



**Universidad Pinar del Río  
“Hermanos Saíz Montes de Oca”**

**Facultad de Geología y Mecánica**

**Trabajo de Diploma**

**Título: “Tecnología para la fabricación del Remarco de la Prensa de Baldosa  
OPA 650/300t”.**

**(Tesis en opción al título en Ingeniería Electromecánica)**

**Autores:**

Luis Leonardo Pillana Ugsha

Joffre Raúl Cocha Tobanda

Pinar del Río, 2011

Cuba

“Año 53 de la Revolución”



**Universidad Pinar del Río  
“Hermanos Saíz Montes de Oca”**

**Facultad de Geología y Mecánica**

**Trabajo de Diploma**

**Título: “Tecnología para la fabricación del Remarco de la Prensa de Baldosa  
OPA 650/300t”.**

**(Tesis en opción al título en Ingeniería Electromecánica)**

**Autores:**

Luis Leonardo Pillana Ugsha

Joffre Raúl Cocha Tobanda

**Tutor:**

Ing. Rigoberto Hernández Riverón

Pinar del Río, 2011

Cuba

“Año 53 de la Revolución”

# PENSAMIENTO

“Muy varia y sólida instrucción necesita tener, si ha de ser bueno un ingeniero mecánico, más que todo, necesita aprender la mecánica en las máquinas”.

**José Martí**



“No vamos a sentarnos y hacer un alto en el camino para pensar cuáles son nuestros próximos pasos. Vamos a pensar caminando, vamos a aprender creando y también, por qué no decirlo, equivocándonos”.



**Ernesto Che Guevara**

## PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Facultad de Geología-Mecánica.  
Departamento de Electromecánica.

Luego de estudiada la exposición de los diplomantes: Luis Leonardo Pillana Ugsha y Joffre Raúl Cocha Tobanda, así como la opinión del tutor y el oponente del presente trabajo de diploma, el tribunal emite la calificación de \_\_\_\_\_.

---

Presidente del Tribunal

---

Secretario

---

Vocal

Dado en la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del 2011.

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Se declara que somos autores de este Trabajo de Diploma y que autorizamos a la Universidad de Pinar del Río, a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.



Autoriza la divulgación del presente trabajo de diploma bajo licencia Creative Commons de tipo **Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada**, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas. La licencia completa puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

autoriza al Departamento de Mecánica adscrito a la Universidad de Pinar del Río a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia CreativeCommons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de materiales didácticos disponible en: "[Inserte URL del repositorio]" .

Autoriza al Departamento de Mecánica adscrito a la Universidad de pinar del Río a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia CreativeCommons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de tesinas disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu>

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



# AGRADECIMIENTO



Son numerosos los motivos que me hacen sentir feliz, y a la vez agradecido con Dios por mantenerme con vida, a mis padres, esposa e hija por su apoyo incondicional en todo momento.

Y de manera general agradezco:

- A mis familiares, amigos y al tutor de este trabajo de investigación, como a todos los profesores de la carrera de Ingeniería Mecánica que me brindaron sus conocimientos para hacer posible la realización del mismo.
- A todas las personas que, de una u otra manera, me han brindado su apoyo para culminar esta etapa académica.

**LEONARDO PILLANA**

# DEDICATORIA



Este trabajo se lo dedico:

- A mi familia por estar conmigo brindándome su apoyo durante el lapso de tiempo en esta carrera.
- A mi esposa e hija por su apoyo incondicional en la meta más anhelada de mi vida.
- A todos los profesores que han impartido sus conocimientos durante el recorrido de mi carrera.
- A mis amigos y compañeros por estar conmigo en las buenas y en las malas.

**LEONARDO PILLANA**



# AGRADECIMIENTO



Son muchas las razones que me motivan hoy a sentirme satisfecho, después de haber transitado por difíciles caminos para llegar a formarme como profesional.

He aquí, el resultado del trabajo y el esfuerzo personal de constancia y perseverancia que he tenido que llevar durante todo el tiempo que ha sido necesario para llegar a este difícil propósito. De igual manera agradezco a mis padres que me han apoyado y han estado pendientes, ya que de esa manera han influido en mi formación profesional. De la misma manera a todas las personas que supieron ayudarme de diferentes formas, ya que esto influyó positivamente en mi formación como ingeniero.

En razón de lo cual agradezco al tutor de este trabajo, como a todos los profesores de la carrera de Ingeniería Mecánica, que me dieron su apoyo y conocimientos para hacer posible la realización de este trabajo.

Y sobre todo a DIOS que me dio sabiduría, fuerzas y vida para alcanzar esta meta.

**JOFFRE COCHA**

# DEDICATORIA



- A mi familia por ayudarme a continuar con mis estudios y apoyarme en todos mis batallas y darme ánimos cuando no he encontrado salida.
- A todos los profesores de la carrera, amigos cercanos y colaboradores que de forma desinteresada nos han brindado su mano.
- A nuestros compañeros por brindarme su apoyo.
- Y de manera especial al SER DIVINO por mantenerme firme con salud y vida.

**JOFFRE COCHA**

## RESUMEN

Se hace una revisión de los procesos tecnológicos de fabricación utilizados en la Industria para la obtención de las piezas que conforman las maquinarias en general, y de posible aplicación en la construcción de piezas para las prensas de baldosas. Se discrimina entre todos los equipos que realmente pudieran ser útiles para la elaboración del remarco en particular, y se obvian aquellos que no están disponibles en el taller de la Empresa de Materiales de Construcción #7.

Se plantea un itinerario tecnológico en correspondencia con las acciones necesarias para alcanzar, sucesivamente, la forma definitiva del remarco, y se incorpora a este objetivo la concepción y síntesis de los dispositivos que facilitarán la ejecución de manera uniforme, productiva y simple de las piezas a fabricar.

Se incluyen todos los planos de las piezas que se generan como resultado del desarrollo de esta tecnología, y en el caso de los dispositivos, el plano de ensamble (en el caso del utillaje para el taladrado). Se conforman las cartas tecnológicas que definen la secuencia de fabricación del remarco, que permiten determinar los tiempos de fabricación, y sirven de referencia en la evaluación económica. El costo de los dispositivos se determina mediante un estimado basado en consideraciones prácticas y cálculos elementales, los cuales no se incorporan en el desarrollo del trabajo.

## **ABSTRACT**

An approach of manufacturing processes related to machinery construction is made, and its possible application in machining parts for the tile presses. It is discriminated around all the equipments that could really be useful for the elaboration of the trussing in particular, and it's not considered when any of them is not available in the machine shop of the Construction Materials Enterprise #7.

A technological itinerary is developed, in correspondence with the necessary actions for reaching, in a successive way, the definitive form of the trussing, and it's incorporated to this aim the conception and synthesis of the devices that will facilitate the execution in uniform, productive and simple way of the parts to manufacture.

All the drawings of the parts are included as a result of the development of this technology, and in the case of the devices, the drawings of its assemblies (in the case of the jig for drilling). Conforming the technological charts that define the sequence of production of the trussing, it's allowed to determine the times of production, serving as reference in the economic evaluation. The cost of the devices is determined by means of an estimation based on practical considerations and elementary calculations, which aren't incorporated in the content of the work.

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
PENSAMIENTO	
PÁGINA DE ACEPTACIÓN	
DECLARACIÓN DE AUTORIDAD	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. Introducción.	5
1.2. Método de Fabricación de baldosas.	6
1.2.1. Conformación de las piezas.	7
1.3. Prensa para la fabricación de baldosas.	9
1.3.1. Partes principales.	11
1.4. Remarco.	12
1.4.1. Asignación de servicios.	12
1.4.2. Requisitos tecnológicos.	13
1.5. Métodos de fabricación del remarco, equipamiento tecnológico básico.	14
1.5.1. Fundición	14
1.5.2. Conformación	16
1.5.3. Maquinado	17
1.5.4. Soldadura	21
1.5.5. Tratamiento térmico	24
CAPITULO II.- MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1. Introducción.	27
2.2. Remarco: Definición de las dimensiones, tolerancias de forma y posición, tolerancias dimensionales, rugosidad superficial (plano).	27
2.3. Selección de la tecnología para el maquinado.	30
2.3.1. Selección del semiproducto.	30
2.3.2. Itinerario tecnológico	31

2.3.3. Dispositivos por operación, construcción (plano), tecnología de fabricación.	31
2.3.3.1. Plantilla para el corte	32
2.3.3.2. Dispositivo para el taladrado	32
2.3.3.3. Placa de apoyo	33
2.3.3.4. Placa superior	34
2.3.3.5. Elementos accesorios	35
2.3.3.6. Dispositivo para el fresado	35
2.3.4. Tecnología de fabricación del remarco.	36
CAPITULO III.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	57
3.1. Introducción.	57
3.2. Factibilidad de implantación de la tecnología desarrollada.	57
3.3. Resultados que se esperan del trabajo desarrollado.	58
3.4. Valoración del impacto económico y medioambiental.	59
3.4.1. Valoración económica.	59
3.4.2. Impacto medioambiental.	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA CITADA	68
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	73
ANEXOS	





## INTRODUCCIÓN

Específicamente, dentro de la industria mecánica, la ciencia que estudia los procesos de producción (particularizando en los procesos tecnológicos por arranque de material) es la Tecnología de la Construcción de Maquinarias, cuyo sustento teórico está basado en el Corte de los Metales, la Conformación de Metales, la Metalurgia, las Máquinas Herramientas y el propio estudio de los procesos tecnológicos de fabricación de artículos.

Normalmente se formulan los elementos componentes del proceso tecnológico para la fabricación de una pieza en la documentación técnica, mediante las relaciones conceptuales entre los mismos y la aplicación de las normativas correspondientes, así como se determina el tipo de organización de la producción para el caso que se presente con el objetivo de lograr un producto con características definidas por el objetivo que ella cumple en la máquina.

Para lograr la obtención de la calidad en los artículos, es necesario establecer los requisitos de precisión de piezas sobre la base de la asignación de servicio, formas geométricas, dimensiones y la basificación en los procesos de ensamble y diseño constructivo, lo cual se logra mediante la identificación de las superficies componentes, las relaciones entre los indicadores de la precisión y la aplicación de las normas cubanas, así como la confección de esquemas de instalación de piezas en la documentación tecnológica correspondiente, a partir de sus esquemas de basificación para la elaboración y la aplicación de procesos de manufactura específicos en función del tipo de superficie a elaborar.

Sobre la base de esta concepción del proceso de fabricación se pueden desarrollar diferentes piezas, mecanismos y máquinas con el nivel de calidad que se considere pertinente.





Muchas piezas se caracterizan por la complejidad de sus formas, estando constituidos por superficies planas e interiores de revolución, así como por nervios para aumentar su rigidez. Las superficies interiores de revolución pueden ser dedicadas a la instalación de unidades ensambladas y a la fijación de elementos. Estas piezas se diseñan con la finalidad de disminuir peso y simplificar los procesos de elaboración y ensamble y pueden ser no desmontables o desmontables en el plano diametral de las superficies interiores de revolución.

La asignación de servicio de estas piezas se refiere en lo fundamental, a garantizar la seguridad de otras piezas y unidades ensambladas que se instalan sobre ellas, soportando el peso y determinando la posición adecuada de las mismas para el funcionamiento.

La Empresa de Materiales de Construcción # 7 de Pinar del Río cuenta entre sus renglones más importantes con la producción de baldosas, para lo cual dispone de una tecnología cuyo equipamiento básico consta de una prensa y una pulidora. Entre las piezas que conforman el recuadro para la fabricación del semi producto, es actualmente deficitario el remarco, que suele fallar a las cargas al cabo de un determinado tiempo de operación, y cuya reposición debe hacerse por solicitud a la firma que suministra la tecnología. Esto resulta costoso a la Empresa, ya que exige el desembolso de divisa para este fin.

Sin embargo, desarrollando una tecnología concebida en la misma Empresa con todos los requisitos que esta exige, se puede lograr la fabricación del remarco con niveles de calidad similares a los que se ofertan en el mercado. Además, se pueden producir cantidades que abastezcan tecnologías similares existentes en el país, y aun generar existencias en almacén que den respuestas a la producción durante períodos de tiempos racionales.



Es por ello que en el presente trabajo se realizará un estudio general relacionado con las normas de tiempo y selección de variantes económicas, completando el estudio teórico que permita elaborar el proceso para el maquinado del remarco de la prensa de baldosas con su correspondiente documentación tecnológica, a partir de su asignación de servicio y requisitos de precisión, el volumen de producción y las condiciones en las que se presupone la ejecución de la fabricación, mediante la aplicación de la metodología correspondiente.

### **Problema Científico**

Necesidad del remarco para la fabricación del semiproducto de la baldosa.

### **Objeto de estudio**

El remarco.

### **Campo de Acción**

Prensa para la fabricación del semiproducto de baldosa.

### **Objetivo General**

Obtener una tecnología para la fabricación del remarco.

### **Objetivos Específicos**

- Confeccionar la tecnología general de fabricación del remarco.
- Confeccionar los planos de taller y ensamble de los dispositivos especiales para el maquinado.
- Estimar los costos de fabricación de los dispositivos especiales para el maquinado.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”

*Trabajo de Diploma*

### **Hipótesis**

Si se logra establecer los requisitos de precisión del remarco sobre la base de la asignación de servicio, formas geométricas, dimensiones y la basificación en el proceso de maquinado, se puede fabricar este renglón con el nivel de calidad que se considere pertinente.

### **Resultados Esperados**

Lograr la fabricación del remarco de forma económica para dar respuesta a las necesidades de esta pieza en el país.



## CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1.- Introducción.

La baldosa de granito es un renglón utilizado en el campo de la construcción y tiene su mayor aplicación en las viviendas, plantas industriales, comercios, etc., y se caracteriza por tener una gran durabilidad debido a la alta resistencia superficial, por lo cual sufre relativamente poco desgaste, además de que existe la posibilidad de recuperar la misma en múltiples ocasiones mediante un proceso de pulido, y en virtud de esto, a la larga, siempre resulta más económico el uso de este producto que otros, tales como el mosaico o el azulejo.

“El granito es una piedra natural muy hermosa que ofrece alternativas para decoración de interior y exterior. La piedra es hermosa a la vista y muy práctica de usar. Es muy elegida por la gente, debido a su durabilidad y aspecto elegante”[1].

“El granito ha sido usado ampliamente como recubrimiento en edificios públicos y monumentos. Al incrementarse la lluvia ácida en los países desarrollados, el granito está reemplazando al mármol como material de monumentos, ya que es mucho más duradero. El granito pulido es muy popular en cocinas debido a su alta durabilidad y cualidades estéticas”[2].

Se plantea en[3], que los pavimentos exteriores realizados con baldosas de granito son elementos decisivos en el diseño de un espacio urbano por su belleza y durabilidad, indicando que en los planos verticales también se emplean estas colocadas de diversas formas, según las condiciones del proyecto (fachadas ventiladas con anclaje puntual, colocadas con perfilería continua, aplacados, amorteros, etc.).

Por las razones anteriores, en muchos países se han desarrollado tecnologías con diferentes calidades y niveles de automatización que permiten obtener baldosas con diferentes características, que están en función de la especialización de los procesos, la experiencia constructiva de las firmas, así



como el alcance productivo del equipamiento tecnológico que se oferta, cuya elección está en consonancia con el poder adquisitivo del cliente.

## 1.2.- Método de Fabricación de baldosas.

En el mundo se producen diversos tipos de baldosas con características muy diferentes, dependiendo del material utilizado, así como del proceso de fabricación utilizado para su obtención, distinguiéndose principalmente las de tipo cerámico, con esmalte o sin él, y las del tipo mosaico y baldosas de granito.

La baldosa de granito tiene dos partes:

1. Capa de color: es la cara visible de la baldosa. Resulta de la combinación, en proporciones definidas, de cemento y triturados.
  - a.- Cemento: compuesto que permite unir los triturados en la capa de color.
  - b.- Triturados: resultado de la transformación, mediante la trituración mecánica, de las rocas.
2. Capa de mortero: combinación, en proporciones definidas, de cemento y arena.
  - a.- Cemento: se utiliza el cemento gris.
  - b.- Arena: se trabaja con arena triturada para concreto (tiene controles granulométricos y de humedad).

En cuanto a la clasificación de las baldosas de granito: en[4] se plantea lo siguiente:

- Tamaño del agregado: desde granito # 1 hasta granito # 6. (mixtura)
- Dimensiones: 25 x 25 cm; 30 x 30 cm; 40 x 40 cm.
- Peso por m<sup>2</sup>: desde 45 kg/m<sup>2</sup> hasta 67 kg/m<sup>2</sup>.
- Tipo de superficie: baldosas con superficie lisa, baldosas de mosaico en granito y baldosas ranuradas en diferentes grabados (cuadrículados, circulares, etc.). Con estas baldosas ranuradas se pueden diseñar pisos espectaculares en áreas de exteriores.



El proceso de fabricación de baldosas del tipo cerámico según se plantea en[5], se desarrolla en una serie de etapas sucesivas, que pueden resumirse del modo siguiente:

- Preparación de las materias primas.
- Conformación y secado en crudo de la pieza.
- Cocción de las piezas.
- Tratamientos adicionales.
- Clasificación y embalaje.

