

# **DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE COSTEO DE PROYECTOS DE MANUFACTURA APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR METALMECÁNICO EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA**

## **DESIGNING A PROJECT COSTING METHODOLOGY APPLICABLE TO MANUFACTURING COMPANIES IN THE METALWORKING SECTOR IN BARRANQUILLA**

**PABLO DAZA**

*Ingeniero Mecánico, Universidad Autónoma del Caribe, pabloluisdaza@hotmail.com*

**YULIANA FERREIRA**

*Ingeniera Industrial, Universidad Autónoma del Caribe, ingferreira@hotmail.com*

**CLAUDIA PEREZ**

*Ingeniera Industrial, Universidad Autónoma del Caribe, clamapervi@hotmail.com*

**MSC. LUIS RAMIREZ**

*Universidad Autónoma del Caribe, luis.ramirez@uac.edu.co*

### **RESUMEN**

El siglo XXI trae muchos retos para las empresas globales, pero para un país emergente como Colombia el reto empresarial es aún mayor, debido a las diferencias ambientales y la influencia de todos tienen social, política y económica, sobre una empresa, la competitividad se convierte en un factor clave para una organización de un país en vista del desarrollo, es precisamente este factor el que determina el mercado sigue siendo difícil. Con esto en mente, este proyecto se ha generado en el sector metalúrgico, destinado a mejorar su competitividad, teniendo en cuenta los procesos que se utilizan en la industria y el análisis de sus variables, con éste pudiera identificar y proponer una solución al problema, que afecta a empresas y el desarrollo a largo plazo podrían entretenerlos. De acuerdo con ello, se pretende atacar directamente situaciones problemas encontrados, con el fin de ser capaz de identificar las debilidades de cada proceso y mitigar los efectos que generan.

**PALABRAS CLAVE:** Competitividad, sector metalmecánico, estructura de costos

### **ABSTRACT**

The XXI century brings many challenges for global companies, but for an emerging country like Colombia the business challenge is even greater, due to environmental differences and the influence of all social, political and economic have on a company; competitiveness becomes a key factor for an organization of a country in view of development, it is precisely this factor which determines the market remained difficult. With that in mind, this project has been generated in the metalworking sector, aimed at improving their competitiveness taking into account the processes that are used in industry and analyzing their variables, with this one could identify and propose a solution to the problem, which affects companies and long-term development could stall them. Accordingly, it is intended to directly attack

situations encountered problems, in order to be able to identify the weaknesses of each process and mitigate the effects they generate.

**KEYWORDS:** Competitiveness, metallurgical industry, cost structure

## 1. INTRODUCCIÓN

Para toda empresa es importante tener un sistema de costeo acorde a las necesidades inherentes a su naturaleza, por lo tanto deben contar con una estructura bien definida para tener claridad en cuanto a los costos que incurren en sus procesos.

Cuando se observa a las empresas del sector metalmecánico y más especialmente a las que se dedican al desarrollo de proyectos de ingeniería o al maquinado de piezas por pedido, se aprecia que las necesidades de costeo se hacen más relevantes debido a la dificultad a la hora de estandarizar sus procesos de fabricación.

Esto nos lleva en concreto a la necesidad que tienen las empresas metalmecánicas, las cuales cuentan con estas dificultades, debido a que no se consideran variables que se encuentran en medio de la complejidad propia de los procesos lo que conlleva a hacer un estudio detallado de cada uno de ellos, todo esto obliga a las empresa a encontrarse en una situación que les genera problemas en las cotizaciones entregadas a los clientes, a la falta de una estructura de costeo adecuado.

Por medio del desarrollo de la estructura de costeo se buscará disminuir la incertidumbre que se pueda presentar al interior de las empresas en el momento de la definición de los costos de un determinado proyecto.

Se pretende desarrollar una metodología de costeo, que permita calcular de forma efectiva y precisa el costo de un proceso productivo, con el fin aplicarlo a las empresas del sector metalmecánico en general, permitiendo comparar el costo estándar del proceso con los costos calculados, facilitando

el análisis entre ambos costos para conseguir una adecuada toma de decisiones.

