

# Propuesta de mejoramiento y ampliación de servicios en el área de metalmecánica para “Talleres Benenaula”

Diego Leandro Benenaula Ramón\*  
Tania Gabriela Cornejo Contreras\*  
Jorge Fajardo S.\*\*

## Resumen

Para el desarrollo de este trabajo, basado en la implementación de mejoras productivas en el sector industrial, se efectuó un diagnóstico de la situación actual de la empresa de mecánica de precisión Talleres Benenaula, identificando sus fortalezas y debilidades a nivel productivo; posteriormente se realizó un estudio de mercado para la instauración de nuevos servicios de tratamientos térmicos, incluyendo la fabricación de un prototipo de máquina para tratamiento criogénico y los servicios de mecanizado mediante maquinaria con tecnología de Control Numérico Computarizado (CNC), de acuerdo a los análisis de la demanda insatisfecha. De esta manera se realizó un estudio técnico de los servicios actuales

---

\* Ingeniero mecánico graduado en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) – Cuenca.

\*\* Ingeniero mecánico. Profesor de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UPS – Cuenca.

y nuevos, para proponer una reestructuración de la planta actual mediante un rediseño y reubicación adecuados de la planta, para satisfacer sus necesidades actuales y sus nuevos servicios. En la fase final se realizó un estudio económico de la propuesta, en el cual se verificó su viabilidad en costos, ingresos, inversiones y la evaluación financiera.

## Abstract

To develop this thesis, based on the implementation of productivity improvements in industry, was made a diagnosis of the current status of precision engineering company Talleres Benenaula, identifying their strengths and weaknesses at production level, subsequently conducted a market study for the introduction of new services, heat treatment, including the fabrication of a prototype machine for cryogenic treatment and machining services through technology machinery Computerized Numerical Control (CNC), according to analyzes unmet demand. Thus we conducted a technical study of existing services and new, to propose a restructuring of the existing plant through a redesign and relocation of the plant adequate to meet their current needs and new services, in the final phase was conducted economic study of the proposal which is checked for viability, both in costs, revenues, investment and financial evaluation.

**Palabras clave:** mejoramiento, servicios, mercado, tratamientos térmicos, CNC, criogénico.

**Keywords:** strengths, weakness, marketing, heat treating, CNC, cryogenic.

## Introducción

La empresa Talleres Benenaula está en el mercado desde 1992 como un taller de mecánica de precisión. Con el pasar de los años ha evidenciado un crecimiento desordenado, por lo que este trabajo se ha enfocado en mejoras para guiar de forma técnica su proceso de crecimiento. La metodología empleada para el mejoramiento y ampliación de servicios en Talleres Benenaula se enfoca en la sección de metalmecánica y su administración. Se inicia con un diagnóstico e identificación de las fortalezas y debilidades de la empresa en la actualidad, atendiendo varios aspectos relacionados con su acción productiva. Siguiendo un procedimiento técnico y eficaz, se realizó un estudio de mercado para los servicios nuevos (tratamientos térmicos y el mecanizado CNC) que se quieren incorporar de acuerdo a la demanda insatisfecha de los mismos dentro de la ciudad. Como siguiente paso se efectuó un estudio técnico de los servicios actuales y nuevos, ya que con esta información se podría plantear una reestructuración y reubicación de la planta, en busca de una distribución eficiente, adecuada a sus necesidades.

## Materiales y métodos

### *Diagnóstico actual de los talleres*

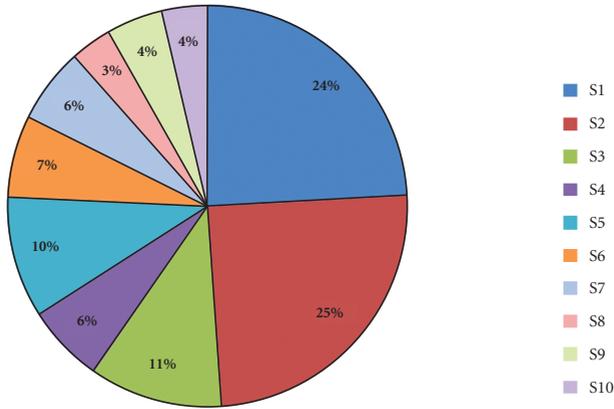
Para desarrollar una propuesta de mejoramiento y ampliación de servicios en el área de metalmecánica de esta empresa, se ha desarrollado el diagnóstico de la situación actual de la empresa, comenzando con un análisis de Sistema Marco Lógico (SML), donde se han realizado investigaciones y entrevistas al personal interno y a clientes de la empresa, determinando causas y efectos derivados de un crecimiento sin control técnico. En segunda instancia se efectuó un estudio de mercado, mediante la selección de una muestra estadística que contempló un nivel de confianza del 95% ( $k^2=1.96$  y un margen de error del 0.05%). Además, se realizó una estratificación de los sectores productivos a encuestar, para determinar, segmentar e identificar con precisión los posibles y seguros