### 1.2.1.-Conformación de las Piezas.

El procedimiento predominante de conformación de las piezas es el prensado en seco (5-7% de humedad), mediante el uso de prensas hidráulicas. Este procedimiento de formación de la pieza opera por acción de una compresión mecánica de la pasta en el molde y representa uno de los procedimientos más económicos de la fabricación de productos cerámicos de geometría regular.

Las prensas se han desarrollado mucho en los últimos años y son equipos con automatismos muy sofisticados fácilmente regulables y muy versátiles. Mucho se ha trabajado en el mundo con vista a desarrollar esta parte del proceso que es de importancia fundamental para lograr una alta calidad del producto. Según se refiere en[6], recientemente se han introducido en las prensas industriales, por sus propios fabricantes o gracias a estudios del **Instituto de Tecnología Cerámica (ITC)**, en España, una serie de mejoras tales como la sensorización de la máquina, la posibilidad de regular la velocidad de carga, los nuevos punzones hidráulicos y la posibilidad de cerrar el bucle de control presión específica-humedad del polvo-densidad aparente; mejoras que redundarán en una mayor fiabilidad de la operación de prensado.

Una patente reflejada en [7], se refiere a un método para fabricar elementos de construcción, tales como tejas y baldosas cerámicos, que consisten de prensar en una o dos etapas, una masa que contiene por lo menos dos materiales cerámicos



generalmente en forma pulverizada que se unen por mezclado por lo menos parcialmente y que tienen propiedades diversas, generalmente colores diferentes, seguido por cocido del producto prensado, que comprende las siguientes etapas operativas: preparar por separado cuerpos compactados de forma generalmente irregular a partir de por lo menos un material cerámico, generalmente en forma pulverizada, que tiene propiedades diferentes a aquellas de por lo menos dos materiales de la masa; agregar los cuerpos compactados a la masa antes del prensado final y someter el producto a una operación de acabado de superficie antes o después de la etapa de cocido.

Según se plantea en [8], la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos ha experimentado cambios considerables y continuos en los últimos años. Tradicionalmente el azulejo ha sido fabricado siguiendo métodos diferentes y mediante un proceso prácticamente manual. A partir de los años sesenta, se ha ido automatizando y los métodos se han unificado bastante, siendo el más común el de prensado en seco.

En [9] se mencionan dos procesos básicos para la fabricación de baldosas y azulejos:

El primero se llama **estiramiento** que implica pasar la pasta de arcilla por una máquina que la estira. Esta pasta, cortada al tamaño deseado, se seca y se cuece. El segundo método es rellenar un molde con polvo procedente de la pulverización de la pasta de arcilla cocida a temperatura muy alta (es el caso del gres cerámico). Después, este polvo se amolda a las formas impuestas por la fabricación en serie. Así se hacen cerámicas de diseños diversos.

Otra patente referida a la fabricación de baldosas esmaltadas, conocidas como azulejos, está recogida en [10], definiendo el método de obtención de estos como el proceso de fabricación de piezas cerámicas que cuentan con sus dos caras con relieves decorativos, y consiste en introducir en una matriz metálica, formada por dos platos o punzones macizos, el material de construcción del azulejo, preferentemente arcilla, para posteriormente proceder a su prensado en seco en



una prensa hidráulica, para imprimirles así las formas geométricas o relieves y los motivos decorativos que se deseen a ambas caras de la pieza, puesto que las dos reciben el mismo tratamiento, tras lo que se procede a su extracción del molde, para someter a las piezas obtenidas a un proceso de secado en secadero vertical y siendo, finalmente, cocidas en un horno monoestrato, de modo que dicho proceso supone una mejora productiva que hace posible la utilización de estas piezas para aplicaciones en construcción o en decoración distintas a las habituales.

### 1.3.- Prensa para la fabricación de baldosas.

“Una de las causas que han hecho posible la producción y popularidad de muchos objetos de uso diario y de lujo que actualmente consideramos como de utilización normal en nuestra vida, es la aplicación creciente de las prensas a la producción en masa” [11].

Las prensas utilizadas en los procesos de producción suelen tener diferentes características, según el uso para el cual se destina, pero son básicamente de dos tipos: mecánicas e hidráulicas, siendo las primeras utilizadas preferentemente en las fabricaciones metálicas, mientras que las segundas suelen ser las preferidas en la Industria de Materiales de Construcción.

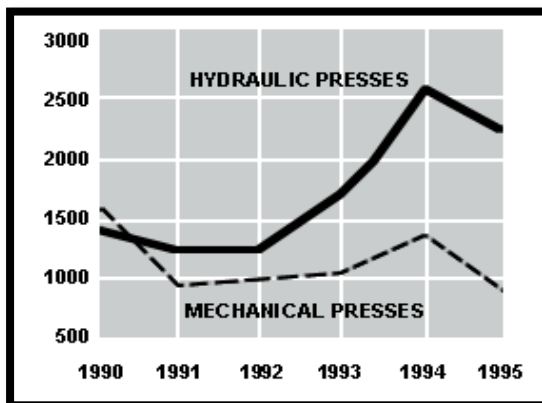
Según [12], una **prensa hidráulica** es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores.

Una definición tan sencilla como la anterior describe a una máquina que ha alcanzado una gran difusión en el campo de la producción de innumerables géneros a nivel industrial, proporcionando una gran productividad, y en virtud de la misma, bajos costos de fabricación.

“Durante los últimos 30 años, ha habido un crecimiento en el uso de prensas hidráulicas. Desde el año 1991 los envíos de las prensas hidráulicas han



superado a las prensas mecánicas, y hoy en día son las preferidas en la manufactura mundial”[13].



**Figura 1. Nivel de utilización de las prensas hidráulicas respecto a las mecánicas.**

**Fuente:** <http://www.fluidica.com/PrensasHidraulicas.htm>.

También el uso de controles PLC (Control Lógico Programable) y otros controles electrónicos ha mejorado la velocidad y la flexibilidad de estas prensas en el proceso de manufactura, con la integración de estas con interfaces con la computación y monitoreo.

En la Industria de Materiales de Construcción se ha hecho gran aplicación de las prensas hidráulicas con vistas a lograr una gran masividad en la producción de diferentes renglones y en especial en los procesos tecnológicos de fabricación de las baldosas de granito, mosaicos, azulejos, etc., para los cuales se han desarrollado máquinas de este tipo con una gran especialización y altos niveles de automatización, convirtiéndola en una actividad altamente rentable.

En general las prensas para baldosas de granito tienen una estructura muy semejante, sólo diferenciándose por las características técnicas de la máquina,



así como por su capacidad instalada. Para lograr un buen acabado superficial en el semiproducto en la baldosa de granito, tanto Longinotti como OCEM utilizan en el remarco una placa de goma, por lo que se supone que esto sea una práctica habitual entre las diferentes firmas. Sin embargo, en [14] se desarrolla una patente en la cual se plantea que durante la etapa de compresión y compactación del procedimiento para la obtención de las baldosas, una placa de metal se coloca en la superficie inferior de esta (remarco). La estructura de esta placa es el resultado del procedimiento de un elemento laminar, obtenido mediante estampación, que presenta una estructura irregular con cavidades y salientes, diseñada para acomodar la mezcla de aglomerado, la cual, durante la etapa de polimerización y de endurecimiento, se une a la placa, formando de ese modo la base de la baldosa.

### 1.3.1.- Partes Principales.

Las prensas para baldosas de granito están conformadas básicamente por las siguientes partes:

- Chasis.
- Puente.
- Mesa rotatoria.
- Mecanismo de Cruz de Malta.

Cada una de estas partes está formada por subconjuntos que completan la estructura general de la prensa, la cual consta, además, de diferentes accesorios que la hacen funcional. Un listado de estos nos brinda [15], y que tiene carácter general, independientemente de la firma constructora:

- Control de movimientos por medio de límites electromecánicos.
- Retorno por tonelaje (presión).
- Control de ciclo continuo automático.
- Temporizador ajustable en carrera.
- Platinas movibles y con el cabezal rotatorio.



- Cojín hidráulico o neumático.
- Cilindros expulsores.
- Cortinas electrónicas de luz u otros aparatos.
- Control con pantalla táctil.
- Sistemas hidráulicos proporcionales, para el control preciso, constante, y con repetición.

#### 1.4.- Remarco.

En las prensas utilizadas en las líneas tecnológicas de fabricación de baldosas de granito, se le llama **remarco** (o marco) a la pieza que se monta en el cuadro a fin de determinar una base de instalación del fondo de goma para la conformación del producto, el cual es diferente según la firma y las características del proceso, caracterizándose en algunos casos por un diseño previsto para conformar cuatro unidades simultáneamente, o sólo dos.

En las prensas OCEM el remarco cuenta con dos vaciados para la placa de goma, y esta va insertada estrictamente en el mismo, por lo que las bases de apoyo auxiliares son las superficies laterales interiores de los mismos.

En las prensas Longinotti el remarco cuenta con cuatro vaciados, a los cuales se les ha fresado un asiento para el apoyo de la platina con el fondo de goma, por lo que se dispone de mucha más holgura en su fabricación y es mucho menos exigente su montaje.

El remarco, para todas las variantes tecnológicas de fabricación de baldosas, forma un subconjunto colocado sobre la mesa rotatoria que incluye además al fondo de goma (platina), la placa porta-fondo y la placa base [16].

##### 1.4.1.- Asignación de servicio.

Sin importar las dimensiones del remarco, el número de vaciados o las características del ensamble, su función es soportar la platina con el fondo de



goma y ubicarlas en posición centrada respecto a la herramienta de trabajo (tapones), garantizando el paralelismo de los planos de la goma y del tapón que conformarán respectivamente las caras superior e inferior de la baldosa. A su vez, eliminará los seis grados de libertad de la platina, de modo que no se produzca ningún desajuste que pueda alterar de tal forma el proceso, que la producción resulte totalmente deteriorada, y por tanto inservible, con su correspondiente afectación productiva y económica.

#### 1.4.2.- Requisitos Tecnológicos.

A fin de garantizar que el remarco cumpla con su asignación de servicios, este se debe fabricar con tolerancias dimensionales, de forma y posición y rugosidades suficientemente ajustadas en sus superficies de trabajo, o sea en las que conforman el vaciado para el montaje de la platina con el fondo de goma. Esto es precisamente lo que permite la posición centrada y correctamente alineada de este último, de modo que el producto resulte con las dimensiones prefijadas en su correspondiente plano. O sea, se deben establecer los parámetros que garanticen la precisión de las superficies ejecutoras y su relación con las bases de montaje. Los indicadores de la precisión de las piezas se seleccionan a partir de la Norma Cubana correspondiente (NC 16-30/80). Estos son básicamente[17]:

- Precisión de las medidas lineales, ya sea de distancia entre superficies de la pieza, o de dimensión vinculada a la forma geométrica de una superficie.
- Precisión de las posiciones relativas, dentro de las que se encuentran: paralelismo, perpendicularidad, coaxialidad, pulsación, simetría, inclinación e intersección de ejes.
- Precisión de las formas geométricas de las superficies, dentro de las que se encuentran: circularidad, cilíndricidad, rectitud, planicidad y perfil de sección longitudinal.
- Precisión del acabado, contemplándose el estado de la capa superficial y la rugosidad de la misma.



Dado que los vaciados son las superficies ejecutoras, se requieren tolerancias dimensionales entre las caras que no superen las máximas correspondientes establecidas en el plano de la baldosa. También debe fijarse tolerancias estrechas en las distancias entre los tornillos de montaje, así como entre estos y la posición de los vaciados.

Se requiere perpendicularidad entre las caras consecutivas del vaciado y paralelismo entre las opuestas, para garantizar la forma cuadrada del producto. También se exige planicidad en la superficie de cierre de la platina (escalón), así como perpendicularidad de esta con las caras del vaciado.

#### **1.5.-Métodos de fabricación del remarco. Equipamiento Tecnológico.**

Para la fabricación del remarco, dadas las características del semiproducto (plancha de acero de 8-10 mm), se pueden utilizar diversas tecnologías, tal y como se emplea en la industria mecánica para obtener las piezas que conforman los diferentes productos y partes de la maquinaria en general. Los cinco tipos de procesos de manufactura fundamentales tienen aplicación, de forma directa o indirecta, en la obtención de este componente de la mesa de la prensa: fundición, conformación, maquinado, soldadura y tratamiento térmico.



### **1.5.1.- Fundición.**

“La fundición es una industria fundamental para la construcción de máquinas y exige una amplia cultura profesional en el que se dedica a ella, pues requiere conocimientos técnicos tan diversos como son el dibujo industrial la mecánica de los cuerpos sólidos y fluidos, la óptica, la termología, la electrotecnia, la química etc., mucha experiencia en los recursos prácticos a los que, a menudo, hay que recurrir, así como capacidad especial para idear y aprovechar tales recursos[18].

Para esto se utilizan hornos de diversos tipos, que realizan la fusión del metal y lo vierten en moldes con las dimensiones del semiproducto, dejando los sobre espesores necesarios para la ejecución de las superficies de precisión. Dado el poco grosor de la plancha que se debe obtener, se exige que el proyecto de la tecnología para este proceso establezca requisitos bastante estrictos, ya que las superficies libres requieren cierto nivel de exactitud que no se logra fácilmente en la colada tradicional en moldes de arena.

Según[19], el hierrofundido obtiene su forma definitiva por colada, permitiendo la fabricación, con relativa facilidad, de piezas de grandes dimensiones y pequeñas complicadas. Son más baratas que los aceros y de fabricación más sencilla por emplearse instalaciones menos costosas y realizarse la fusión a temperaturas más bajas (además son fáciles de mecanizar). Actualmente, se fabrican fundiciones con excelentes propiedades mecánicas, haciéndole la competencia a los aceros tradicionales.

El equipamiento tecnológico básico puede ser: hornos eléctricos, de inducción, máquinas de inyección, etc., y los moldes pueden ser de arena, coquillas, cáscara, etc.

La coquilla es un molde metálico que se rellena de masa fundida bajo la acción de las fuerzas de gravedad. A diferencia del molde de arena, o la cáscara durante la colada a la cera perdida, que sirven una sola vez, la coquilla puede utilizarse varias veces. Corrientemente consta de dos mitades y tiene un desmontaje vertical u horizontal.



El mejor material para fabricar coquilla es la fundición gris, que satisface las principales exigencias del molde metálico: estabilidad suficiente a la fatiga por termoesfuerzos, alta termorresistencia y buena resistencia a la deformación. Más raramente las coquillas se fabrican de acero y metales no ferrosos [20].

Antes de decidir la conveniencia de fundir una pieza bajo presión (inyección) en vez de en coquilla por gravedad, es necesario efectuar un cuidadoso cálculo económico que tenga en cuenta, aparte el menor costo de las sucesivas mecanizaciones de las piezas fundidas, el costo de las matrices, de la producción, de las series de piezas a fabricar y la duración de la matriz, pues sólo cuando la serie a fundir sea de cierta importancia, el menor costo de la producción puede compensar el más elevado de la matriz [21].

### 1.5.2.- Conformación.

Para esto se utilizan prensas de diversos tipos, que utilizando una herramienta de corte (troquel), realizan el vaciado del remarco, e incluso se puede cortar el semiproducto de la plancha bruta.

Las aplicaciones de piezas estampadas son a veces limitadas, debido a que es elevado el costo de amortización de las matrices, repartido sobre un número pequeño de piezas. Sin embargo, puede economizarse bastante si hacen falta tan sólo 500-1000 piezas. Cuando se quiere incorporar masa a las piezas para efectos de equilibrio o dar espesores suficientes para agujeros roscados, se utilizan otros métodos, como por ejemplo, la fundición en coquilla. A menudo pueden vencerse las limitaciones utilizando elementos torneados especiales insertados o piezas estampadas auxiliares, que se sujetan a la pieza principal mediante soldadura autógena, soldadura amarilla, expandido o remachado [22].

Soldando los componentes de chapa estampados, se fabrican piezas responsables y complicadas de las máquinas; por ejemplo, bancadas estampadas y soldadas de prensas y máquinas herramientas, carrocerías compuestas





estampadas y soldadas de automóviles, piezas de aparatos químicos y de barcos de río y de mar. Las piezas estampadas resultan más resistentes, ligeras y baratas que las fundidas [23].

“Las prensas de estampación óleo-hidráulicas se pueden regular para velocidades entre 0.002 y 0.02 mm/s para esfuerzos de prensado de hasta 2000 t. Son posibles profundidades de estampación de más de 20 mm. Si debido a la deformación en frío resultase un endurecimiento excesivo de la pieza, ésta debe ser recocida a unos 600°C y sin estar en contacto con el aire, después de lo cual puede continuar el estampado en el segundo escalón[24].

El equipamiento tecnológico básico comúnmente utilizado es: prensas hidráulicas y mecánicas de diversos tipos. La herramienta de corte utilizada se diseña y construye según las características dimensionales de la pieza.

### 1.5.3.- Maquinado.

Para esto se utilizan máquinas herramientas para procesos con arranque de virutas de diversos tipos. En el caso del **remarco**, dadas las características de esta pieza, son de mayor utilidad las taladradoras, las fresadoras y los recortadores.

La acción de las herramientas de corte deforma la capa de metal que se corta por compresión. Al igual que la tensión, el proceso de compresión está acompañado por la deformación elástica y plástica.

