procesos en la industria de ensamblaje. Caso de estudio: CIELECTRONICS EC CIA. LTDA. línea de tarjetas electrónicas y suramericana de motores MOTSUR CIA. LTDA. línea de motocicletas*". Universidad de Cuenca.
- Bizagi. (2018). Guía de usuario de Bizagi 11.1. Retrieved September 12, 2018, from http://help.bizagi.com/bpm-suite/es/index.html?level_2_example.htm
- Cajamarca, D. (2015). *Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en KAIA BORDADOS.* Universidad Militar Nueva Granada Facultad.
- Campos, M. (2017). Métodos de investigación académica, 84. Retrieved from http://www.icomocr.org/m/investigacion/%5BMETODOS%5DFolleto_v.1.1.pdf
- Cangui, W. (2016). *“Estudio de tiempos y movimientos para estandarizar el proceso productivo en el área de laminas prensadas de la empresa INDUCE del Ecuador 2016”.* Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Carlosama, D. (2017). *“Diseño e implementación de métodos y herramientas del estudio del trabajo en la línea de ensamble de motos LONCIN modelo LX110-4III, para el mejoramiento de productividad de la empresa PROINTER S.A. en la ciudad de Ibarra.”* Universidad Técnica del Norte.
- Castro, J., & Rodas, J. (2019). *“Levantamiento de procesos en la industria de ensamblaje, caso de estudio: empresa de manufactura y ensamble de bicicletas.”* Universidad de Cuenca.
- Cedeño, S. (2016). *“Estudio para la mejora de la línea de ensamblaje de motos de la empresa MOTOINDUSTRIA S.A.” Tesis.* Universidad de Guayaquil.



- García, G., & Iturralde, M. (2007). *Determinación de los tiempos estándar de producción y diseño de un sistema de costeo de productos: Análisis de capacidad de la línea de producción principal en REMODULARSA – Madeval Fábrica*. Universidad San Francisco de Quito. Retrieved from repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/642/1/84732.PDF%0A
- Guerrero, P. (2018). Tiempos estándar y modelización de procesos de ensamblaje: televisores y tarjetas electrónicas usando Programación no Lineal y BPMN, 1–20. <https://doi.org/10.1089/jmf.2018.0008>
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio Del Trabajo*. <https://doi.org/12.04.5>
- Loayza, Y. (2010). “*Estudio de tiempos en el área de construcción de llantas de camión radial de la empresa ecuatoriana del caucho, Erco.*” Universidad de Cuenca.
- Luzuriaga, A. (2019). Modelo Genérico de Procesos para empresas de ensamblaje.
- Morales, D. (2010). *Actualización de tiempos y costos de fabricación en el ensamblaje de un bus urbano para la optimización de Carrocerías IBIMCO S.A. de la ciudad de Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
- Moyano, J. (2016). *Optimización de la producción en el área de soldadura de la empresa CIAUTO Ambato mediante el balanceo de línea, utilizando estandarización de tiempos para el modelo M4*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Patiño, L. (2010). *Planeación y control de la producción en bicicletas PATMAR LTDA*. Universidad Libre de Colombia. Retrieved from [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9198/TESIS PDF.pdf?sequence=1](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9198/TESIS%20PDF.pdf?sequence=1)
- Ramírez, & Donoso. (2016). *Metodología ITIL*. Universidad de Chile. Retrieved from http://itil.osiatis.es/Curso_ITIL/Gestion_Servicios_TI/fundamentos_de_la_gestion_TI/que_es_ITIL/que_es_ITIL.php
- Ramírez, J. (2018). Predicción de tiempos estándar en líneas de ensamble usando mínimos cuadrados en modelos lineales multivariados., 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1089/jmf.2018.0008>
- Reyes, C. (2014). *Propuesta de mejora del método de ensamblaje de motocicletas en una planta de producción guatemalteca*. Universidad Rafael Landívar. Retrieved from <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/02/04/Reyes-Claudio.pdf>
- Rodas, P. (2018). Construcción de un modelo matemático basado en programación lineal y lógica difusa para predicción de tiempos en industrias de ensamble de bicicletas., 1–23.



- Sempere, F., Pérez, E., & Poler, R. (2001). Diseño e implementación de aplicaciones informáticas para la medición de tiempos, 6, 1–7. Retrieved from https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/46643/file_1.pdf?sequence=1%0A
- Tejada, N., Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD, 39–49.
- Toapanta, J. (2016). *Línea de ensamblaje de maquinaria utilizada en carpintería para optimizar los tiempos de entrega en la empresa artesanal “MAQUINARIAS ORTIZ” cantón Ambato provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22454/1/Tesis_I.M._328_-_Toapanta_Toapanta_Javier_Enrique.pdf
- Yanez, J. (2016). *Propuesta de instructivo Kaizen para el mejoramiento continuo en las PYMES manufactureras del D.M.Q. caso: CIU C31*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

**10. Anexos****ANEXO 1. TIEMPOS RESULTANTES DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE.***Tabla 5. Resumen de tiempos estándar del proceso genérico de ensamble.*

Nombre	Tipo	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo promedio (min)	Tiempo total (min)
Pre-alistamiento	Proceso	33	59	45	4142
Ensamblaje	Proceso	174	237	203.48	17130
Control de calidad de PT	Proceso	101	145	120.12	7939
Embalaje y empaque	Proceso	36	67	52.56	3320



ANEXO 2. FICHAS DE TIEMPOS.