## 2. ESTADO DEL ARTE.

En consecuencia del crecimiento progresivo y el desarrollo de las industrias, se fueron necesitando en cada momento productos más específicos y acordes con las necesidades cada vez más exigentes de su propio mercado, es aquí en este espacio de tiempo que las empresas que trabajan bajo proyecto hacen su aparición, dedicando su tiempo, energía y procesos a responder a las necesidades de cada cliente.

Ciertos investigadores han presentado una serie de escritos en los cuales estudian la manera como una empresa la cual no tiene un portafolio definido y desconoce sus producto realizara el costeo de sus operaciones de manera eficiente. En el año 2007 se presenta un proyecto de investigación cuyo objetivo fue desarrollar una estructura de costos en la empresa Maquinplast S.A., a través del análisis de productos, para determinar con precisión los costos finales, esto se hizo en cada departamento de la empresa y finalmente al desarrollar las actividades (Arcila y Tabares, 2007).

En el año 2008 se generó una investigación que da a conocer la metodología para realizar el costo por procesos en la industria metalmecánica de envases para gas licuado de Petróleo (Sánchez, 2008), en donde el autor plantea las empresas del sector metalmecánico cada día buscan mejorar su administración con el fin de obtener mejores ganancias en el futuro, no solo para la organización sino también para el consumidor. En el 2012 se presenta un

proyecto de investigación que pudo establecer de manera exitosa una metodología para estimar los costos de producción de soldadura de mantenimiento para la línea de transporte de hidrocarburos (Rodríguez, 2012), que para lograr una excelente metodología de costos de producción, se estimaron los rendimientos como base de medición de la eficiencia en los procesos de soldadura. en el 2012 se realizó una investigación que consistió en diseñar una estructura de costos por procesos para la empresa Preformados de Línea, C.A. (Rincón, 2012), basándose en el diagnóstico del sistema contable del proceso productivo, verificando los elementos que intervienen en la producción y determinar adecuados centros de costos. en el año 2012 (López y Quiñonez, 2012) buscaron contribuir a precisar la estimación del valor integral de un producto derivado de las operaciones generales en proyectos de construcción metalmecánica que desarrollan las empresas en la ciudad de Cali, por medio del cual, además de lo anteriormente señalado, se propusieron realizar actividades del área administrativa realizadas por la empresa de construcción en metal identificada y documentada, teniendo en cuenta modelos de costeo por actividad y herramientas definidas o elaboradas.

### **3. METODOLOGIA**

El conocimiento que se espera obtener en las etapas del proyecto, gracias al método deductivo, dará vía libre para realizar un análisis completo de los aspectos relacionados con los procesos, necesarios para plantear y desarrollar el diseño del sistema de costeo por proceso que se va a proponer.

El presente proyecto se encuentra encaminado a la realización de una metodología de costeo por proyecto para las empresas Pymes del sector metalmecánico ubicadas en la ciudad de Barranquilla, en primera instancia es necesario el diagnóstico por medio de estudio de tiempos y así

conocer el estado actual de la empresa, para que esta herramienta se pueda implementar es necesario como primer paso, la toma de los tiempos que alimentaran el informe.

Adicionalmente, digitalizar la información y en última medida analizar los datos para que de esta manera sea posible diagnosticar los procesos actuales de la empresa, finalmente para cumplir el primer objetivo que concierne a esta investigación, es necesario que se realicen flujogramas de los procesos diagnosticados y evaluados con el estudio de métodos y tiempos realizado anteriormente. Para lograr esto primero que todo es necesario la identificación de variables que influyen en el costo total del proceso, para determinar de forma efectiva los costos de operación y los tiempos requeridos con el fin de realizar una cotización veraz que sea capaz de competir con las empresas del sector.

En lo concerniente a la segunda fase, se realizara primero el análisis de los procesos con el fin de determinar con detalle las variables que inciden en él, aplicando ya sea herramientas que presenta la ingeniería y/o técnicas establecida por autores que son conocidos por dominar el área de análisis de procesos; ya analizados los procesos y las variables que inciden en estos, es importante encontrar de qué manera interactúan entre sí, esto será posible por medio de la aplicación de conocimientos adquiridos en la literatura correspondiente.

Por consiguiente determinado lo anterior es necesario que se planteen métodos para cálculo de la necesidad de cada elemento como lo es el costo de la maquinaria, mano de obra necesitada y materiales por medio de la selección un método que permita calcular verazmente cada factor incidente y calcular propiamente el factor para probar que la selección del método sea apropiada.