La deformación plástica durante el corte de los metales, consiste en el desplazamiento de ciertas capas del metal respecto a otras, a lo largo de los llamados planos de deslizamiento, los cuales coinciden en mayor parte, con la dirección de los esfuerzos cortantes máximos. Estos desplazamientos ocurren lo mismo entre partículas de fibra cristalina (en un monocristal) que entre las propias fibras (en un policristal) [25].





Los movimientos son caracterizados no sólo por sus parámetros de espacio y tiempo, sino también por las funciones específicas en el movimiento del sistema. En las máquinas herramientas, como en cualquier otra máquina industrial, cada movimiento sirve para cumplir algunas funciones determinadas en la producción. Tales movimientos se denominan movimientos operativos. La trayectoria que se describe puede ser simplemente circular o en línea recta, pero generalmente suele ser de configuración más compleja, digamos, una hélice, la involuta de un círculo, una espiral en el espacio, etc. En estos últimos casos, una rotación o un movimiento rectilíneo simples resulta insuficiente para mover los componentes de la máquina a lo largo de una curva compleja dada. Varios movimientos de rotación o rectilíneos pueden requerirse para producir el desplazamiento a lo largo de la trayectoria especificada. Ninguno de estos movimientos de rotación o rectilíneo tomados separadamente pueden garantizar una solución para el problema de la producción, para el cual los movimientos operativos son denominados movimientos elementales. Su trayectoria es obtenida más frecuentemente por medio de una pareja de elementos que se desplazan de forma rotatoria o rectilínea [26].

“En el barrenado se requiere tener en cuenta ciertas consideraciones especialmente cuando la profundidad de los agujeros es mayor que dos veces el diámetro. Agujeros de diámetros pequeños de 1/32" a 1" de diámetro se recomienda barrenas de aceros de alta velocidad de giro. Para mejorar la salida de la viruta del taladro, se requiere de una entrada y salida frecuente de la barrena. Una espiral suave con una hélice baja permitirá una mejor salida de la viruta. Para agujeros para diámetros grandes de 1" en adelante es recomendada una espiral baja con hélice suave o de lo contrario una broca afilada a  $118^{\circ}$  con un ángulo en la punta de  $90^{\circ}$  a  $150^{\circ}$  de tolerancia de los labios. La inclinación de los labios deberá ser rectificada, desbastada hasta fuera, y el alma de la barrena afilada [27].

En los últimos tiempos, para los maquinados definitivos de orificios, en particular, profundos (cilindros hidráulicos, casquillos largos y piezas semejantes a ellos) se



emplea el laminado con cabezales laminadores de rodillos. En la producción en grandes series y en masa, este método es de alto rendimiento de maquinado definitivo de la superficie de los orificios, que permite tener elevada precisión de las dimensiones y la forma de aquellos, alta calidad de la superficie, extremadamente pequeña rugosidad, ya que todas las irregularidades de la capa superficial se deforma y la superficie se hace lisa, con muy pequeños huecos, con la particularidad de que la superficie portadora alcanza hasta el 95% de toda la superficie del orificio; se obtiene una superficie más dura y con mayor resistencia al desgaste, que ofrece buen deslizamiento por la pieza conjugada[28].

Los métodos de fabricación que involucran al maquinado han alcanzado un gran desarrollo en la actualidad. En [29], se refieren al maquinado electroquímico, utilizado principalmente en la industria aeroespacial, para la producción en masa de álabes de turbinas y partes de motor de reacción y toberas, y señala como principales ventajas las de no causar daños térmicos en la pieza, no producir desgaste de herramienta, y puede producir formas complicadas con cavidades profundas en materiales duros.

Garantizar la precisión prefijada de la pieza es el requerimiento principal que ha de satisfacer el proceso tecnológico. Por precisión del maquinado se entiende el grado con que la pieza fabricada corresponde a los requisitos del plano y de las especificaciones. La precisión de una pieza es la suma de precisiones con que se ejecutan las dimensiones, la forma, la precisión relativa entre las superficies de la pieza, y la rugosidad de dichas superficies. Por precisión de la forma de una superficie se entiende el grado en que sus dimensiones en las secciones axial y transversal corresponden a la forma geométrica [30].

Durante el maquinado de piezas limitadas por planos, es preciso ejecutar en los límites dados los parámetros siguientes: la planicidad, la precisión de las dimensiones y de la disposición, la clase de acabado de la superficie, la calidad de la capa superficial, etc. Para escalones y ranuras, las exigencias tecnológicas



fundamentales consisten en asegurar la exactitud de las dimensiones en ancho y profundidad, la disposición simétrica de la ranura (o de los escalones), etc.[31].

Para la elaboración en máquinas herramientas, muchas veces se hace necesario el uso de dispositivos especiales que permiten lograr la pieza con la calidad exigida para el cumplimiento de su asignación de servicio. La precisión de las dimensiones de la pieza no se garantizan de forma automática por la máquina herramienta; se requieren métodos especiales, así como determinadas condiciones que permitan obtener la exactitud deseada: uso de dispositivos, buen ajuste de la máquina, etc. La precisión dimensional depende de la posición relativa entre la herramienta de corte y la superficie elaborada [32].

Para el centrado de las piezas con superficies de centrado planas no elaboradas, como por ejemplo, las piezas fundidas y forjadas, se utilizan apoyos o topes de cabeza esférica o ranurada. En este caso no tiene mucha importancia lograr el paralelismo con el plano de la mesa, toda vez que la superficie no elaborada de la pieza tampoco es un plano exacto [33].

El equipamiento tecnológico básico lo constituyen fundamentalmente las máquinas fresadoras, los recortadores o acepilladoras y las taladradoras en general.

En el cepillado, a causa de la sujeción del semiproducto, se origina entre la pieza y los apoyos un fuerte rozamiento que impide el deslizamiento de la misma al obrar sobre ella la fuerza de corte. La magnitud del rozamiento crece con la aspereza o rugosidad de las superficies de sujeción y con la presión ejercida por las mordazas. Esta última no puede, sin embargo, ser extraordinariamente grande, pues podría darse el caso de que se deformaran las piezas cuando son delgadas. La superficie de sujeción tiene que ser suficientemente grande, pues si es demasiado pequeña la presión por unidad de superficie podría resultar excesivamente grande y quedar como consecuencia de ella, señaladas en las piezas las marcas de los sitios oprimidos. Las virutas y demás cuerpos extraídos



interpuestos hacen que la fijación no sea buena y por esta razón deben limpiarse las superficies correspondientes antes de proceder a la sujeción[34].

En condiciones determinadas el fresado puede ser uniforme, para lo cual el área de la sección transversal de corte es constante en el transcurso del tiempo de maquinado. En este caso disminuyen las oscilaciones de las fuerzas y los momentos, lo que contribuye al prolongamiento del período del servicio de la herramienta y del equipo, al mejoramiento de la rugosidad de la superficie y al aumento de la productividad.

El fresado uniforme se puede obtener solamente cuando se trabaja con una fresa de dientes helicoidales. En este caso se debe cumplir una condición determinada para el fresado uniforme, lo cual se expresa así; el ancho del fresado debe ser proporcional al paso axial de la fresa [35].

Es decir:

$$B = K \frac{H}{Z}$$

Donde:

B= Ancho de fresado.

H= Paso de la hélice del filo.

Z= Número de dientes de la fresa.

$\frac{H}{Z}$  =El paso axial de los dientes de la fresa.

K= Constante de proporcionalidad (K≈2-3).

Como  $H = \pi \times D \times \text{Cotg } \omega$

$$K = \frac{\beta Z}{\pi D \text{Cotg } \omega}$$



Donde:

$D$  = Diámetro de la fresa.

$\omega$  = Ángulo de la hélice de la fresa.

#### 1.5.4.- Soldadura.

Este proceso suele utilizarse más bien como un recurso auxiliar, para unir partes de piezas construidas de forma independiente. Se emplean los métodos de soldadura eléctrica o autógena fundamentalmente, y este último en su variante de oxicorte.

También mediante soldadura (por arco eléctrico u oxiacetilénica) se pueden lograr características superficiales especiales de resistencia al desgaste, al choque, etc., mediante procedimientos de recargue.

La dureza del depósito varía con la disolución del metal de base, pues está influenciada por la naturaleza de este y por el número de capas del depósito. En el procedimiento oxiacetilénico, la influencia de la disolución es despreciable, pues la aportación de recargue se hace, sobre todo, por cohesión, y muy poco por penetración. Para asegurar una buena dureza, es necesario realizar, por lo menos, dos capas de recargue. El procedimiento por arco eléctrico se realiza con electrodos revestidos, cuya alma está constituida normalmente por la aleación de recargue. La naturaleza del revestimiento varía con la composición del alma pero, en general, se utiliza un revestimiento básico que favorece el mantenimiento de los elementos útiles del mismo en el metal depositado[36].

El ciclo térmico característico del proceso de oxicorte se caracteriza por una velocidad de calentamiento y enfriamiento mayor que 2-3 veces la que caracteriza al proceso de soldadura por arco eléctrico. Por tal motivo en los bordes de corte ocurren transformaciones estructurales complejas que modifican las propiedades mecánicas.

La extensión de la zona en que ocurren estas transformaciones depende en lo fundamental de la composición química del acero que se corta, el espesor del mismo y la velocidad de corte. En la tabla siguiente se muestran algunos resultados empíricos de evaluaciones realizadas sobre dichas zonas [37].

**Tabla 1. Extensión de zona de influencia térmica para algunos aceros durante el oxicrote.**

Espesor (mm)	Velocidad de corte (mm/min)	Consumo de gases (m <sup>3</sup> /h)		Extensión de la zona (mm)	
		Oxígeno	Acetileno	Acero bajo contenido de carbono (%)	Acero mediano contenido de carbono (%)
25	250	4,5	0,6	0,4 – 0,7	0,8 – 1,5
50	170	7,5	0,75	1,0 – 1,5	1,5 – 2,5
100	125	12	1,0	1,5 – 2,0	2,0 – 3,0
250	100	21	1,2	2,0 – 3,0	3,0 – 5,0

**Fuente:** C. Dr. José Burgos Sola. *Tecnología de soldadura*, Editorial Pueblo y educación, la Habana, 1987.

Los procesos de soldadura por arco manual con electrodos revestidos pueden ser efectuados bajo corriente tanto continua como alterna. En corriente continua el arco es más estable y fácil de encender y las salpicaduras son poco frecuentes; en cambio, el método es poco eficaz con soldaduras de piezas gruesas.

La corriente alterna posibilita el uso de electrodos de mayor diámetro, con lo que el rendimiento a mayor escala también aumenta. En cualquier caso, las intensidades de corriente oscilan entre 10 y 500 amperios [38].

Todos los defectos, externos e internos, que aparecen en las uniones soldadas, se producen a causa de lo siguiente: elevado o poco amperaje, superficie de los



electrodos oxidados o desigual excentricidad del revestimiento del electrodo, incorrecta manipulación del operario, excesivo mantenimiento de un amperaje alto, aplicado a la junta o viceversa, en la soldadura por contacto, así como el excesivo calentamiento en zonas determinadas en el metal por concentración de la llama oxiacetilénica [39].

La soldadura de arco, tungsteno y gas (GTAW) puede ser usada en casi todos los metales soldables, aunque es aplicada más a menudo a metales de acero inoxidable y livianos. Con frecuencia es usada cuando son extremadamente importantes las soldaduras de calidad, por ejemplo en bicicletas, aviones y aplicaciones navales. Un proceso relacionado, la soldadura de arco de plasma, también usa un electrodo de tungsteno pero utiliza un gas de plasma para hacer el arco. Debido a su corriente estable, el método puede ser usado en una gama más amplia de materiales gruesos que el proceso GTAW, y además, es mucho más rápido. Una variación del proceso es el corte por plasma, un eficiente proceso de corte de acero[40].

El equipamiento tecnológico básico es: transformadores, generadores, rectificadores y equipos autógenos oxiacetilénicos.

#### **1.5.5.- Tratamiento Térmico.**

Este proceso suele utilizarse de forma auxiliar con los otros métodos de fabricación, y su objetivo es mejorar las propiedades mecánicas de la pieza, total o parcialmente. En el caso del remarco, como tal, no tiene aplicación, pero sí en la fabricación de los dispositivos especiales para el maquinado del mismo.

Cuando un técnico proyecta una estructura metálica, diseña una herramienta o una máquina, define las calidades y prestaciones que tienen que tener los materiales constituyentes. Como hay muchos tipos de aceros diferentes y además, se pueden variar sus prestaciones con tratamientos térmicos, se establecen una serie de ensayos mecánicos para verificar principalmente la dureza superficial, la



resistencia a los diferentes esfuerzos a que pueda estar sometido, el grado de acabado del mecanizado o la presencia de grietas internas en el material [41].

Con el tratamiento térmico adecuado se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil. Para conocer a qué temperatura debe elevarse el metal para que se reciba un tratamiento térmico, es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el de hierro - carbono. Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias, tanto al desgaste como a la tensión. El tiempo y la temperatura son los factores principales y hay que fijarlos de antemano, de acuerdo con la composición del acero, la forma y el tamaño de las piezas y las características que se desean obtener [42].

Se puede realizar el temple volumétrico o el superficial, de forma total o parcial, según el objetivo que se persiga, y para ello suelen utilizarse básicamente hornos de diferentes tipos, y sopletes para el tratamiento a la llama.

Lo complicado de la cuestión sobre la influencia de los gases del horno en el acero consiste no sólo en la abundancia de las reacciones que ocurren en las fases gaseosas, si no en las distintas influencias que ejercen los gases en el acero.

El nitrógeno es un gas inerte, que no reacciona con la superficie del acero, pero en presencia del cromo contenido en el acero, puede ocurrir la interacción, con la formación del ferrocromo nitroso; el hidrógeno es un gas descarburizador. El oxígeno, el agua y el gas carbónico son los gases oxidantes. El óxido carbónico,  $C_n H_{2n}$  y  $C_n H_{2n+2}$  son los gases cementantes. Sin embargo, a los regímenes dados de las temperaturas, se pueden crear las condiciones en las cuales las reacciones de oxidación y descarburización no ocurran [43].





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”

*Trabajo de Diploma*

La esencia de los tratamientos de temple superficial consiste en que las capas exteriores de la pieza se calientan rápidamente por encima de los puntos críticos, debido a que se produce la distribución desigual de la temperatura en el cuerpo del elemento.

En el temple con calentamiento por llama de gas, la superficie de la pieza se calienta por la llama oxiacetilénica, que tiene alta temperatura (2400-3150°C). Gracias al suministro de gran cantidad de calor, la misma alcanza rápidamente la temperatura del temple, en tanto que el núcleo central no tiene tiempo para calentarse. El sucesivo enfriamiento rápido garantiza el endurecimiento de la capa superficial[44].



## **CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1.- Introducción.**

Actualmente es innumerable la cantidad de firmas productoras de maquinaria para la industria de materiales de la construcción que se dedican a la fabricación de equipamiento tecnológico con vistas a conformar las líneas de producción de baldosas, y tan extensa como esta es la variedad de prensas que la integran, las cuales, estructuralmente, suelen ser bastante semejantes, solo habiendo diferencias de tipo dimensional entre sus piezas constitutivas.

En muchas ocasiones, dado la falta de piezas de repuesto y la imposibilidad de adquirirlas por no contarse con el recurso necesario, suele asumirse la tarea de producir los componentes críticos deteriorados, lo cual conduce a la consideración de la tecnología de maquinado adecuada que garantice los parámetros de precisión, permitiendo así el cumplimiento de los requisitos que exigen las correspondientes asignaciones de servicio.

Suele ocurrir también que, debido a que muchas veces no se cuenta con los equipos de fabricación más adecuados, así como el material original utilizado por el fabricante, se hace necesaria la ejecución de variaciones en el diseño, las especificaciones y tolerancias, así como la adaptación a las condiciones realmente disponibles, de la tecnología de fabricación.

### **2.2.-Remarco: Definición de las dimensiones, tolerancias de forma y posición, tolerancias dimensionales, rugosidad superficial.**

Dado que el remarco no tiene bases de montaje para las cuales se exijan tolerancias dimensionales apretadas, sino que lo que determina la exactitud en su posición respecto al conjunto en el cual va ensamblado son los agujeros para los tornillos de fijación, las líneas de eje que pasan por el centro de una secuencia de agujeros se tomarán como referencia para el ensamble, y a su vez, también para el vaciado donde se montarán los fondos de goma.



Por esto, las distancias entre centros de los agujeros y las superficies de trabajo referidas a la línea de ejes que los contiene, deben tener requisitos de forma, de posición y dimensionales (ver **anexo 1**).

Para seleccionar los valores de la exactitud dimensional de las diferentes cotas que definen las medidas del remarco, se utilizarán las Tolerancias ISA[45]. Cuando se aplican las series con fines constructivos o de producción en general, se recomienda utilizar, para una fabricación mecánica esmerada, estas tolerancias en el rango de IT-8 a IT-9. No obstante esta "fabricación esmerada" tiene un carácter relativo, ya que, en los agujeros de los tornillos hay holguras suficientes para que la pieza pueda ser centrada y ajustada en su posición. Por todo esto se determina utilizar la serie de tolerancias IT-9 para las medidas de precisión y la IT-12 para las dimensiones libres (holguras no especificadas).

**La precisión de las posiciones relativas** (NC 16-68/82) se establece de las superficies de basificación secundarias y ejecutoras con respecto a las principales. En el caso de que la pieza tenga superficies de basificación principal de diferente importancia (lo cual se determina por la cantidad de grados de libertad que elimina cada una), entonces la relación se establece de las de menor importancia con respecto a las más importantes.