clientes, conocer las cualidades que el cliente busca en este servicio, definir la demanda insatisfecha, identificar y conocer la competencia y determinar el precio ideal de los servicios que se ofertarán en la empresa. Con estos datos y el análisis actual de la empresa se llegó a establecer que la creación de nuevos servicios podría mejorar la eficiencia de la planta y ampliar la cartera de clientes. Como servicios complementarios se establecieron que los tratamientos térmicos y el mecanizado en máquinas CNC, las dos mejoras prioritarias en esta propuesta, para lo cual se tomaron los datos recabados en el estudio de mercado complementado con un análisis de Porter (1995: 30). Para este análisis se empleó la siguiente simbología:

Servicios	Símbolo
Construcción de repuestos mecánicos	S1
Reparación de piezas mecánicas	S2
Tratamientos térmicos	S3
Fundición de hierro	S4
Fundición de aluminio y bronce	S5
Construcción de moldes	S6
Construcción de matrices	S7
Piezas “mecanizadas” en serie	S8
Construcción de utillajes	S9
Servicios de máquinas CNC	S10

**Tabla 1.** Simbología para la tabulación y análisis de datos

En la figura 1 se puede observar a los diferentes servicios con su frecuencia de contratación, obtenida de la encuesta realizada a empresas del medio.



**Figura 1.** Frecuencia de contratación de servicios

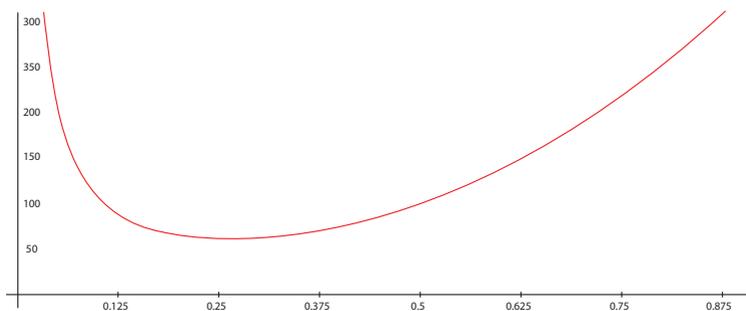
Se realizaron encuestas sobre una muestra representativa del sector industrial local. Mediante inferencia estadística se determinaron las necesidades en servicios de tratamientos térmicos y de mecanizado en máquinas CNC, que son los servicios que se desean implementar.

### *Diseño y construcción de un equipo criogénico*

De acuerdo a los análisis realizados se ha podido constatar que la implementación de un área de tratamientos térmicos es muy factible, razón por la cual se ha diseñado y construido un prototipo de una cámara criogénica. Es preciso aclarar que en ocasiones se confunden los tratamientos sub-cero con los criogénicos, los primeros trabajan a temperaturas de  $-80^{\circ}\text{C}$ , a diferencia del criogénico que trabaja a temperaturas inferiores a los  $-156^{\circ}\text{C}$ , según la Cryogenic Society of America. El objeto de dicho procedimiento es continuar con la transformación del temple (austenita a martensita) que, en ciertos aceros, no se llega a completar a temperatura ambiente. En el diseño del equipo se ha tomado como referencia

la demanda para su tamaño y para determinar las dimensiones del equipo; la capacidad de carga será de 50 kg, con un tiempo del proceso de 7 horas, aproximadamente. De acuerdo a los cálculos efectuados, se realizó el diseño de la máquina para evitar choque térmico al momento de efectuar el procedimiento; para ello se utiliza convección forzada, al instalar dispersores en la cámara criogénica. De esta manera se hace fluir la masa refrigerante (nitrógeno) sobre la pieza a tratar. La configuración de la cámara es la siguiente:

Se realizó la optimización del consumo de nitrógeno. En la figura 2, se observa el modelado y la minimización de la ecuación de consumo de nitrógeno en función del espesor de pared aislante.