La fase final del proyecto de investigación requiere de la validación de los métodos anteriormente determinados para eso es necesario la selección de un proyecto que

permita corroborar que las variables que se consideraron y los métodos seleccionados sean los correctos, y a partir de aquí se compara el método de cálculo actual basado en la experiencia con el propuesto en esta investigación; adicionalmente se diseñara un modelo de simulación que permita aplicar las mejoras propuestas dado a lo encontrado en el estudio de métodos de la primera fase del presente documento, este modelo permite comparar la situación actual y la situación que se presentaría en caso de acoger la propuesta presentada, finalmente se sacan las conclusiones pertinentes para el caso.

Por último se diseñara la estructura de costeo final, teniendo en cuenta todo lo estudiado en las fases anteriores y generando como producto final una metodología de costeo completa que abarca todas los procesos y las condiciones inherentes en cada uno de ellos, como natural es necesaria la validación de esta metodología y para esto se tomara como punto de verificación varios proyectos en los cuales se puedan evidenciar todos los procesos metalmeccánicos, comparando el valor resultado de la aplicación de los métodos propuestos por la literatura, y el propuesto en la presente investigación.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Estudio de Métodos y Tiempos

Gracias al estudio de métodos y tiempos realizado en el primer capítulo de este documento, se pudo estimar el porcentaje promedio del tiempo requerido para actividades diferentes a la remoción de material el cual se ha llamado Tiempo Suplementario de Operación, éste abarca todas las actividades que son requeridas para el trabajo pero con las cuales no se remueve material, es decir, preparar la máquina, ajustar la herramienta, montaje y desmontaje de la pieza entre otros. El cual varía de acuerdo a cada uno de los procesos ya que

cada uno requiere de una preparación diferente dicho porcentaje se encuentra relacionado por proceso:

Tabla 1. Rango de porcentajes para tiempo suplementarios de operación por proceso

Proceso	Rango (%)
Torneado	29-39
Fresado	42-52
Taladrado	22-32
Soldadura	75-85
Oxicorte	50-60

A partir del estudio de métodos y tiempos se consigue identificar las variables que inciden en los procesos y por lo tanto deben ser consideradas para el cálculo de los costos.

### 4.2 Identificación De Las Variables De Los Procesos De Mecanizado

#### Torneado

- Velocidad de rotación (N)
- Velocidad de corte (v)
- Diámetro original de la parte (D0)
- Diámetro final de la parte (Df)
- Velocidad de avance (fr)
- Avance (f)
- Tiempo de maquinado (Tm)
- Tiempo Suplementario (Ts)
- Longitud (L)
- Fresado:
- Velocidad de rotación (N)
- Velocidad de corte (v)
- Diámetro (D)
- Velocidad de avance (fr)
- Avance (f)
- Numero de dientes de la fresa (nt)
- Distancia de aproximación (A)
- Profundidad de corte (d)

- Tiempo de maquinado ( $T_m$ )
- Tiempo Suplementario ( $T_s$ )
- Longitud ( $L$ )

Taladrado:

- Velocidad de rotación ( $N$ )
- Velocidad de corte ( $v$ )
- Diámetro ( $D$ )
- Avance ( $f$ )
- Velocidad de avance ( $fr$ )
- Tiempo de maquinado ( $T_m$ )
- Tiempo Suplementario ( $T_s$ )
- Espesor del trabajo ( $t$ )
- Tolerancia de aproximación ( $A$ )

Soldadura SMAW:

- Tipos de material a unir (Insumos)
- Tipo de electrodo (Insumos)
- Velocidad del recorrido ( $vr$ )
- Longitud del cordón ( $L$ )
- Tiempo de maquinado ( $T_m$ )
- Tiempo Suplementario ( $T_s$ )
- Soldadura MIG/MAG:
- Tipos de material a unir (Insumos)
- Tipo de gas (Insumos)
- Velocidad de recorrido ( $Vr$ )
- Longitud del cordón ( $L$ )
- Tiempo de maquinado ( $T_m$ )
- Tiempo Suplementario ( $T_s$ )