**La precisión de las formas geométricas** (NC 16-68/82) no se establece en superficies conjugadas que tengan ajuste con aprieto, quedando sólo para las que tienen ajustes móviles e indeterminados. La rectitud se establece en superficies planas, largas y estrechas, y la planicidad para largas y anchas. Cuando dos superficies se unen mediante ajuste con apriete, sus requisitos de forma geométrica serán libres.

**La rugosidad superficial** (NC 16-60/81) puede establecerse en Ra o Rz, siendo el primero el más empleado en la industria moderna.



Entre estos indicadores de la precisión de las piezas se plantean las siguientes relaciones en la NC 16-30/80:

**Para precisión normal:**

La tolerancia de posición relativa será:  $T_p = 0,6 T_m$

La tolerancia de forma geométrica será:  $T_f = 0,3 T_m$

Donde:

$T_m$ : tolerancia de medida lineal.

$T_p$ : tolerancia de posición relativa.

$T_f$ : tolerancia de forma geométrica.

Según se establece en la norma NC 16-30/80, siendo la tolerancia general IT-n, tendríamos que, para precisión normal en superficies planas, la tolerancia de medida lineal para el cálculo de la tolerancia de posición relativa se toma IT- n, mientras que para el cálculo de la tolerancia de forma geométrica se toma IT- (n-1).

Cuando se van a establecer los requisitos de precisión de una pieza, se puede comenzar empleando ajustes recomendados: los que aparecen en las normas cubanas, o del resultado de la aplicación de las cadenas de medidas.

En función de lo planteado anteriormente, se darán las siguientes tolerancias de forma geométrica a las superficies del remarco, teniendo en cuenta que la tolerancia de medida lineal es IT-9: falta de rectitud en el escalón que se forma entre el cuadrado 345x345 y el de 355x355. Como habíamos indicado anteriormente, se toma IT-8 que corresponde, para la dimensión 355 mm, una tolerancia  $\Delta = 0,089$  mm. Aplicando la norma:

$T_f = 0,3 T_m = 0,3 \times 0,089 = 0,0267 \approx 0,03$  mm (ver **anexo 1**).

Se darán las siguientes tolerancias de posición relativa entre las superficies de trabajo en base a IT-9, según se indica anteriormente:



- Falta de simetría longitudinal de las líneas de agujeros exteriores respecto a la línea de agujeros central: para una medida de 376 mm respecto al centro:

$$\Delta = 0,14 \text{ mm, por tanto:}$$

$$T_p = 0,6 \quad T_m = 0,6 \times 0,14 = 0,08 \text{ mm} \approx 0,08 \text{ mm (ver anexo 1).}$$

- Falta de simetría transversal de las líneas de agujeros respecto al eje de simetría de los vaciados: para una medida de 380 mm,  $\Delta = 0,14 \text{ mm}$ , por tanto:

$$T_p = 0,6 \quad T_m = 0,6 \times 0,14 = 0,084 \text{ mm} \approx 0,08 \text{ mm (ver anexo 1).}$$

Se darán las siguientes rugosidades superficiales a las diferentes superficies de trabajo en base a IT-9 y teniendo en cuenta el tipo de proceso tecnológico (taladrado y fresado) [44], el valor correspondiente será de  $6,3 \mu$ , excepto para las caras planas de la plancha, que no serán elaboradas.

Todas las dimensiones, tolerancias y rugosidades superficiales exigidas a la pieza para el cumplimiento de su asignación de servicio se representan en el plano correspondiente que aparece en el **anexo 1**.

### 2.3.-Selección de la tecnología para el maquinado.

La tecnología que seleccionaremos estará en consonancia con el equipamiento de que dispone la empresa, con vista a eliminar o al menos reducir al mínimo cualquier necesidad de cooperación, lo cual suele retrasar, y en el peor de los casos, obstruir totalmente la fabricación de la pieza.

#### 2.3.1.- Selección del semiproducto

Dadas las características del remarco y por la relación entre las superficies de trabajo y montaje, se selecciona como semiproducto un segmento de plancha de acero AISI-1045 (GOST-45), laminado en caliente, con dimensiones  $786 \times 420 \times 10$ , el cual se obtiene por corte oxiacetilénico a partir de planchas de  $3000 \times 1500 \times 10$ .



Esta selección no está fundamentada por ningún cálculo de resistencia, rigidez u otra condición especial, ya que el remarco no exige ninguna de ellas en condiciones límites, pues no se las imponen los requisitos de montaje u operación. Sin embargo, este tipo de acero tiene buenas características para absorber efectos de entalladuras y resistencia al aplastamiento, básicamente en las esquinas de los vaciados y los agujeros para los tornillos, lo cual suele aparecer al cabo de algún tiempo de trabajo. Estas son las razones fundamentales por las que se escoge este material.

### **2.3.2.- Itinerario tecnológico.**

En función del equipamiento tecnológico disponible en el taller central de la Empresa de Materiales de Construcción # 7 se desarrollará el siguiente itinerario (ver **anexo 9A**), con los procesos necesarios para fabricar el remarco:

- I.- Corte del semiproducto.
- II.- Preparación de bordes.
- III.- Taladrado de agujeros.
- IV.- Fresado de los vaciados.
- V.- Avellanado de los agujeros.

### **2.3.3.-Dispositivos por operación, construcción (plano), tecnología de fabricación.**

Para la operación de corte se desarrollará una plantilla que permitirá obtener un semiproducto uniforme y con la mayor exactitud posible, teniendo en cuenta que el nivel de precisión en este caso no es muy alto.

Para la operación de taladrado de los agujeros se desarrollará un dispositivo que permitirá situar estos con una precisión en correspondencia con las exigencias del plano.



Para las operaciones del fresado de los vaciados y de los escalones se desarrollará un dispositivo que permitirá efectuar el maquinado final de la pieza con el nivel de precisión requerido en el plano.

### **2.3.3.1.- Plantilla para el corte.**

Para el corte oxiacetilénico del semiproducto se utilizará la plantilla que se muestra en el **anexo 2**. Las dimensiones están estimadas considerando la holgura que se requiere para la boquilla, con lo que se obtendrán las medidas exteriores nominales de la pieza.

Para fabricar la plantilla, se corta por dentro a la medida especificada mediante el oxicorte, pero por fuera, que es por donde se determina la dimensión nominal del remarco, se corta con un sobre espesor lateral de 10 mm y después se fresan hasta la dimensión especificada en el plano correspondiente, de modo que no presente irregularidades que puedan provocar errores durante el proceso de obtención del semiproducto.

### **2.3.3.2.- Dispositivo para el taladrado.**

El semiproducto irá a la operación de taladrado justamente después del corte, por lo que sólo tendrá las dimensiones exteriores. Ahora se hace necesario basificarlo, para desarrollar el dispositivo para el taladrado de los 12 agujeros situados a lo largo de 2 líneas longitudinales, y 9 agujeros situados sobre 3 líneas transversales, que servirán posteriormente como bases principales para el maquinado de los vaciados, con lo que se cumple el principio de seleccionar como bases tecnológicas principales las de montaje, que a su vez fueron tomadas como bases de acotado.

La basificación planteada para el dispositivo de taladrado es la que se muestra en el **anexo 3**. Se pretende que el contacto de la superficie principal de centrado con el respectivo elemento del dispositivo determine la situación requerida de la pieza a elaborar, de acuerdo con la dirección de mayor importancia para la operación a



ejecutar, en vista de los requisitos de simetría entre las líneas de agujeros laterales respecto a la central en sentido longitudinal y respecto al vaciado en sentido transversal.

El contacto de las bases auxiliares de centrado con los respectivos elementos del dispositivo determina la situación correcta de las superficies a elaborar en otras direcciones, como es la tolerancia dimensional en ambos sentidos respecto al plano de simetría longitudinal y a la línea de agujeros centrales.

En los **anexos 4A, 4B y 4C** se muestra el plano de ensamble del dispositivo para el taladrado, donde se indican las piezas que lo conforman en su posición relativa, de modo que, al realizar esta operación, las superficies elaboradas queden situadas en el lugar correspondiente y con la tolerancia especificada.

#### **2.3.3.3.- Placa de apoyo.**

En esta pieza del dispositivo de taladrado es donde se coloca el remarco para la operación correspondiente (ver **anexos 5A y 5B**). En este caso se han seguido las recomendaciones que aparecen en [\[33\]](#) para superficies de centrado planas maquinadas y se han adoptado para las bases del semiproducto cortado, o sea, para la base principal se ha tomado la superficie plana horizontal de la placa, a la cual se le han hecho rebajes, tanto para la salida de la broca como para evitar supercentrado de la pieza. Para las bases auxiliares también se han tomado las superficies planas de los resaltes en la línea lateral longitudinal y transversal, considerando la misma circunstancia, pero haciendo un rebaje en el pie para eliminar igualmente el supercentrado.

El hecho de que se hayan tomado recomendaciones para bases maquinadas en superficies no elaboradas está dado por varias razones:





- a.- Se trata de un elemento de construcción que no exige gran precisión durante el servicio, ya que el elemento que debe posicionar es de goma, y por tanto, deformable en la posible medida del error.
- b.- Las bases tomadas para el centrado en esta operación sólo tienen carácter provisional, ya que, una vez que se taladren los agujeros de fijación, conformarán la línea imaginaria que corresponderá con la base principal y las auxiliares.
- c.- La precisión en la posición del remarco respecto a los tapones de prensado la garantizan las tolerancias dimensionales, de forma y posición, que quedan determinadas una vez que se realiza la operación de taladrado.
- d.- Los errores de altura que pudiera presentar la base principal no maquinada, debido al error de laminado en el espesor de la plancha no influye de ninguna manera en la precisión de las líneas de agujeros.
- e.- Los errores posicionales provocados por las bases auxiliares no elaboradas no influyen en la precisión de las líneas de agujeros, ya que esto está determinado por la posición de los bujes-guías en la placa superior del dispositivo.
- f.- Las superficies laterales no maquinadas del remarco quedan libres al ensamblarse este en la prensa, por lo que no determinan ningún error de posición respecto a la posición relativa de la pieza y los tapones.
- g.- Resulta más barata la fabricación del dispositivo sobre la base de estas consideraciones y a la vez se alcanzan las tolerancias establecidas.

#### **2.3.3.4.- Placa superior.**

Esta pieza del dispositivo cumple como función ejercer las fuerzas de fijación para mantener el remarco en la posición prefijada en la placa de apoyo, y además se encarga de guiar la herramienta (broca) de manera que todos los agujeros que servirán como base de montaje queden situados según las tolerancias dimensionales, de forma y posición (ver **anexos 6A, 6B y 6C**). Tiene 21 agujeros  $\Phi 14$  H8 en los cuales se colocarán prensados igual cantidad de casquillos-guías, situados en la misma posición de los agujeros de fijación del remarco, con dimensión interior  $\Phi 8,7$  F7, que guiarán la broca  $\Phi 8,5$  (ver **anexo 6D**). Además, tiene situados convenientemente 8 agujeros  $\Phi 14$  H8 para prensar 8 casquillos-



guías, con ajuste exterior  $\Phi 14$  n7, que permitirán elaborar los correspondientes agujeros  $\Phi 8$  F7, que coinciden con los vértices de los vaciados, definiendo el radio de acuerdo de los lados respectivamente perpendiculares (ver **anexo 6E**). Esto se hace con el objetivo de guiar la herramienta en el proceso de fresado, evitándose así la necesidad de construirle una placa guía.

### 2.3.3.5.- Elementos accesorios

Como elementos de interconexión entre la placa de apoyo y la placa superior del dispositivo de taladrado, se utilizan dos bisagras que están formadas respectivamente por una columna (ver **anexo 7A**), y dos tornillos de fijación (ver **anexo 7B**). Como elemento de cierre se utiliza una placa giratoria (ver **anexo 7C**), fijada con un tornillo, en la placa superior, en el cual pivotea, para cerrar con otro tornillo situado en la placa de apoyo.

### 2.3.3.6.- Dispositivo para el fresado.

El dispositivo para el fresado se ha conformado de manera que el semiproducto, una vez taladrado, se coloque en este con los avellanados hacia abajo, y se fije mediante 7 tornillos M8, quedando de esta forma dispuesto para fresar los vaciados (ver **anexo 8**).

Este dispositivo debe ser centrado en la mesa de la fresadora, de modo que la desviación de la línea de eje que pasa por los 3 tornillos centrales no sobrepase 0,02 mm entre los tornillos de extremo. Una vez realizado esto, se sitúa la fresa de espiga  $\Phi 8$  en posición en uno de los agujeros pre-taladrados correspondientemente en los vértices de los vaciados y se realiza el corte en línea recta entre cada pareja, de modo que finalmente quede elaborado el agujero cuadrado, y así sucesivamente.

Para elaborar los escalones, sólo se penetra con la fresa a 5 mm desde el borde interior e igual distancia desde la superficie superior del semiproducto y se realiza el proceso de la misma forma descrita anteriormente.



### 2.3.4.-Tecnología de fabricación del remarco.

La tecnología de fabricación del remarco se desarrollará a partir del itinerario seleccionado anteriormente, los cuales se reflejarán en las correspondientes cartas tecnológicas que se muestran en los **anexos 9A** hasta **9F**. Los regímenes de trabajo se obtienen a partir de la **tabla 1** (para el oxicorte) y de las tablas de los **anexos 12 y 13** (para el fresado y taladrado).

Se usan estos valores y no los obtenidos por cálculos debido a que estas aprovechan al límite la potencia del motor, sin embargo, las máquinas con que se cuenta en la ECM # 7, tienen más de 30 años y sus cadenas cinemáticas ya presentan mucho desgaste, por tanto, sus resistencias están muy disminuidas. Los valores de las tablas, aunque están algo por encima de los regímenes realmente utilizados en la práctica, son aceptables. Esto permite que el presente trabajo se pueda aplicar inmediatamente en la empresa referida.

### Operación I.- Corte del semiproducto (ver **anexo 9B**).

**A.-** Colocar plantilla. Retirar pieza.

$TA = 1,7 \text{ min} \Rightarrow$  Este tiempo se toma del **anexo 10** por analogía y se usa un coeficiente de corrección  $K = 2,0$  debido a que al cortar el semiproducto, tiene que separar la plantilla y luego recogerlo y situarlo en un lugar predeterminado en un radio de 2 metros, el que además, tiene los bordes calientes (aunque el soldador usa guantes).

$$TA = K (TA_{20} + TA_{21})$$

$$TA = 2,0 (0,50 + 0,35) = 1,7 \text{ min.}$$

$$TA = 1,7 \text{ min.}$$



### 1.- Cortar semiproducto.

Como la plantilla siempre se coloca de modo que dos de sus bordes coinciden con las correspondientes en la plancha, solo se cortarán los dos interiores. La velocidad de corte se toma de la **tabla 1** que aparece en la pagina 23.

$V = 250 \text{ mm/min} = 0,25 \text{ m/min}$ .

$$T_p = \frac{\text{largo} + \text{ancho}}{V}$$

$$T_p = \frac{0,786 + 0,420}{0,25} = 4,8 \text{ min}$$

$T_p = 4,8 \text{ min}$ .