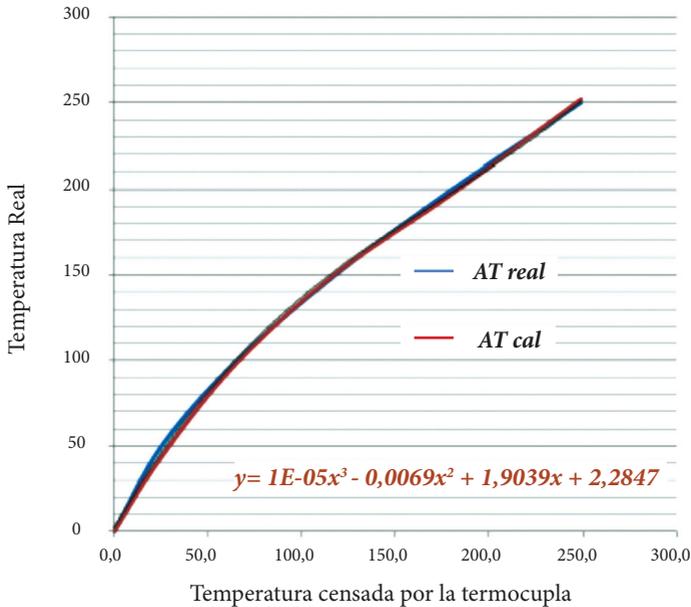


**Figura 2.** Minimización del consumo de nitrógeno vs. Espesor de aislante

#### Ecuación de consumo de nitrógeno

$$\frac{\delta m_{N_2_{\min}}}{\delta L} = 726.549 L^2 + 280.932L + 27.125 - 10.2 L^{-2} = 0$$

Otro elemento clave es el control de la temperatura de la cámara criogénica, por lo que fue necesario ajustar la curva de respuesta de la termocupla para poder determinar eficientemente su temperatura. En la figura 3 se observa el ajuste de la curva y la obtención de la función del instrumento mediante mínimos cuadrados.



**Figura 3.** Ajuste de la curva de la termocupla para sensor de temperatura

### *Implementación de área de mecanizado CNC*

En este aspecto se realizaron simulaciones para determinar los tiempos de producción en diferentes productos solicitados a partir del estudio de mercado, para ello se empleó software de simulación de manufactura asistida por computador (CAM).

### *Simulación de producción de la nueva planta*

Siguiendo el proceso de mejoras, se requiere de una nueva planta para la redistribución tanto de las máquinas actuales como de las máquinas de los nuevos servicios. Se realizó la propuesta de redistribución de áreas en la nueva planta mediante análisis relacional y *layouts*. Posteriormente, se simularon los parámetros de pro-

ducción con la ayuda del software Flexisim. En la figura 4 se indica la nueva distribución de planta, que incluye criterios de eficiencia productiva.

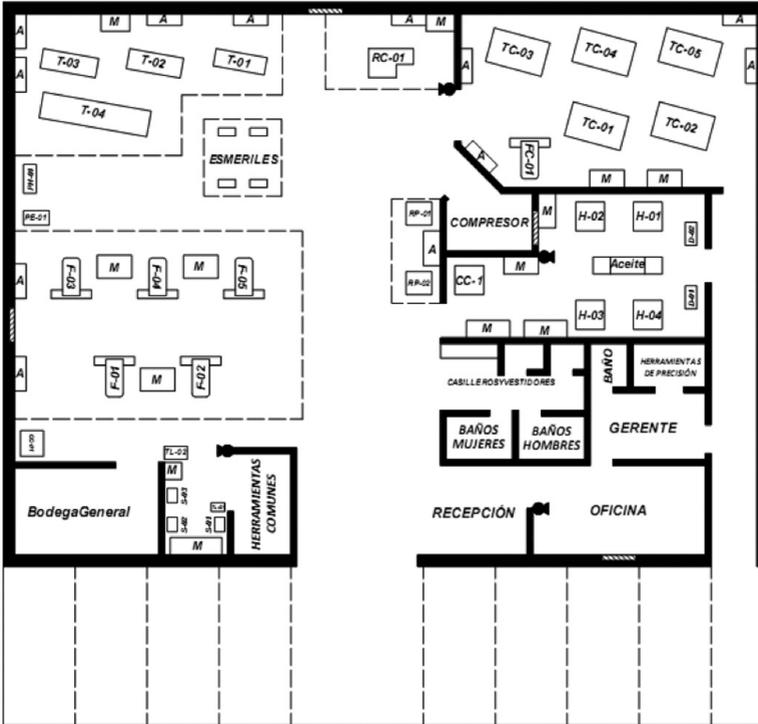
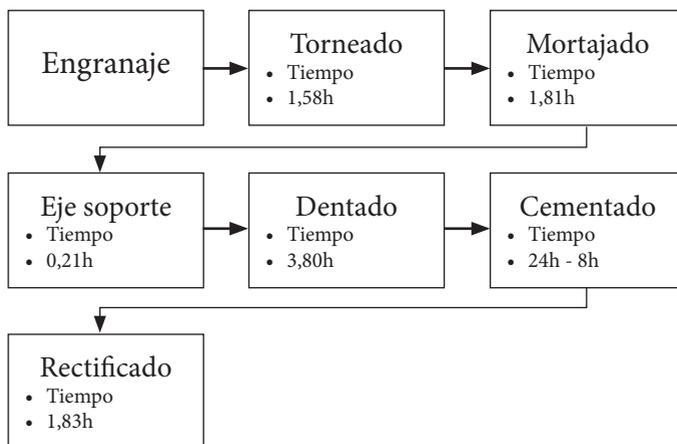


Figura 4. Disposición de la nueva planta

El diseño de esta nueva planta inició con el establecimiento del diagrama de procesos para la producción de cada uno de los productos a implementar. En la figura 5 se observa, a manera de ejemplo, el diagrama para la obtención de engranajes.