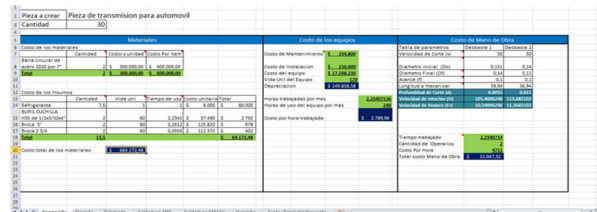
Oxicorte:

- Tipos de material a cortar (Insumos)
- Velocidad de recorrido ( $Vr$ )
- Longitud del corte ( $L$ )
- Tiempo de maquinado ( $T_m$ )

Con base al diagnostico del proceso, variables, y las ecuaciones existentes en la literatura para el cálculo de los costos, como (Jütz y Lobert, 1990), (Groover, 2007) y (Maury et. al., 2009) , además de las identificadas en el estudio de empresas de este sector de la ciudad, se desarrolló una aplicación basada en hojas de cálculo, el cual tiene diferentes hojas (una por cada proceso)

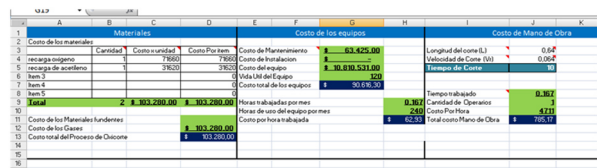
y a su vez cada una de ellas divididos en cuatro aspectos: El cálculo del costo de los materiales, el cálculo del costo de la mano de obra, el cálculo del costo de los equipos y el porcentaje de los costos administrativos (10%). Todo esto inmescuyendo profundamente los elementos de los procesos considerando aspectos que generalmente las empresas Pymes no tiene en cuenta pero impactan considerablemente las finanzas de la empresa y deben ser considerados como tal con el fin de controlarlo. De acuerdo con esto el desarrollo de este aplicativo se hizo con el fin de tener completamente detallado cada proceso, y así poder controlar los costos desde el punto en el cual se generan. La validación final de la metodología de costeo fue necesaria la selección de un proceso al cual manualmente ya se le aplicaron todas las ecuaciones para los aspectos estudiados y posteriormente usar la aplicación realizada en Excel, para de esta manera comparar la discrepancia entre estos y determinar la desviación, la cual es necesario que sea menos o igual al 5% para ser aceptada. La presentación del aplicativo desarrollado para el cálculo de costos de algunos de los procesos se muestra en la figura 1 y 2.

Figura 1. Vista general del aplicativo



Fuente. Aplicativo en Excel diseñado por los autores

Figura 2. Vista general del aplicativo para el proceso de oxicorte



Fuente. Aplicativo en Excel diseñado por los autores

Al momento de comparar pudimos constatar que el modelo propuesto es válido, ya que la desviación estándar comparando los tiempos totales de maquinado debe estar alrededor del 10%, comparando el proyecto 3 que en la industria dio un valor total de 56 horas de trabajo y la metodología planteada en el presente documentos con unos parámetros de:

- Velocidad de corte 25 m/min
- Avance 1,6 m/rev
- Herramienta de corte para torneado de Acero rápido (hss)
- 

Se encontró que con estos parámetros la metodología planteada dio un total de 62,5 horas trabajadas que dan una desviación total de 10,4%.

Con el cual se concluye que la metodología cumple con los requisitos para ser aceptada.

## 5. CONCLUSIONES

Después de realizada la investigación se concluye que cada una de las empresas pyme del sector metalmecánico en Barranquilla están posibilitadas a la adopción del producto final de esta investigación con el fin de avanzar hacia un futuro promisorio, entregando cotizaciones veraces y planeando desde la cotización un proyecto sea cual sea. Sin embargo está claro que el alcance de esta investigación se encuentra limitado por lo cual se abre la puerta a nuevos proyectos que en el futuro permitan la adaptación de lo aquí propuesto a otros sectores económicos o la variación de las condiciones de operación de la metodología propuesta, cualquier modificación que permita a criterio del (los) investigador(es) entregar un producto que sea enriquecer la herramienta de costeo planteada en el presente documento.

Sin lugar a duda este proyecto queda abierto para posteriores investigaciones con el fin de no solo abordar pymes en la industria metalmecánica en la ciudad de barranquilla, si no también grandes pequeñas y medianas

empresas de otros sectores. Además queda como precursor para proyectos que no solo abarquen la parte operativa, sino también la administrativa y comercial.