- Los tiempos auxiliares correspondientes se toman por analogía de la tabla de tiempos auxiliares normativos (**anexo 10**).

$$TA = TA5 + TA6 + TA10$$

$$TA = 0,10 + 0,15 + 0,25 = 0,50 \text{ min}$$

$$TA = 0,50 \text{ min}$$

**NOTA:** Por TA5 se considera precalentar y apretar la palanca de oxígeno.

### Cálculo de los tiempos normativos de la operación.

$$T_o = T_p + TA$$

$$T_p = 4,8 \text{ min}$$

$$TA = 2,2 \text{ min}$$

$$T_o = 4,8 \text{ min} + 2,2 \text{ min}$$

$$T_o = 7,0 \text{ min}$$



- El tiempo unitario:

$$T_u = T_o \left( 1 + \frac{\% T_{sto} + \% T_{dnp}}{100} \right)$$

Las normativas se toman por analogía del **anexo 11** y sobre la base de la experiencia de especialistas en el campo de la ingeniería industrial:

$$\% T_{sto} = 4,2\%$$

$$\% T_{dnp} = 0,8 \%$$

$$T_{pc} = 12,0 \text{ min}$$

- Por tanto:

$$T_u = 7,0 \left( 1 + \frac{4,2 + 0,8}{100} \right) = 7,4 \text{ min}$$

$$T_u = 7,4 \text{ min.}$$

- Tiempo calculado por pieza.

$$T_c = T_u + \frac{T_{pc}}{n}$$

Esta serie la desarrollamos para un lote  $n = 30$  piezas.

$$T_c = 7,4 + \frac{12}{30} = 7,8 \text{ min}$$

$$T_c = 7,8 \text{ min.}$$



- Norma de rendimiento.

$$nr = \frac{JL}{Tc}$$

$$nr = \frac{480 \text{ min}}{7,8 \text{ min}} = 61 \text{ piezas/jornadas}$$

$$nr = 61 \text{ piezas/jornadas}$$

- Cantidad de salario

Este será el salario que recibirá por cada pieza (ver **anexo 15**)

$$Sp = Te \cdot Tc$$

Donde:

Sp: salario por pieza

Tc: tarifa escala salarial (\$/min)

$$Sp = (1,34/60) \times 7,8 = \$ 0,17/\text{pieza}$$

$$Sp = \$ 0,17/\text{pieza}$$

## Operación II.- Preparación de bordes(ver **anexo 9C**).

**A.-** Colocar pieza en apoyo. Retirar pieza

Se toma del **anexo 10**, por analogía:

$$TA = TA17 + TA21$$

$$TA = 0,25 + 0,35 = 0,6 \text{ min.}$$

$$TA = 0,6 \text{ min.}$$



Transición 1.-

$$Tp = \frac{L}{V}$$

$V \cong 0,25$  m/min (por analogía con el oxicorte)

- Longitud del borde es:

$$L = 2 \text{ (largo + ancho)}$$

$$L = 2 (786 + 420) = 2412 \text{ mm.}$$

$$L = 2,412 \text{ m.}$$

- Por tanto:

$$Tp = \frac{2,412 \text{ m}}{0,25 \text{ m/min}} = 9,6 \text{ min}$$

$$Tp = 9,6 \text{ min.}$$

- Tiempo auxiliar:

En este caso se aproxima la pieza y se retira en cada uno de los bordes (o sea 4 veces), y se gira la pieza 3 veces. Se toma de la tabla de tiempos normativos, en el **anexo 10**, por analogía:

$$TA = 4 (TA6 + TA10) + 3 (TA17)$$

$$TA = 4 (0,15 + 0,25) + 3 (0,25)$$

$$TA \cong 2,4 \text{ min.}$$



- Cálculo de los tiempos normativos de la operación.

$$T_o = T_p + T_A$$

$$T_p = 9,6 \text{ min}$$

$$T_A = 3,0 \text{ min}$$

$$T_o = 9,6 \text{ min} + 3,0 \text{ min}$$

$$T_o = 12,6 \text{ min/pieza.}$$

- El tiempo unitario:

$$T_u = T_o \left( 1 + \frac{\% T_{sto} + \% T_{dnp}}{100} \right)$$

Se toma del **anexo 11**, por analogía y sobre la base de la experiencia de los especialistas de la ingeniería industrial:

$$\% T_{sto} = 2,7\%$$

$$\% T_{dnp} = 1,3\%$$

$$T_{pc} = 4,0 \text{ min.}$$

- Por tanto:

$$T_u = 12,6 \left( 1 + \frac{2,7 + 1,3}{100} \right) = 13,1 \text{ min}$$

$$T_u = 13,1 \text{ min.}$$

- Tiempo calculado por pieza:

$$T_c = T_u + \frac{T_{pc}}{n}$$

$$T_c = 13,1 + \frac{4,0}{30} = 13,2 \text{ min}$$

$$T_c = 13,2 \text{ min.}$$





- Norma de rendimiento.

$$nr = \frac{JL}{Tc}$$

$$nr = \frac{480}{13,2} = 36 \text{ piezas/jornda}$$

$$nr = 36 \text{ piezas/ jornada}$$

- Cantidad de salario (ver **anexo 15**)

$$Sp = Te \cdot Tc$$

$$Sp = (1,23/60) \times 13,2 = \$ 0,27/\text{pieza}$$

$$Sp = \$ 0,27/\text{pieza}$$

### Operación III.- Taladrado de agujeros(ver **anexo 9D**).

**A.-** Montar en dispositivo. Desmontar.

Del **anexo 10**:

$$TA = TA17 + TA21$$

$$TA = 0,25 + 0,35$$

$$TA = 0,6 \text{ min.}$$

Transición 1.- Taladrar 21 agujeros  $\varnothing$  8,5 pasantes. De la tabla del **anexo 13** tenemos:

$$v = 25\text{m/min.}$$

$$s = 0,2\text{min/rev.}$$



$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 8,5} = 937 \text{ r.p.m}$$

$$n = 937 \text{ r.p.m.}$$

- Tenemos el valor del escalón de  $n$  inferior más próximo:

$$n = 800 \text{ r.p.m.}$$

- Recalculamos la velocidad de corte.

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 800}{1000} = 21,35 \text{ m/min}$$

$$V = 21 \text{ m/min.}$$

- Cálculo de los tiempos.

$$T_p = \frac{L + l_1 + l_2}{n \cdot s}$$

Donde:

$l_1$  = Entrada

$l_2$  = Salida

$$l_1 = l_2 = \frac{d}{2} \text{ ctg } \frac{\phi}{2}$$

$$l_1 = l_2 = \frac{8,5}{2} \text{ ctg } \frac{118^\circ}{2}$$

$$l_1 = l_2 = 4,25 \cdot \text{ctg } 59^\circ = 3,2 \text{ mm}$$



Por tanto:

$$T_p = \frac{10 + 3,2 + 3,2}{800 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ min}$$

$$T_p = 0,1 \text{ min.}$$

$$\text{Como son 21 agujeros} \quad \Rightarrow T_p = 21 \cdot 0,1 = 2,1 \text{ min.}$$

- Los tiempos auxiliares relacionados con la transición (**anexo 10**), son:

$$TA = TA5 + TA6 + TA7 + TA8 + TA9 + TA10 + TA12$$

$$TA = 0,10 + 0,15 + 0,25 + 0,10 + 0,10 + 0,25 + 0,10$$

$$TA = 1,05 \text{ min.}$$

- Como son 21 agujeros.

$$TA = 21 \cdot 1,05 = 22,0 \text{ min.}$$

$$TA = 22,0 \text{ min.}$$

- Transición 2.- Taladrar 8 agujeros  $\varnothing 8$  pasantes. Del **anexo 13**, se toma:

$$V = 25 \text{ m/min}$$

$$s = 0,2 \text{ min/rev}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 8} = 995 \text{ r. p. m}$$

$$n = 995 \text{ r.p.m.}$$

- Tomamos el valor de  $\underline{n}$  inferior más próximo:

$$n = 950 \text{ r.p.m.}$$

- Recalculamos la velocidad de corte.

$$V = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 950}{1000} = 23,9$$

$$V = 24 \text{ m/min.}$$

- Cálculo de los tiempos:

$$T_p = \frac{L + l_1 + l_2}{n \cdot s}$$

$$l_1 = l_2 = \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \frac{\phi}{2}$$

$$l_1 = l_2 = 4 \operatorname{ctg} 59^\circ = 3,0 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$T_p = \frac{10,0 + 3,0 + 3,0}{950 \cdot 0,2} = 0,0842 \text{ min}$$

$$T_p = 0,0842 \text{ min.}$$

- Como son 8 agujeros:

$$T_p = 0,0842 \cdot 8 \approx 0,6736$$

$$T_p = 0,7 \text{ min.}$$

- Los tiempos auxiliares relacionados con la transición son los mismos que en la anterior:

$$T_A = 1,05 \text{ min.}$$

Y por los 8 agujeros, será:



$$TA = 8 \cdot 1,05 = 8,4 \text{ min.}$$

$$TA = 8,4 \text{ min.}$$

- Cálculo de los tiempos normativos de la operación:

$$Tp = 2,8 \text{ min.}$$

$$TA = 31,0 \text{ min.}$$

$$To = 33,8 \text{ min.}$$

- El tiempo unitario:

$$Tu = To \left( 1 + \frac{\% Tsto + \% Tdnp}{100} \right)$$

De la tabla de normativas, en el **anexo 11**, tenemos que para la taladradora:

$$Tsto = 2,1\%$$

$$Tdnp = 1,5\%$$

$$Tpc = 5,0 \text{ min.}$$

- Por tanto:

$$Tu = 33,8 \left( 1 + \frac{2,1 + 1,5}{100} \right) = 35,0 \text{ min}$$

$$Tu = 35,0 \text{ min.}$$

- Tiempo calculado por pieza:

$$Tc = Tu + \frac{Tpc}{n}$$

$$Tc = 35,0 + \frac{5,0}{30} = 35,2 \text{ min.}$$

$$Tc = 35,2 \text{ min.}$$



- Norma de rendimiento:

$$nr = \frac{JL}{Tc}$$

$$nr = \frac{480 \text{ min/jl}}{35,2 \text{ min/pieza}} = 13 \text{ piezas/jornada}$$

nr = 13 piezas/jornada.

- Cantidad de salario (ver **anexo 15**):

$$Sp = Te \cdot Tc = \left(\frac{1,34}{60}\right) \cdot 35,2 = \$ 0,79/\text{pieza}$$

Sp = \$ 0,79/pieza.

#### Operación IV.- Fresado de vaciados (ver **anexo 9E**).

##### A.- Instalar semiproducto en dispositivo. Desinstalar.

Esto incluye situar la pieza en el dispositivo y fijarla con 7 tornillos. Se toma en el **anexo 10** el TA20 para considerar la fijación y el TA21 para el desmontaje, uno por cada tornillo.

$$TA = 7 (TA20 + TA21)$$

$$TA = 7 (0,50 + 0,35)$$

$$TA = 6,0 \text{ min.}$$

Transición 1.- Fresar vaciado de 345 x 345 utilizando como guía los agujeros y los vértices.

-De la tabla del **anexo 12** se toma:

$$V = 16 \text{ m/min.}$$

$$s = 40 \text{ mm/min.}$$



$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 8} = 637 \text{ r.p.m (del husillo)}$$

$$n = 637 \text{ r.p.m (del husillo)}$$

$$\text{Tomamos: } n = 600 \text{ r.p.m}$$

- Recalculamos la velocidad de corte:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 600}{1000} = 15,0 \text{ m/min}$$

$$V = 15,0 \text{ m/min.}$$

- Cálculo de los tiempos.

$$T_p = \frac{L + l_1 + l_2}{s}$$

$l_1 = l_2 = 0$  (pues el semiproducto ya tiene hechas la entradas y salidas).

$$T_p = \frac{345}{40} = 8,6 \text{ min.}$$

- Como se dan 2 pasadas por cara, cada vaciado tiene 4 caras y son dos vaciados, el número de pasadas es 16, por tanto, el tiempo sumario será:

$$T_p = 16 \cdot 8,6 = 137,6 \text{ min.}$$



- Los tiempos auxiliares relacionados con la transición (ver **anexo 10**), son:

Una sola vez en la transición: TA5, TA6, TA7, TA11, TA12.

Una vez por pasada: TA8, TA9.

Por tanto:

$$TA = TA5 + TA6 + TA7 + TA11 + TA12 + 16 (TA8 + TA9)$$

$$TA = 0,10 + 0,15 + 0,25 + 0,20 + 0,10 + 16 (0,10 + 0,10)$$

$$TA = 0,80 + 3,2$$

$$TA = 4,0 \text{ min.}$$

Transición 2.- Fresar escalones de 355 x 355 x 5 atacando por el vértice del vaciado a 5 mm de ancho en todo el borde. Desbaste.

Se toma el mismo régimen de corte que para la transición anterior, esto es:

$$n = 600 \text{ r.p.m}$$

$$V = 15,0 \text{ m/min}$$

$$s = 40 \text{ mm/min.}$$

- Cálculo de los tiempos:

$$T_p = \frac{L}{s} \cdot i$$

$$T_p = \frac{355}{40} \cdot 8 = 71,0 \text{ min.}$$

- Los tiempos auxiliares relacionados en la transición, son semejantes al anterior:

$$TA = TA5 + TA6 + TA7 + TA11 + TA12 + 8 (TA8 + TA9) =$$

$$TA = 0,10 + 0,15 + 0,25 + 0,20 + 0,10 + 8 (0,10 + 0,10) =$$

$$TA = 0,80 + 1,6$$

$$TA = 2,4 \text{ min.}$$



Transición 3.- Fresar escalones en régimen de acabado.

- De la tabla del **anexo 12**, se toma:

$$V = 22 \text{ m/min}$$

$$s = 80 \text{ mm/min}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 8} = 875 \text{ r.p.m}$$

$$n = 875 \text{ r.p.m}$$

Se toma:

$$n = 800 \text{ r.p.m}$$

- Recalculando la velocidad de corte:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 800}{1000} = 20,0 \text{ m/min}$$

$$V = 20,0 \text{ m/min.}$$

- Cálculo de los tiempos:

$$T_p = \frac{L}{s} \cdot i$$

$$T_p = \frac{355}{80} \cdot 8 = 35,5 \text{ min.}$$

- Los tiempos auxiliares relacionados con la transición son los mismos que en la transición anterior:

$$T_A = 2,4 \text{ min.}$$



- Cálculo de los tiempos normativos de la operación.

$$T_p = 244,1 \text{ min.}$$

$$T_A = 14,8 \text{ min.}$$

$$T_o = 258,9 \text{ min.}$$

- El tiempo unitario:

$$T_u = T_o \left( 1 + \frac{\% T_{sto} + \% T_{dnp}}{100} \right)$$

- De la tabla de normativas, en el **anexo 11**, tenemos que para la fresadora:

$$T_{sto} = 4,0\%$$

$$T_{dnp} = 0,7\%$$

$$T_{pc} = 18,0 \text{ min.}$$

- Por tanto:

$$T_u = 258,9 \left( 1 + \frac{4,0 + 0,7}{100} \right) = 271,1 \text{ min}$$

$$T_u = 271,1 \text{ min.}$$

- Tiempo calculado por pieza:

$$T_c = T_u + \frac{T_{pc}}{n}$$

$$T_c = 271,1 + \frac{18,0}{30}$$

$$T_c = 271,1 + 0,6 = 271,7 \text{ min}$$

$$T_c = 271,7 \text{ min.}$$



- Norma de rendimiento

$$nr = \frac{JL}{Tc}$$

$$nr = \frac{480}{271,7} = 1,76 \text{ pieza/jornada}$$

$$nr = 1,76 \text{ pieza/jornada.}$$

- Cantidad de salario (según **anexo 15**):

$$Sp = Te \cdot Tc$$

$$Sp = \left(\frac{1,36}{60}\right) \cdot 271,7 = \$ 6,16/\text{pieza}$$

$$Sp = \$ 6,16/\text{pieza}$$

### Operación V.- Avellanado de Agujeros (ver anexo 9F).

**A.-** Instalar en dispositivo fijado con tornillos por los agujeros 1,4 y 5. Desinstalar  
De la tabla del **anexo 10** se toma:

$$TA = TA_{17} + TA_{21}$$

$$TA = 0,25 + 0,35$$

$$TA = 0,6 \text{ min}$$

Transición 1.- Avellanar 18 agujeros a 5mm de profundidad por 90°.

De la tabla del **anexo 13**, se toma:

$$V = 25 \text{ m/min}$$

$$s = 0,2 \text{ mm/rev.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 20} = 398 \text{ r.p.m}$$



- Se toma:

$$n = 350 \text{ r.p.m.}$$

- Recalculando la velocidad de corte:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 350}{1000} = 21,98 \text{ m/min}$$

$$V = 22 \text{ m/min.}$$

- Cálculo de los tiempos.

$$T_p = \frac{L + l_1 + l_2}{n \cdot s} \cdot i$$

- Como es un retaladrado,  $l_1 = l_2 = 0$

$$T_p = \frac{L + l_1 + l_2}{n \cdot s} \cdot i$$

$$T_p = \frac{5}{350 \cdot 0,2} \cdot 18 = 1,28 \text{ min}$$

$$T_p = 1,3 \text{ min.}$$

- Los tiempos auxiliares relacionados con la transición (**anexo 10**), son:

$$TA = TA5 + TA6 + TA7 + TA8 + TA9 + TA10 + TA12 =$$

$$TA = 0,10 + 0,15 + 0,25 + 0,10 + 0,10 + 0,25 + 0,10$$

$$TA = 1,05 \text{ min.}$$



- Como son 18 agujeros

$$TA = 18 \cdot 1,05 = 18,9 \text{ min.}$$

B.- Fijar pieza en dispositivo con tornillos por los agujeros 2, 3 y 6 (ver **anexo 9F**).  
Desinstalar.

$$TA = TA_{17} + TA_{21}$$

$$TA = 0,25 + 0,35$$

$$TA = 0,6 \text{ min.}$$

Transición 2.- Avellanar 3 agujeros a 5mm de profundidad por 90°.