**Figura 5.** Diagrama de proceso de engranajes para simulación

Finalmente, se simularon los procesos con la distribución actual de la empresa y se los comparó con la propuesta rediseñada.

### Resultados y discusión

Luego de implementar las mejoras, mediante simulación de procesos se observa un aumento considerable en la eficiencia de producción, la misma que se resume en la tabla 2:

Producto	Eficiencia actual	Eficiencia mejorada	Incremento de la eficiencia
Engranaje	51%	96%	45%
Bastidor	73%	102%	29%
Grupo de eslabones	70%	95%	25%

**Tabla 2.** Resumen de eficiencias en tiempos de producción

El incremento que se observa va desde un 25% en ciertos productos, hasta el 45% en otros, lo que se traduce en un incremento de ingresos y mayores posibilidades de expandir mercados con nuevos productos, garantizando la sostenibilidad de la empresa a futuro. Además, a partir del estudio económico realizado, se evidenció la rentabilidad del proyecto, pues garantiza el retorno de la inversión a tasas mayores que en el sector bancario, volviendo atractiva la propuesta.

## Conclusiones

La incursión en proyectos de mejora de producción de los procesos productivos, refleja márgenes importantes de rentabilidad, que conllevan una mayor eficiencia productiva con el mínimo de inversión.

Se ha validado la utilidad del software de simulación de procesos, lo que permite anticipar criterios de innovación productiva previa a su implementación, generando ahorro de tiempo y recursos.

La inversión es rentable ya que bajo mínimas condiciones se puede alcanzar a cubrir la deuda con un 12,06%, además, considerando las mejoras, se obtendría un 39,86% de beneficio. Se puede mejorar el interés entregado en el banco, en caso de una póliza, y se está generando empleo y múltiples beneficios sociales. Por otro lado, para la empresa, tener una nave industrial propia en diez años, sería de gran beneficio para continuar con sus actividades.

Luego de todo el estudio se llegó a la conclusión que el proyecto es rentable económicamente y factible técnicamente, con resultados prometedores al momento de su desarrollo.

## Bibliografía

- ASTIGARRAGA, Julio  
1999 *Hornos: hornos industriales de resistencia*. Bogotá: McGraw-Hill.
- BACA, Gabriel  
2007 *Introducción ingeniería industrial*. México: Patria.
- BOON, Gerard *et al.* (comps)  
1990 *Automatización flexible en la industria: difusión y producción de máquinas-herramienta de control en América Latina*. México: Limusa.
- GARCÍA MORENO, Emilio  
2001 *Automatización de procesos industriales*. México: Alfaomega.
- GOYOS PÉREZ, Leonardo y Hello Martínez  
s.f. *Tecnología de la fundición II*. La Habana: ISPJAE.
- HODSON, William (ed.)  
1992 *Manual del ingeniero industrial*. México: McGraw-Hill.
- JONIAUX, Jaime e Ignacio Wiesner  
1987 *Desgasificación del aluminio con nitrógeno gaseoso*. s.e. [En línea], disponible en: [www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4527](http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4527)
- KALPAKJIAN, Serope y Steven Schmid  
2008 *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson Educación.
- KESSLER, Jacques  
s.f. *Proyecto de implantación de una sección de fundición*.
- LASHERAS, José María  
1997 *Tecnología mecánica y metrotecnica*. Zaragoza: Donostiarra.
- MAS, Xavier  
1978 *Automatismos neumáticos y oleohidráulicos*. Barcelona: Vives.
- MEYERS, Fred y Matthew Stephens  
2006 *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
- NORIEGA, Zeferino  
1986 *Tecnología de fabricación metalmecánica*. México: AGT Editor.
- OVIEDO FIERRO, Fausto y Germán Agama  
2002 *Seminario de tecnología de fundición*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

ROSALER, Robert (ed.)

1998 *Manual del ingeniero de planta*. México: McGraw-Hill.

SULE, Dileep

2001 *Instalaciones de manufactura: ubicación, planeación y diseño*.  
México: International Thomson Editores.

TOMPKINS, James *et al.*

2006 *Planeación de instalaciones*. México: International Thomson  
Editores.