## 6. RECOMENDACIONES

### 6.1 Maquinaria

- En los casos de daño de la maquinaria se debe contar con un plan de contingencia para no detener el trabajo como por ejemplo contar con maquinaria y equipos adicionales para ser utilizados en estos casos y/o cuando hay un aumento no planificado de la producción, esto es conocido como reactividad.
- Para mejorar la productividad de toda empresa es necesario cumplir con programas de mantenimientos preventivos en todo lo que es maquinaria operativa sin que afecte de gran manera el normal funcionamiento de las operaciones, ya que se evidenció que en muchas pymes no se realiza este tipo de programación si no que por lo contrario hacen reparaciones momentáneas para no detener ni entorpecer las operaciones, lo que implica tiempo y desgaste, generando con esto la disminución de la vida útil de la maquinaria con la que cuentan estas empresas y disminución de la productividad.
- Para realizar un buen mantenimiento preventivo los operarios de cada máquina son vitales para esta actividad ya que ellos deben notificar al encargado del área de mantenimiento de cualquier irregularidad presentada para ser llevada a la hoja de vida de la

máquina y poder programar una revisión y en dado caso una reparación.

- Antes de iniciar las labores diariamente es recomendable realizar un pre operacional que consiste en verificar que la máquina y los equipos estén en buenas condiciones para sus operaciones.

## 6.2 Mano de obra

- El recurso humano es el elemento más importante en toda empresa, para poder aprovechar al máximo el tiempo de los empleados es necesario contar idóneo y capacitado en las labores que se desean realizar, con el fin de cumplir los objetivos deseados en los tiempos estimados. Para esto es recomendable personal con un nivel estándar de trabajo.
- Los operarios deben hacerse responsable de su área de trabajo, de sus herramientas e implementos. para mejorar el ambiente de trabajo e inherentemente la productividad es recomendable un realizar limpiezas adecuadas y un buen uso de ellas.

## 6.3 Materiales

- Se recomienda que los proveedores de materia prima e insumos se encuentren certificados.
- Debido al tipo de empresas a las que está enfocado este proyecto es importante que se realice una buena estimación de las cantidades requeridas de materiales e insumos más costosos y que no se usan con frecuencia ya que los sobrantes

pueden quedar almacenados por mucho tiempo o incluso puede que no se vuelvan a requerir.

- Realizar verificación del estado de los materiales antes de ser utilizados y al momento de que el proveedor haga la entrega.

## 6.4 Recomendaciones para la aplicación de la metodología

- Se le recomienda al usuario que antes de aplicar la metodología, investigue cuales son los tiempos de suplementos y porcentaje de gastos administrativos que se aplican para la empresa, ya que estos pueden variar considerablemente entre una organización a otra

## REFERENCIAS

- Arcila, A., Iván, C., & Tabares Mendoza, D. A. (2007). "Diseño e implementación de una estructura de costos para la empresa Maquinplast SA". Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas, 3a ed., México, DF: McGraw-Hill.
- Jütz, H., Scharkus, E., & Lobert, R. (1990). Tablas para la industria metalúrgica. Barcelona: Reverté.
- López Polanía, J. M., & Quiñonez Castillo, R. (2012). "Herramienta de presupuesto de proyectos en una PYME del sector metalmeccánico de la ciudad de Cali". Trabajo de grado. Universidad ICESI.
- Maury, H., Niebles, E., & Torres, J. (2009). Diseño para la fabricación y ensamble de productos soldados. 1<sup>ra</sup> edición. Editorial Universidad del Norte.
- Rincón, José. (2012). "Diseño de una estructura de costos por procesos para la

empresa metalmecánica Preformados de Línea C.A.". *Memorias de evento, VIII CIAEC*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Rodríguez Ospina, A. J. (2012). "Diseño metodológico para la estimación de costos de producción de soldadura para el mantenimiento de líneas de transporte de hidrocarburos". Trabajo de grado. Universidad Libre, Bogotá, Colombia.

Sánchez Z, Mariela (2008). "Costo por procesos en la industria metalmecánica de envases para gas licuado de petróleo (G.L.P.) de uso doméstico". Trabajo de grado. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.