Se toma:

$$V = 25 \text{ m/min.}$$

$$s = 0,20 \text{ mm/rev.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 20} = 398 \text{ r.p.m}$$

Se toma:

$$n = 350 \text{ r.p.m.}$$

- Recalculando la velocidad de corte:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 350}{1000} = 21,98 \text{ m/min}$$

$$V = 22 \text{ m/min.}$$



- Cálculo de los tiempos.

$$T_p = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i$$

$$T_p = \frac{5}{350 \cdot 0,2} \cdot 3 = 0,2 \text{ min.}$$

- Los tiempos auxiliares relacionados con la transición (**anexo 10**), son:

$$TA = TA5 + TA6 + TA7 + TA8 + TA9 + TA10 + TA12 =$$

$$TA = 0,10 + 0,15 + 0,25 + 0,10 + 0,10 + 0,25 + 0,10$$

$$TA = 1,05 \text{ min.}$$

- Como son 3 agujeros

$$TA = 3 \cdot 1,05 = 3,15 \text{ min.}$$

$$TA = 3,2 \text{ min.}$$

- Cálculo de los tiempos normativos de la operación.

$$T_p = 1,5 \text{ min.}$$

$$TA = 23,3 \text{ min.}$$

$$T_o = 24,8 \text{ min.}$$

- El tiempo unitario.

$$T_u = T_o \left( 1 + \frac{\% T_{sto} + \% T_{dnp}}{100} \right)$$



- De la tabla de normativas, en el **anexo 11**, tenemos para la taladradora.

$$T_{sto} = 2,1\%$$

$$T_{dnp} = 1,5\%$$

$$T_{pc} = 5,0 \text{ min.}$$

- Por tanto:

$$T_u = 24,8 \left( 1 + \frac{21,1 + 1,5}{100} \right) = 25,6 \text{ min}$$

- Tiempo calculado por pieza:

$$T_c = T_u + \frac{T_{pc}}{n}$$

$$T_c = 25,6 + \frac{5,0}{30} = 25,766 \text{ min}$$

$$T_c = 25,8 \text{ min.}$$

- Norma de rendimiento:

$$nr = \frac{JL}{T_c}$$

$$nr = \frac{480 \text{ min/jl}}{25,8 \text{ min/pieza}} = 18,6 \text{ pieza/jl}$$

$$nr = 18,6 \text{ pieza/jl.}$$

- Cantidad de salario (**anexo 15**):

$$S_p = T_e \cdot T_c$$

$$S_p = \left( \frac{1,34}{60} \right) \cdot 25,8 = \$ 0,58/\text{pieza}$$

$$S_p = \$ 0,58/\text{pieza.}$$



## **CAPITULO III. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

### **3.1.- Introducción.**

Una vez que se ha desarrollado toda una metodología de cálculo y se han seleccionado los procedimientos que se consideran más adecuados para llevar a cabo un determinado proceso tecnológico, se espera que el resultado de todo este trabajo esté en consonancia con los objetivos planteados de inicio. Este camino seguido está basado en las recomendaciones que aparecen en la literatura especializada y en la propia experiencia del tecnólogo. Sin embargo, en ocasiones, por razones circunstanciales, surge la apariencia de que no es verdaderamente satisfactoria la solución, refrendado por la comparación entre los precios, los cuales no siempre son realmente comparables.

### **3.2.-Factibilidad de implantación de la tecnología desarrollada.**

Desde un principio se determinó que era necesario establecer las relaciones necesarias con la Empresa de Materiales de Construcción #7 y la Fábrica de Baldosas, a fin de que el presente trabajo estuviera de acuerdo con los intereses que los mismos perseguían en relación con el tema, de modo que la tecnología de fabricación del remarco respondiera a las aspiraciones de todos aquellos involucrados en el problema.

En virtud de lo anterior, la meta trazada ha estado basada en la intención de desarrollar los procesos tecnológicos correspondientes que conducirían a la solución del problema que representaba la falta del remarco como pieza de repuesto para la prensa de baldosas, de manera que se puedan fabricar en el propio taller de la Empresa, con las máquinas allí disponibles y los posibles recursos que se puedan garantizar, teniendo en cuenta el grado de desgaste del equipamiento, así como el herramental utilizado normalmente.





Los dispositivos desarrollados tienen la intención de facilitar la fabricación de diferentes lotes de piezas, de manera sencilla y rápida, garantizando la repetitividad de las diferentes dimensiones del remarco. Pueden ser fabricados en el taller de la Empresa con el equipamiento disponible, a un bajo costo, y pueden tener una gran durabilidad, ya que no están sometidos a solicitaciones que puedan ser consideradas importantes como para que produzcan deformaciones en las diferentes partes de los mismos.

Por todo lo referido anteriormente es que se considera absolutamente factible la aplicación de la tecnología desarrollada para la fabricación del remarco, particularmente en el taller de la Empresa de Materiales de Construcción #7 y en general en cualquier otro que disponga de un equipamiento semejante.

### **3.3.-Resultados que se esperan del trabajo desarrollado.**

Comoquiera que el remarco de la prensa de baldosas no se fabrica actualmente en ningún taller situado en cualquiera de las provincias del país, ya el hecho de poderlo elaborar en al menos un taller de Pinar del Río, amplía el horizonte de posibilidades de dar respuesta a la falta de piezas de reposición para la industria de materiales de construcción.

Con la implantación y ejecución de la tecnología desarrollada en este trabajo se espera que la Empresa de Materiales de Construcción #7 pueda dar respuesta a sus necesidades en cuanto al remarco para la prensa de baldosas, fabricar los repuestos necesarios para las reparaciones y contingencias que se produzcan en el proceso productivo, comercializar este renglón en caso de que haya suficiente demanda en el país, y si esto no fuera posible, puede entonces asesorar técnicamente a otras empresas ubicadas en otras provincias, facilitándoles la tecnología y adiestrando al personal técnico y obreros encargados de esta tarea, para posibilitar que ellos mismos puedan fabricarlos según sus necesidades.



### **3.4.-Valoración del impacto económico y medioambiental.**

Generalmente se desarrolla un proyecto con la intención de lograr un efecto económico favorable que justifique los gastos en que se incurre para su implantación y a la vez, aporte alguna ganancia que haga viable la propuesta. En la actualidad, sin embargo, este enfoque se ha ampliado significativamente, ya que en determinadas circunstancias la solución del problema como tal tiene más peso que el efecto económico en sí. También últimamente suele ser determinante el impacto medioambiental, de tal forma que puede invalidar cualquier propuesta, aún siendo económicamente justificable, si produce un efecto negativo sobre el entorno.

#### **3.4.1.- Valoración Económica.**

Para llevar a cabo la tecnología propuesta se hace necesario fabricar los dispositivos en condiciones de mecánica de banco y ajuste herramentista, lo cual es un trabajo relativamente laborioso, por lo que el costo por este concepto se basará en un estimado de los tiempos correspondientes, sobre la base de la experiencia de especialistas de este ramo. Los demás costos quedan establecidos por los tiempos y las tarifas reflejadas en las cartas tecnológicas.

Los componentes del costo los clasificaremos según las siguientes denominaciones de los gastos correspondientes:

- Gastos de fabricación.
- Gastos de dispositivos.
- Gastos de materiales.
- Gastos de energía.
- Gastos de seguridad social.
- Gastos de vacaciones.

**TABLA N° 2.- Gastos de Fabricación.**

Operación	Tiempo calculado (min)	Cantidad de salario por pieza (\$)
Corte	7,8	0,17
Preparación de bordes	13,2	0,27
Taladrado	35,2	0,79
Fresado	271,7	6,16
Avellanado	25,8	0,58
<b>TOTAL</b>	<b>353,7</b>	<b>7,97</b>

Fuente: Elaborado por los autores.

**TABLA N° 3.- Costo estimado de los dispositivos.**

Conceptos	Plantilla (\$)	Taladrado (\$)	Fresado (\$)	Total (\$)
Materiales	9,10	44,45	15,75	69,30
Gases	5,00	13,97	6,99	25,96
Electricidad	0,10	4,47	3,64	8,21
Fabricación	2,05	50,70	31,38	84,13
Vacaciones	0,19	4,61	2,85	7,65
Seg. Social	0,26	6,34	3,92	10,52
<b>TOTAL</b>	<b>16,70</b>	<b>124,54</b>	<b>64,53</b>	<b>205,77</b>

Fuente: Elaborado por los autores.

Las tarifas y precios utilizados para los cálculos reflejados en las tablas anteriores han sido tomados a partir de los valores utilizados en la Empresa para realizar sus estimados de costos, y son los que siguen:

- Precio del acero 45: \$ 0,35/kg.
- Tarifa de electricidad: \$ 0,13/kW-h.
- Tarifa Especialista Mecánico de Taller: \$ 0,031/min.
- Precio del oxígeno industrial: \$ 19,48/m<sup>3</sup>.



- Precio del acetileno industrial: \$ 3,37/m<sup>3</sup>.
- Vacaciones: 9,09% del salario.
- Seguridad Social: 12,5% del salario.

**TABLA N° 4.- Costos de fabricación del remarco.**

<b>Concepto</b>	<b>Gastos (\$)</b>
Materiales	9,07
Energía	4,77
Mano de obra	7,97
Seguridad social	1,00
Vacaciones	0,72
<b>TOTAL</b>	<b>23,53</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Para el cálculo del gasto de materiales se tomó el semiproducto al salir de la operación de corte, tomando el valor de la masa que aparece en la carta de operación correspondiente.

Para el cálculo de la energía se tomaron los tiempos de las transiciones, que son los que corresponden a los de funcionamiento de los motores correspondientes de las máquinas-herramientas utilizadas. El motor de la afiladora es de 1,5 kW, el del taladro radial es de 5,0 kW y el de la fresadora es de 7,5 kW.

#### **Evaluación de alternativa.**

En el caso del presente trabajo nos enfrentamos a dos alternativas:

- 1.- Comprar el remarco al fabricante de las prensas.
- 2.- Fabricar el remarco en la Empresa.

La primera alternativa tiene como inconveniente que exige disponer de un presupuesto en moneda libremente convertible y que para pequeñas cantidades, en la mayoría de las ocasiones, no se da respuesta a la solicitud, o en su defecto,



se fijan precios mucho más altos que los normales, de modo que se justifique los gastos que implican el pedido.

La segunda alternativa tiene como inconveniente que es necesario fabricar los dispositivos para poder llevar a cabo la fabricación de los remarcos, para lo cual hay que hacer una inversión inicial, así como preparar el herramental y accesorios que permitirán desarrollar el proceso tecnológico.

Sin embargo, la segunda alternativa tiene mucho más ventajas que desventajas, pues en realidad la inversión es prácticamente en moneda nacional, además de que todas las gestiones relacionadas con su puesta a punto, se realizan dentro del territorio nacional, y probablemente en la provincia o incluso en el municipio.

El costo de fabricación del remarco estará dado por un término constante, que corresponde con el valor de la inversión, y otro variable, relacionado con la fabricación. La expresión que define esta función es la siguiente:

$$C_f = I + k * n$$

Donde:

$C_f$  = costo de fabricación (\$).

$I$  = inversión (\$).

$k$  = costo por pieza (\$/pieza).

$n$  = número de piezas fabricadas con la tecnología propuesta.

Sustituyendo los valores conocidos:

$$C_f = 205,77 + 23,53 * n$$

El precio de un remarco adquirido en la firma productora de la prensa, según dato aportado por la Empresa, es de \$ 180,00 por lo que la expresión del costo de adquisición es la que sigue:

$$C_a = p * n$$

Donde:

$C_a$  = costo de adquisición (\$).

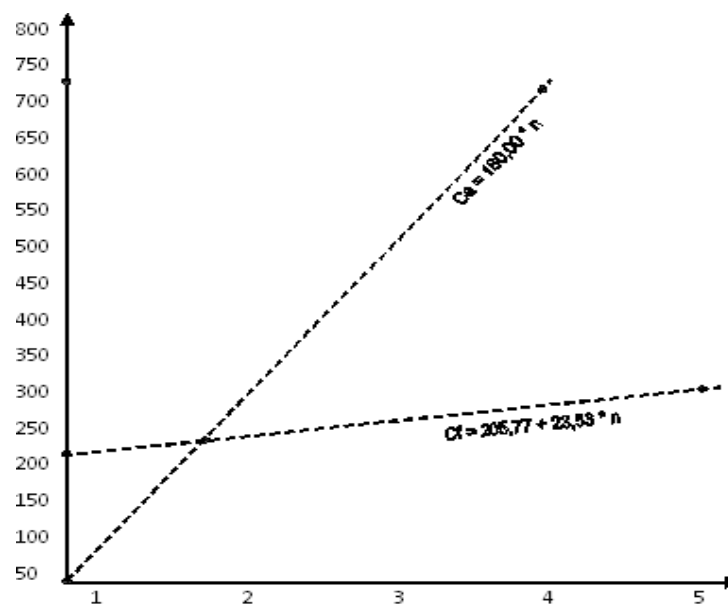
$p$  = precio del remarco (\$/pieza).

Sustituyendo los valores conocidos en la expresión:

$$C_a = 180,00 * n$$

Si representamos en un mismo gráfico las expresiones del costo para la variante de compra al productor de las prensas y la de fabricación en la Empresa, obtendremos un punto de isovalores que corresponde al lote para el cual es indiferente la forma en que se adquiera la pieza.

A continuación se muestra el gráfico con las curvas que representan las dos variantes confrontadas en este trabajo.



**Gráfico 2.- Comparación de alternativas.**

Fuente: Elaborado por los autores



Podemos ver en el gráfico que muestra la tendencia del costo en las dos alternativas, que hasta aproximadamente dos piezas, es preferible realizar la compra del remarco en la firma productora de las prensas de baldosas, mientras que, a partir de esta cantidad, resulta más efectiva la variante de fabricarla en la misma Empresa que las utiliza.

Es evidente que la tecnología de fabricación propuesta en este trabajo será siempre el mejor camino a elegir para dar respuesta a los problemas relacionados con el mantenimiento y reparación de la prensa, y básicamente en lo relacionado con el remarco. Lo mínimo que se necesita para este objetivo son 6 unidades que conforman un juego, y ya esta cantidad queda incluida en la variante planteada como la más económica. Para un lote de 30 piezas, tal como se concibió en el itinerario tecnológico, el costo por pieza que resulta es de \$ 30,39 lo que sólo representa aproximadamente un 17% de lo que cuesta su adquisición.

#### **3.4.2.- Impacto medioambiental.**

La actividad de fabricación de piezas con máquinas-herramientas no interactúa de forma directa con el medio ambiente si el proceso se desarrolla ateniéndose a las normas establecidas para la explotación del parque de equipos, y siempre que se preste atención a las operaciones que puedan provocar situaciones no previstas y ejercer algún efecto negativo en el entorno.

En el presente trabajo, el impacto negativo puede ser resultado del vertimiento al piso de aceite soluble o de corte ferroso, los que pueden escurrir y llegar a los vertederos, a partir de los cuales, por desbordamiento, pudieran extenderse sobre el suelo, contaminando el terreno y el manto freático, provocando esto un impacto de gran importancia, al cual debe prestarse atención de inmediato.

Para evitar esto debe darse mantenimiento periódico a las máquinas-herramientas, de modo que las rejillas de circulación de los fluidos de corte no se obstruyan con la viruta y se rebose la bandeja.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”

*Trabajo de Diploma*

También en los casos en que, producto del movimiento rotatorio de las herramientas de corte se proyecte fluido, deben colocarse pantallas, de modo que el mismo escurra y retorne a la bandeja del equipo.

En cuanto a la viruta producida durante el proceso de corte, debe recogerse y depositarse en un recipiente, donde pueda ser recogido y reciclado como materia prima, y nunca llevarse a un basurero o descargarse en algún terreno, contaminándolo.





## CONCLUSIONES

1. Existen actualmente grandes dificultades para mantener los niveles de producción de baldosas, debido a la constante falta de las piezas que conforman las diferentes máquinas pertenecientes a la línea tecnológica.
2. En la actualidad se da respuesta a las interrupciones en la línea mediante soluciones no convencionales, como son: recuperación de las piezas, sustitución de estas por otras con diferentes características, etc.
3. Para ejecutar la reparación convencional de la prensa, sustituyendo los remarcos deteriorados por otros nuevos, se depende actualmente de la firma productora.
4. Con el equipamiento tecnológico disponible en la Empresa y el personal que lo opera, se pueden fabricar todos los remarcos que necesitan para las reparaciones y mantenimientos, así como para disponer del repuesto necesario para imprevistos.
5. La tecnología que se desarrolla en este trabajo puede ser aplicada y ejecutada en la Empresa de forma práctica y útil, y ser administrada por el personal técnico de que dispone.
6. Mediante la aplicación de la tecnología que se desarrolla en este trabajo, se pueden lograr ahorros significativos en relación con la adquisición de los repuestos directamente del fabricante.



## RECOMENDACIONES

1. Debe realizarse una reparación de la línea tecnológica de baldosas, sustituyendo las piezas con deterioro o no convencionales.
2. Debe establecerse una disciplina tecnológica que permita garantizar la calidad de las reparaciones y mantenimientos en la línea de baldosas, a fin de garantizar la continuidad del proceso productivo.
3. Debe promoverse la actividad del personal técnico en la dirección que conduzca a la producción de las piezas en la propia Empresa, de modo que se pueda ir prescindiendo de la tutela del fabricante.
4. Evaluar el potencial tecnológico con que se cuenta en la Empresa, y determinar qué parte de él puede ser empleado específicamente para dar respuesta a la fabricación de las piezas para baldosas, y particularmente de aquellas que se adquieren en el extranjero.
5. Debe instruirse al personal técnico de la Empresa, y muy particularmente al de la Fábrica de Baldosas, de modo que adquieran todos los conocimientos relacionados con la tecnología de fabricación del remarco, tal como se desarrolla en el presente trabajo, de modo que puedan servir de soporte a su implantación.
6. Evaluar los ahorros que implica la implantación de la tecnología de fabricación del remarco, de modo que esto sirva como estímulo para seguir desarrollando la filosofía de sustitución de piezas importadas por otras producidas en la propia Empresa.



## BIBLIOGRAFÍA CITADA.

1.-Extraído el 10 de abril del 2011 desde:

<http://www.visitacasas.com/pisos/baldosas-de-granito-basicas-para-los-pisos-del-hogar/>.