Tabla 6. Ficha de tiempos del producto Bicicletas.

	MODELO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Promedio (min)	Desviación	
Tiempo (Seg)	<u>Desempacar</u>															
	Pre-alistamiento	Clasificar y ordenar	41,46	49,06	50,16	57,77	64,11	53,43	60,45	55,92	49,57	58,05	55,99	51,81	0,90	0,10
	Ensamblaje	Armar partes	1777,80	2956,80	2777,80	2479,20	3206,30	6691,20	2628,40	3261,20	7533,40	2653,20	3117,30	3441,90	59,06	28,88
		Colocar accesorios	6518,00	8122,80	6271,60	6115,10	10605,80	10315,70	6529,80	10800,00	10458,00	8995,70	6743,10	8998,50	139,55	31,32
		Conectar sistema de frenos	396,90	57,40	154,40	187,20	244,30	638,20	232,30	232,20	693,10	232,30	232,30	257,90	4,94	3,15
	Control de calidad de PT	<u>Probar funciones y especificaciones</u>														
		Verificar producto	546,00	408,80	408,80	540,60	583,50	583,50	562,50	605,50	606,00	564,60	569,70	557,30	9,08	1,11
	Embalaje y empaque	Llenar ficha de control de calidad														
		Colocar plástico y cartón	91,40	91,70	104,70	128,60	105,70	125,50	141,20	125,50	113,60	125,50	153,40	292,00	2,22	0,89
		Trasladar a bodega PT	70,28	78,60	78,60	70,80	70,80	70,80	70,8	70,80	70,80	70,80	70,80	70,80	1,20	0,05



Tabla 7. Ficha de tiempos del producto Motocicletas.

	MODELO	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Promedio (min)	Desviación	
Tiempo (Seg)	Pre	Desempacar	2302,33	2313,09	2080,63	3066,19	2650,01	2382,29	2801,87	41,90	5,68
	alistamiento	Clasificar y ordenar									
		Armar partes	3143,50	2988,32	2777,97	3914,17	2087,52	3054,85	3360,55	50,78	9,27
		Colocar accesorios	4914,05	3217,91	3414,70	4410,20	2773,21	3442,34	3352,84	60,77	12,39
	Ensamblaje	Conectar sistema eléctrico	638,25	461,55	547,23	537,91	338,72	528,15	534,86	8,54	1,54
		Conectar sistema mecánico	107,09	175,14	191,31	187,57	116,57	158,14	147,15	2,58	0,55
		Conectar sistema de freno							294,98	4,92	0,25
		Probar funciones y especificaciones	120,62	108,10	115,02	60,61	75,15	96,93	209,93	1,87	0,80
	Control de	Revisar producto	1816,01	1080,34	1209,66	1100,21	1057,13	1162,25	2369,28	23,32	8,37
	calidad de PT	Llenar ficha de control de calidad(Registrar producto)	160,99	165,71	213,88	197,00	161,79	256,89	243,76	3,33	0,66
	Embalaje y	Colocar plástico y cartón	635,00	433,63	439,95	421,50	445,60	406,82	392,76	7,56	1,37
	empaque	Trasladar a bodega PT	247,23	139,15	146,90	137,88	118,05	135,22	169,19	2,60	0,72



Tabla 8. Ficha de tiempos del producto TV's.

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Promedio (min)	Desviación
Pre-alistamiento	Desempacar	21,03									
	Clasificar y ordenar		17,10	68,55	31,75	33,62	36,57	36,29	109,19	0,74	0,53
Ensamblaje	Armar partes	133,78	146,93	171,08	268,15	140,47	163,94	217,43	127,11	2,85	0,81
	Colocar accesorios	54,18	94,92	145,30	260,46	118,95	184,95	149,73	333,67	2,80	1,51
	Conectar sistema eléctrico	11,78	35,94	59,75	36,26	67,33	47,01	40,32	177,01	0,99	0,84
Tiempo (Seg)	Probar funciones y especificaciones	38,77	50,13	76,93	112,18	30,67	90,09	53,11	20,83	0,98	0,52
	Revisar producto	9,07	8,53	7,79	13,79	76,77	33,67	174,66	192,50	1,08	1,29
	Llenar ficha de control de calidad	8,70	8,58	12,72	11,74	11,78	15,15	13,03	35,58	0,24	0,15
	Control de calidad de PT										
Embalaje y empaque	Colocar plástico y cartón	94,66	105,02	60,33	132,30	60,78	81,40	126,17	203,65	1,80	0,78
	Trasladar a bodega PT	15,25	37,64	22,65	35,72	43,81	39,16	20,67	23,39	0,50	0,17