2.- Extraído el 10 de abril del 2011 desde:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Granito>

3.- Extraído el 10 de abril del 2011 desde:

[http://www.productosdegranito.com/index.php?seccion=ficha\\_producto.php&id\\_producto=2](http://www.productosdegranito.com/index.php?seccion=ficha_producto.php&id_producto=2)

4.- Extraído el 15 de abril del 2011 desde:

<http://www.roca.com.co/biblioteca/fichas-tecnicas/77-baldosa-de-granito-para-interiores.html>

5.- Extraído el 15 de abril del 2011 desde:

<http://www.spaintiles.info/documentos/proceso.pdf>

6.- Extraído el 18 de abril del 2011 desde:

<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=041&fdname=NONMETALLIC+MINERAL+PRODUCTS&pagename=Planta+de+produccion+de+baldosas+de+ceramico>

7.- Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://www.patentesonline.com.ve/metodo-y-planta-para-fabricar-tejas-y-baldosas-ceramicas-y-tejas-y-baldosas-obtenidas-8579mx.htm>

8.- Extraído el 25 de abril del 2011 desde:

<http://www.spaintiles.info/esp/informacion/quees.asp>



9.- Extraído el 25 de abril del 2011 desde:

<http://www.lapipadelindio.com/bricolaje/materiales/metodos-de-fabricacion-de-la-ceramica>

10.- Extraído el 26 de abril del 2011 desde:

<http://patentados.com/invento/metodo-de-fabricacion-de-azulejos.html>

11.- Extraído el 30 de Abril del 2011 desde:

<http://campus.fortunecity.com/duquesne/623/home/prensa/prensa.htm>

12.- Extraído el 30 de abril del 2011 desde:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa\\_hidr%C3%A1ulica](http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica)

13.- Extraído el 30 de abril del 2011 desde:

<http://www.fluidica.com/PrensasHidraulicas.htm>

14.- Extraído el 3 de mayo del 2011 desde:

<http://patentados.com/patente/procedimiento-fabricacion-baldosas-o-paneles-reforzados-material/>

15.- Extraído el 3 de mayo del 2011 desde:

<http://www.fluidica.com/PrensasHidraulicas.htm>

16.- Catálogo Prensa OPA 650/300t).

17.- Posada Ortega Osvaldo: *Fundamentos de los Procesos Tecnológicos* .2004.

18.- Extraído el 5 de mayo del 2011 desde:

<http://www.monografias.com/trabajos7/fuco/fuco.shtml>



19.- Extraído el 5 de mayo del 2011 desde:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Fundici%C3%B3n\\_\(metalurgia\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Fundici%C3%B3n_(metalurgia))

20.- Kucher. A. *Tecnología de metales*, Editorial Mir, Moscú, 1987.

21.- Capello. Edoardo. *Tecnología de la Fundición*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1971.

22.- Rupert Le Grand: *Nuevo Manual del Taller Mecánico*, t-I, sección 15, Edición Revolucionaria, La Habana, 1966.

23.- S.A. Elenev, *Estampado en frío*, Editorial. Mir Moscú, 1981.

24.- Extraído el 7 de mayo del 2011 desde:

<http://html.rincondelvago.com/conformacion-sin-arranque-de-viruta.html>

25.- Eduardo Ferrer Domingues, Nelson Piloto Díaz.- *Teoría del corte de los Metales*, Editorial Pueblo y Educacion, Ciudad de la Habana, 1980

26.-H. Acherkan, *Machine Tool Design*, Vol 2, Mir Publishers, Moscow, 1973.

27.- Extraído el 8 de mayo del 2011 desde:

<http://www.monografias.com/trabajos21/engranajes-plasticos/engranajes-plasticos.shtml#procwesos>

28.- G.A. Alekseyev, V.A. Arshinov, R.M. Krichevskaya, *Diseño de herramientas*, Editorial, Vneshtorgizdat, Moscú, 1979.

29.- Extraído el 10 de mayo del 2011 desde:

<http://www.ib.cnea.gov.ar/~mater2/MATERIALESII/ProcAvan.pdf>



- 30.-V. Féschenko, R. Masmutov, *El Torneado*, Editorial. Mir Moscú, 1984.
- 31.-F. A. Barbashov. *Manual del Fresador*, Editorial MIR, Moscú, 1975.
- 32.-V. Danilevsky. *Laboratory work for courses in manufacturing engineering*.Mir Publishers, Moscow, s/a.
- 33.- Josef Przybylski. *Dispositivos Especiales para el Maquinado*, cap. 2, Edición Revolucionaria, La Habana, 1970.
- 34.- Heinrich Gerling.*Alrededor de las máquinas-herramientas*, Editorial Reverté, S.A, Barcelona, 1987.
- 35.- Ing. Ortelio Boada Carrazana.*Teoría del corte de metales*, Tomo II, Editorial, Pueblo y Educación, la Habana, 1985.
- 36.- Daniel Séférian. *Las Soldaduras*, Ediciones URMO, S.A., Bilbao, 1965.
- 37.- C. Dr. José Burgos Sola.*Tecnología de soldadura*, Editorial Pueblo y Educación, la Habana, 1987.
- 38.- Extraído el 11 de mayo del 2011 desde:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura\\_por\\_arco](http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_por_arco)
- 39.- Juan José Piñero Calderón, *Control de calidad de las uniones soldadas*, Editorial. Pueblo y Educación, la Habana, 1982.
- 40.- Extraído el 12 de mayo del 2011 desde:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”

Trabajo de Diploma

41.- Extraído el 12 de mayo del 2011 desde:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Acero#Tratamientos t.C3.A9rmicos](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero#Tratamientos_t.C3.A9rmicos)

42.- Extraído el 12 de mayo del 2011 desde:

[http://html.rinconelvago.com/tratamientos-termicos\\_1.html](http://html.rinconelvago.com/tratamientos-termicos_1.html)

43.- VictorJorochoilov/Jorge Gordon, *Teoría y Tecnología del Tratamiento Térmico de los Aceros*, Editorial Enpes, La Habana, 1988.

44.- V. Zúev, *Tratamiento Térmico de Metales*, Editorial Mir, Moscú, 1986.

45.- Nicolás LarburuArrizabalaga.- *Máquinas. Prontuario*.Editorial Thomson, Paraninfo S.A., Madrid, 1989.



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Caso de los Cobos, G. (2010). *Taladradora*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Taladradora>

Enciclopedia de Ciencia y Técnica. (1984). *Fresadora*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>

Golovashchenko, S. Bessonov, N. & Ilinich, A. (2004). *Conformado de piezas complejas de chapa metálica en dos pasos*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde: <http://observatorio.aimme.es/oportunidades/ficha.asp?id=10164>

MetalockEngineering. (2008). *Maquinado de precisión*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
[http://espanol.metalock.co.uk/Maquinado\\_de\\_precisi%C3%B3n.aspx](http://espanol.metalock.co.uk/Maquinado_de_precisi%C3%B3n.aspx)

Millán Gómez, S. (2006). *Fresado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fresado>

Revista Fundidores. (1991). *Fundición (metalurgia)*. Extraído el 15 de abril del 2011 desde:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Fundici%C3%B3n\\_%28metalurgia%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Fundici%C3%B3n_%28metalurgia%29)

Solórzano. (2009). *Acta de Tolerancia*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Acta\\_de\\_Tolerancia](http://es.wikipedia.org/wiki/Acta_de_Tolerancia)

[UNESCO](http://es.wikipedia.org/wiki/Tolerancia_social). (1995). *Tolerancia social*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Tolerancia\\_social](http://es.wikipedia.org/wiki/Tolerancia_social)

\_\_\_\_\_. (2009). *Fundición*. Extraído el 15 de abril del 2011 desde:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fundici%C3%B3n>





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”

Trabajo de Diploma

- \_\_\_\_\_. (2009). *Planta de fundición*. Extraído el 15 de abril del 2011 desde:  
<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=132&fdname=IRON+AND+STEEL&pagename=Planta+de+fundicion>
- \_\_\_\_\_. (2004). *Fundiciones de hierro*. Extraído el 15 de abril del 2011 desde:  
<http://www.utp.edu.co/~publio17/fundiciones.htm>
- Salamanca. (1988). *Fundición*. Extraído el 15 de abril del 2011 desde:  
[http://html.rincondelvago.com/fundicion\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/fundicion_1.html)
- \_\_\_\_\_. (2008). *Conformación de piezas de chapa por estirado sobre una herramienta o forma*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://patentados.com/invento/maquina-para-la-conformacion-de-piezas-de-chapa-por-estirado-sobre-una.html>
- \_\_\_\_\_. (2011). *Mecanizado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanizado>
- \_\_\_\_\_. (2000). *Molde para conformación de piezas cárnicas*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://patentados.com/invento/molde-para-conformacion-de-piezas-carnicas.html>
- \_\_\_\_\_. (2000). *Maquinado Tradicionales Y Automatizados*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://www.mitecnologico.com/Main/MaquinadoTradicionalesYAutomatizados>
- \_\_\_\_\_. (2007). *Maquinado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:  
<http://www.ib.cnea.gov.ar/~mater2/MATERIALESII/ProcAvan.pdf>



\_\_\_\_\_. (2000). *Fresado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://www.fresado.com/>

\_\_\_\_\_. (2010). *Fresado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://www.quiminet.com/pr9/fresado.htm>

\_\_\_\_\_. (2009). *Fresado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://www.gig.etsii.upm.es/fabricacion/fresado.htm>

\_\_\_\_\_. (2000). *Fresado*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

[http://isa.umh.es/asignaturas/tftm/mecanizado\(3\).pdf](http://isa.umh.es/asignaturas/tftm/mecanizado(3).pdf)

\_\_\_\_\_. (2011). **Taladrar**. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://www.bricotodo.com/taladrar.htm>

\_\_\_\_\_. (2000). *Taladrado profundo*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Taladrado\\_profundo](http://es.wikipedia.org/wiki/Taladrado_profundo)

\_\_\_\_\_. (2001). *Taladrar*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://isa.umh.es/asignaturas/tftm/mecanizado%284%29.pdf>

\_\_\_\_\_. (2000). *Tabla comparadora de rugosidades*. Extraído el 20 de abril del 2011

desde: <http://www.cosmos.com.mx/g/c4j7.htm>

\_\_\_\_\_. (200?). *Rugosidad*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/neuquen/Trabajos/1011.PDF>

\_\_\_\_\_. (1998). *Tolerancia*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Tolerancia>



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”

*Trabajo de Diploma*

\_\_\_\_\_. (2005). *Soldadura por arco*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

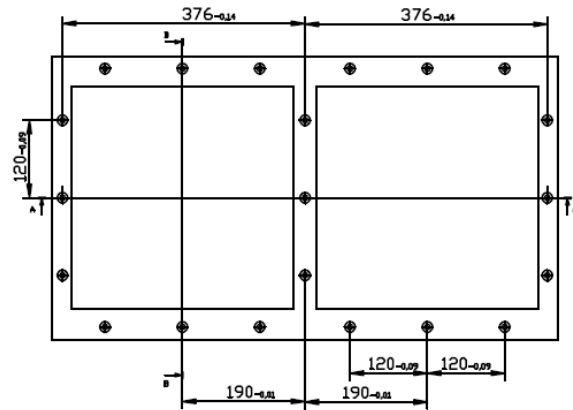
[http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura\\_por\\_arco](http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_por_arco)

\_\_\_\_\_. (2000). *Soldadura*. Extraído el 20 de abril del 2011 desde:

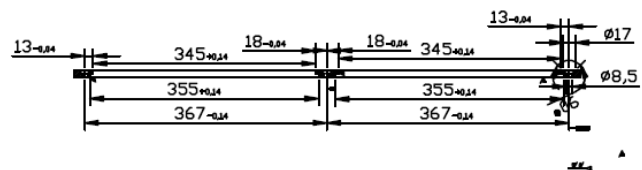
<http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>

# ANEXOS

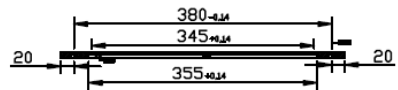
Anexo 1



Corte A-A



Corte B-B



					Remarco	Etapas de elaboración			
						Hoja	Escala	Hoja Nº	Cantidad de hojas
						16,2	1:10	1	1
Mod.	Cont.	Nº Hoja	Firma	Fecha	Plano de pleza				
Dib.									
Proy.									
Rev.									
Cont. tec.									
Cont. nor.					Acero 45				
Aprob.									











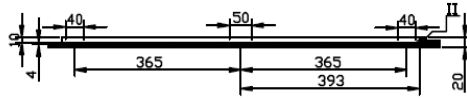






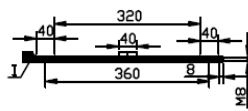
Corte

A-A



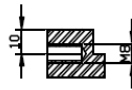
Corte

B-B



Corte

C-C



Detalle I



Detalle II



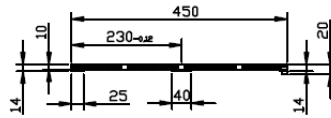
					Dispositivo para taladrado Cortes y Detalles de la Placa de apoyo	Etapas de elaboración			
						Mano	Escala	Hoja N°	Cantidad de hojas
Mod.	Dist.	N° Modif.	Firma	Fecha	Plano de pleza		1:10	2	2
Dis.					Acero 45				
Proy.									
Rev.									
Cont.tac.									
Cont.nor.									
Aprob.									



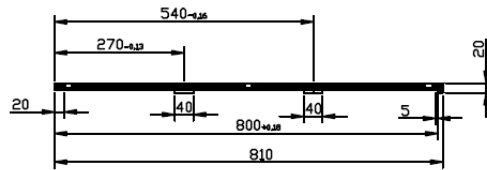


Anexo 6C

Corte B-B

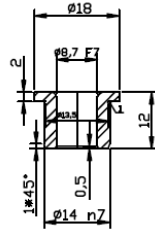


Corte A-A

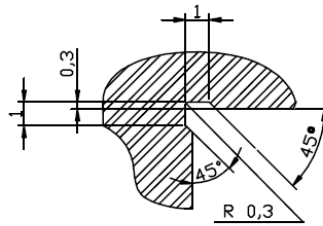


					Dispositivo para taladrado placa superior (cortes)	Etapas de elaboración			
						Man	Escala	Hoja N°	Cantidad de hojas
							1:10	3	5
Mod.	Cont.	N° Modif.	Firma	Fecha	Plano de pieza  Acero 45				
Dib.									
Proy.									
Rev.									
Cont. tec.									
Cont. nor.									
Aprob.									





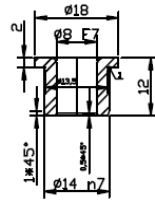
I  
E 5:1



Tratamiento Térmico: Temple hasta 60-65 HRC

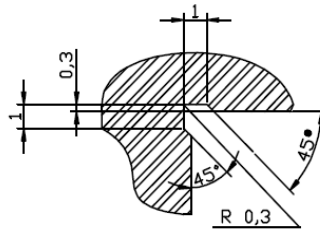
					Buje - Gula	Etapas de elaboración			
A	21								
Mod.	Cont.	Nº Modif.	Firma	Fecha	Plano de pieza	Mass	Escala	Hoja Nº	Cantidad de hojas
Dib.							1:1	4	5
Proy.					Acero Y10 A				
Rev.									
Cont. tec.									
Cont. nar.									
Aprob.									

Anexo 6E



I

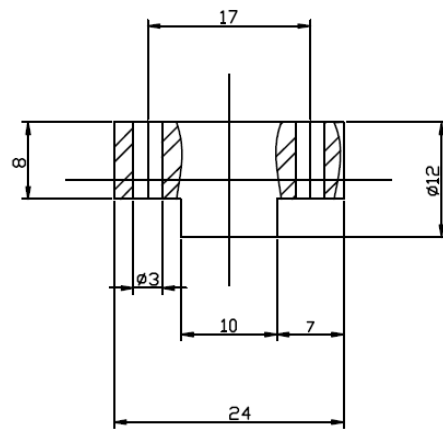
E 5:1



Tratamiento Térmico: Temple hasta 60-65 HRC.

					Buje - Gula	Etapas de elaboración			
B	8								
Mod.	Cont.	Nº Modif.	Forma	Fecha	Plano de pieza	Mass	Acaba	Hoje Nº	Cantidad de hojas
Dib.							11	5	5
Proy.									
Rev.									
Cont. tec.					Acero Y10 A				
Cont. nar.									
Aprob.									

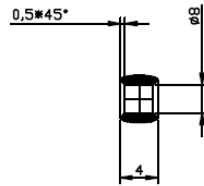
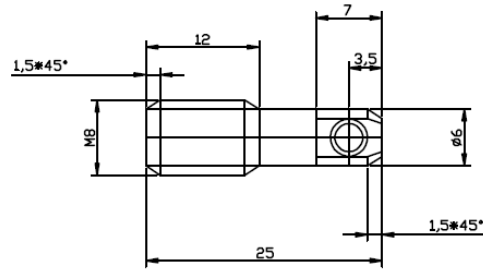
Anexo 7A



Templar a 30-35 HRC.

					Columna Bisagra	Etapas de elaboración			
A	2					Masa	Ilustr.	Hoja Nº	Cantidad de hojas
Med.	Cart.	Nº Hoj.	Firma	Fecha	Plano de pieza	21	1	3	
Dis.					Acero 45				
Rev.									
Cont.les.									
Cont.nor.									
Aprob.									

Anexo 7B

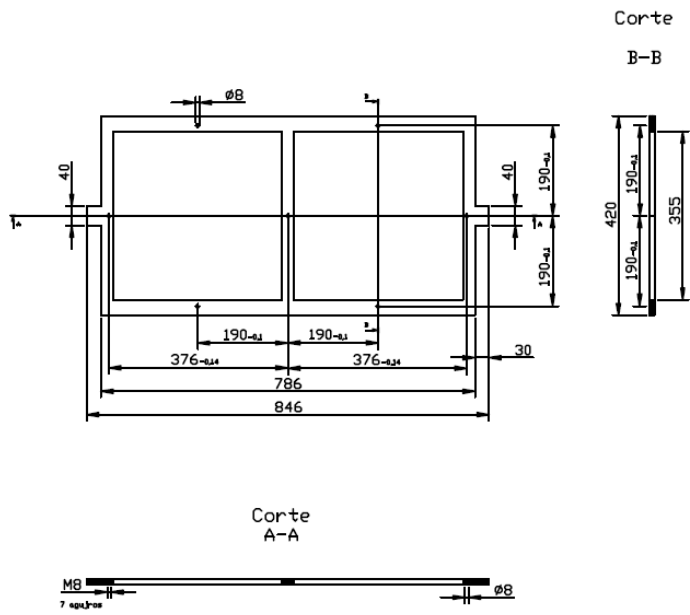


Templar a 30-35 HRC.

					Tornillo fijación bisagra	Etapas de elaboración			
B	4					Hoja	Escala	Hoja Nº	Cantidad de hojas
Mod.	Cont.	Nº Modif.	Firma	Fecha	Plano de pleza		21	2	3
Dib.					Acero 45				
Rev.									
Cont. Inv.									
Cont. Ser.									
Aprob.									



Anexo 8



					Dispositivo para el fresado	Etapos de elaboración			
						Mesa	Buzón	Hoja Nº	Cantidad de hojas
Mod.	Cont.	Nº Hoj.	Firma	Fecha	Plano de pleza		1/10	1	1
Dib.					Acero 45				
Rev.									
Cont. tec.									
Cont. nor.									
Aprob.									

**Anexo  
9A**

**Itinerario Previo**

**TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN**

NUMERO				DENOMINACION Y CONTENIDO DE LA OPERACIÓN TECNOLOGÍA	Equipo Tecnológico	Utillaje Tecnológico Herramienta Auxiliar	Norma de rendim.	Can. de trab.	Can de piezas tiempo	Tarifa esc. salarial	Volumen	T.P.C.
Taller II	Seccion cc	Puesto de trabajo	Operación									
			I				Corte del semiproducto	Oxicorte	Plantilla	61	1	1
							sold. B	V	1	0,17		7,4
			II	Preparación de bordes	Afiladora		36	1	1	1,23	30	4,0
							Ayudante	II	1	0,27		13,1
			III	Taladrado de agujeros	Taladro	Dispositivo	13	1	1	1,34	30	5,0
					radial	de taladrar	OMH-C	V	1	0,79		35,0
			IV	Fresado de vaciados	Fresadora	Dispositivo	1,76	1	1	1,36	30	18,0
					universal	de fresar	OMH-B	VI	1	6,16		271,1
			V	Avellanado de agujeros	Taladro	Dispositivo	18,6	1	1	1,36	30	5,0
					radial	de fresar	OMH-B	VI	1	0,58		25,6
<b>SALARIO TOTAL</b>												
												HOJA No.
							MOD	CANT	No.NOTIF.	FIRMA	FECHA	

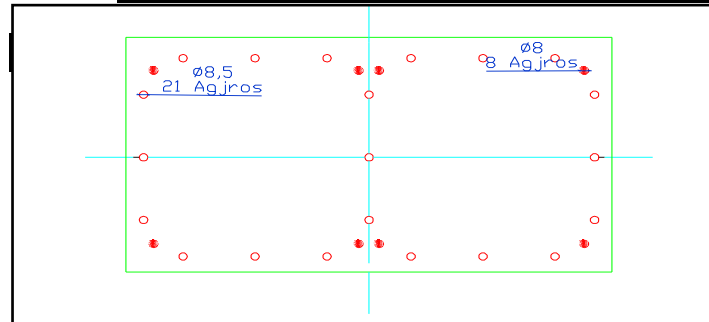






## Anexo 9D

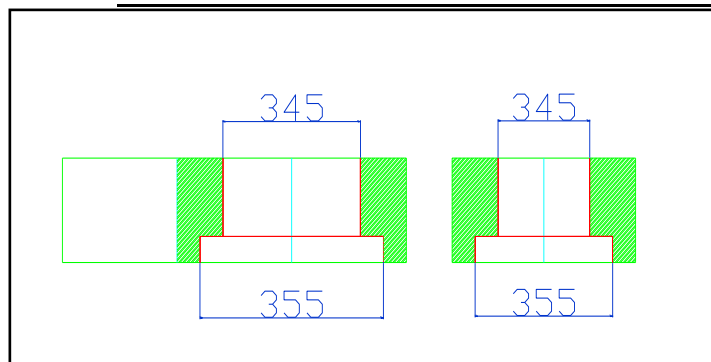
## CARTA DE OPERACIÓN TECNOLÓGICA



Número		Denominación de la operación tecnolog.												
Taller	Sec.	Oper.												
		III		<b>Taladrado de agujeros</b>										
Denominación y grado del Material			Masa Kg	Pieza en Bruto										
AC. 45				Dimensiones	Dureza	Masa Kg.								
			25,8									25,9		
Lote	Equipo Tecnológico (código, denominación, número de inventario)													
30	<b>Taladrado radial</b>													
Utillaje tecnol	Dispositivo de taladrar									Refrigerante	Taladrina			
No	Contenido del paso tecnolog.	Herramienta y medio (cod, den y No inv)			Dimensiones		t	i	Reg. de Corte			TP	TA	
		Auxiliar	De Corte	De Medición	∅ Ancho	Long			s	n	v			
A	Montar en dispositivo. Desmontar. Desmontar.	Dispositivo											0,6	
1	Taladrar 21 agujeros ∅8,5 pasantes □		Broca P18 ∅ = 118° ∅8,5		8,5	10	4,25	21	0,2	800	21	2,1	22,0	
2	Taladrar 8 agujeros ∅8, pasantes		Broca P18 ∅118° ∅8,0		8,0	10	4,0	8	0,2	950	24	0,7	8,4	
<b>TOTAL</b>											<b>2,8</b>	<b>31,0</b>		

## Anexo 9E

## CARTA DE OPERACIÓN TECNOLÓGICA

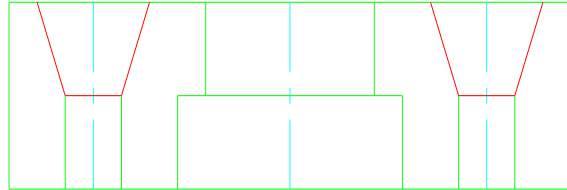


Número			Denominación de la operación tecnolog.			
Taller	Sec.	Oper.				
		IV	<b>Fresado de vaciados</b>			
Denominación y grado del Material		Masa Kg	Pieza en Bruto			
AC. 45			Dimensiones	Dureza	Masa Kg.	
		16,2			25,8	
Lote	Equipo Tecnológico (código, denominación, número de inventario)					
30	<b>Fresadora universal</b>					
Utillaje tecnol	Dispositivo de fresar			Refrigerante	Ac. corte ferroso	

No	Contenido del paso tecnolog.	Herramienta y medio (cod, den y No inv)			Dimensiones		t	i	Reg. de Corte			TP	TA
		Auxiliar	De Corte	De Medición	∅ Ancho	Long			s	n	v		
A	Instalar semiproducto en dispositivo. Desinstalar.	dispositivo de fresar											6,0
1	Fresar vaciado de 345 x 345 utilizando como guía agujeros en los vértices		Fresa de espiga p18 φ8	pie de rey de 500 mm	8	345	5	16	40	600	15	137,6	4,0
2	Fresar escalones de 355 x 355 x 5 atacndo por el vértice del vaciado a 5 mm de ancho en todo el borde. Desbaste		Fresa de espiga p18 φ8	pie de rey de 500 mm	5	355	4	8	40	600	15	71,0	2,4
3	Fresar escalones en régimen de acabado		Fresa de espiga p18 φ8	pie de rey de 500 mm	5	355	1	8	80	800	20	35,5	2,4
<b>TOTAL</b>											<b>244,1</b>	<b>14,8</b>	

## Anexo 9F

## CARTA DE OPERACIÓN TECNOLÓGICA



Número		Denominación de la operación tecnolog.											
Taller	Sec.	Oper.											
		<b>V</b>											
Denominación y grado del Material		Masa	Pieza en Bruto										
<b>AC. 45</b>			Dimensiones	Dureza									
		<b>16,2</b>		<b>16,2</b>									
Lote	Equipo Tecnológico (código, denominación, número de inventario)												
<b>30</b>	<b>Taladro radial</b>												
Utillaje tecnol	Dispositivo de fresar			Refrigerante	Taladrina								
No	Contenido del paso tecnolog.	Herramienta y medio (cod, den y No inv)	Dimensiones		t	i	Reg. de Corte			TP	TA		
		Auxiliar	De Corte	De Medición	∅ Ancho	Long	s	n	v				
A	Instalar en dispositivo fijando con tornillos los agujeros 1, 4 y 5. Desinstalar	Dispositivo de fresar										0,6	
1	Avellanar 18 agujeros a 5mm de profundidad por 90°		Broca p18 φ90°φ20		17	5	4,25	18	0,2	350	22	1,3	18,9
B	Fijar pieza en dispositivo con tornillos por los agujeros 2, 3 y 6. Desinstalar	Dispositivo de fresar											0,6
2	Avellanar 3 agujeros a 5mm de profundidad por 90°		Broca p18 φ90°φ20		17	5	4,25	3	0,2	350	22	0,2	3,2
<b>TOTAL</b>										<b>1,5</b>	<b>23,3</b>		

## ANEXO 10.- TIEMPOS AUXILIARES NORMATIVOS

N°	Descripción	Duración (min)
1	Colocar perno de arrastre y fijarlo.	0,50
2	Engrasar puntas en montaje entre centros.	0,30
3	Montar pieza entre centros.	0,35
4	Desplazar contrapunta con el volante y fijarla con la palanca.	0,30
5	Conectar rotación del husillo.	0,10
6	Aproximación manual de la herramienta a la pieza en el sentido longitudinal.	0,15
7	Desplazar el carro transversal a la mesa en la dirección transversal.	0,25
8	Conectar el avance.	0,10
9	Desconectar avance.	0,10
10	Retirar la herramienta de la pieza en sentido transversal.	0,25
11	Desplazar carro longitudinal o mesa manualmente a la posición inicial.	0,20
12	Desconectar rotación del husillo.	0,10
13	Liberar eje de la contrapunta y retirar el centro.	0,25
14	Soltar y quitar perno de arrastre.	0,30
15	Montar entre centros con luneta.	0,45
16	Montar pieza en mandril.	0,60
17	Montar en mordaza o prisma sin alineación.	0,25
18	Montar en plato de tres muelas autocentrante con alineación.	0,50
19	Montar en plato de tres muelas y centro o luneta.	0,40
20	Montar en mordaza con alineación.	0,50
21	Desmontar pieza y colocarla hasta 2 metros de distancia.	0,35

**Fuente:**V. Danilevsky. *Laboratory work for courses in manufacturing engineering.* Mir Publishers, Moscow, s/a.

**ANEXO 11.- NORMATIVA (%) DE TIEMPO CONCEDIDO POR CAUSA  
TÉCNICO-ORGANIZATIVOS (TSTO) Y NECESIDADES PERSONALES (TDNP)  
Y TIEMPO PREPARATIVO CONCLUSIVO (TPC) EN MINUTOS.**

<b>N°</b>	<b>Máquina-herramienta</b>	<b>Tsto (%)</b>	<b>Tdnp (%)</b>	<b>Tpc (min)</b>
1	Sierras de disco y seguetas alternativas.	2,7	1,3	4,0
2	Taladradoras verticales.	2,1	1,5	5,0
3	Cepilladoras y recortadores.	4,2	0,8	2,0
4	Tornos paralelos.	3,9	0,7	6,0
5	Fresadoras universales.	4,0	0,7	18,0

**Fuente:**V. Danilevsky. *Laboratorywork for courses in manufacturing engineering.*Mir Publishers, Moscow, s/a.

## ANEXO12.-REGÍMENES DE CORTE PARA EL FRESADO

Operación de fresado	Material	Desbastado (para t ≈ 5 mm)		Acabado (para t ≈ 1 mm)	
		$v$ (m/min)	$s$ (mm/min)	$v$ (m/min)	$s$ (mm/min)
Planeado (fresa cilíndrica de planear)	Acero al carbono	16 - 18	90 - 150	18 - 22	60 - 90
	Acero bajo aleado	10 - 13	50 - 70	13 - 16	35 - 45
	Fundición gris	12 - 14	100 - 170	14 - 18	70 - 100
	Latón, bronce	30 - 40	160 - 220	40 - 60	100 - 160
	aluminio	180 - 300	200 - 350	220 - 320	100 - 200
Refrentado (fresa de corte frontal)	Acero al carbono	20 - 25	80 - 120	25 - 30	45 - 70
	Acero bajo aleado	12 - 15	50 - 70	16 - 30	45 - 70
	Fundición gris	16 - 20	110 - 160	20 - 25	50 - 80
	Latón, bronce	45 - 60	220 - 280	50 - 70	90 - 140
	Aluminio	240 - 320	240 - 360	260 - 380	90 - 170
Ranurado (fresa de espiga)	Acero al carbono	16 - 18	35 - 55	20 - 24	75 - 100
	Acero bajo aleado	12 - 14	15 - 25	16 - 28	40 - 55
	Fundición gris	14 - 16	40 - 75	18 - 20	80 - 110
	Latón, bronce	30 - 40	60 - 100	50 - 60	100 - 140
	Aluminio	160 - 200	60 - 100	180 - 240	80 - 120
Ranurado (fresa de disco)	Acero al carbono	12 - 16	26 - 34	18 - 24	20 - 30
	Acero bajo aleado	10 - 14	18 - 24	14 - 18	15 - 20
	Fundición gris	14 - 16	35 - 45	16 - 22	25 - 35
	Latón, bronce	26 - 32	50 - 65	30 - 40	25 - 35

**Fuente:** Nicolás LarburuArrizabalaga. *Máquinas. Prontuario*. Editorial Thomson, Paraninfo S.A., Madrid, 1989.

**NOTA:**

t = profundidad del corte (mm)

v = velocidad de corte (m/min)

s = avance de la mesa (mm/min)

**ANEXO 13.-REGÍMENES DE CORTE PARA EL TALADRADO**

Material	Velocidad de corte "v" (m/min)	Diámetro de la broca (mm)			
		5	12	25	40
		Avance "s" (mm/vuelta)			
Acero 450 MPa	25 - 40	0,10	0,20	0,30	0,40
Acero 600 MPa	25 - 32	0,10	0,18	0,27	0,35
Acero 850 Mpa	20 - 28	0,08	0,15	0,24	0,32
Acero 1100 MPa	12 - 20	0,06	0,12	0,20	0,28
Acero 1500 MPa	8 - 15	0,04	0,10	0,16	0,24
Fundición gris	20 - 35	0,15	0,25	0,40	0,55
Cobre	30 - 70	0,12	0,20	0,28	0,36
Latón	40 - 80	0,10	0,20	0,30	0,40
Bronce	30 -70	0,10	0,20	0,30	0,40
Aluminio	80 - 120	0,15	0,25	0,35	0,45

**Fuente:** Nicolás LarburuArrizabalaga. *Máquinas. Prontuario*. Editorial Thomson, Paraninfo S.A., Madrid, 1989.

**NOTA:**

Para brocas de pequeño diámetro se tomarán las mayores velocidades de corte, y para los de mayor diámetro, se tomarán los menores valores de velocidades de corte.



**ANEXO 14.-SOBRE-ESPESORES (UNILATERALES) PARA EL ACABADO DE SUPERFICIES PLANAS, DESPUÉS DEL DESBASTE (MM)**

<b>Longitud (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Semiproducto laminado</b>	<b>Semiproducto fundido</b>
Hasta 150	Hasta 50	0,7	0,9
Hasta 150	50 - 120	0,9	1,2
150 - 300	Hasta 80	1,0	1,3
150 - 300	80 - 180	1,2	1,5
300 - 600	Hasta 120	1,2	1,5
300 - 600	120 - 250	1,5	1,8
300 - 600	Más de 250	1,7	2,1
Más de 600	Hasta 120	1,5	1,8
Más de 600	120 - 260	1,8	2,2
Más de 600	Más de 260	2,2	2,7

**Fuente:**V. Danilevsky. *Laboratorywork for courses in manufacturing engineering.*Mir Publishers, Moscow, s/a.

**NOTA:** Estos sobre-espesores son valores medios recomendados para los procesos especificados.

### ANEXO 15.-TABLA Y ESCALA SALARIAL

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Escala salarial</b>	<b>Tarifa ( \$/h)</b>
Ayudante	II	1,2329
Soldador- A	VII	1,4428
Soldador- B	V	1,3379
Operario máquina herramienta- A	VII	1,4428
Operario máquina herramienta- B	VI	1,3641
Operario máquina herramienta- C	V	1,3379
Operador máquina de cortar metales	IV	1,3116

**Fuente:** elaborado por los autores