

FABRICACIÓN DE LA MONEDA A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS

Versión Octubre 2005-2008

Revisada Enero 2012, en rojo

Revisada Mayo 2015, en azul

Por

Benjamín Muñiz García

roboturl@hotmail.com



Ilustración 1: Sala de acuñación Madrid, FNMT. 1976 (NODO). Seguramente prensas Taylor & Challen, fabricadas en la Naval.

Contenido

1. Origen de la Moneda	4
1.1. Paleo-moneda – Dinero Primitivo	4
1.2. Las primeras monedas	6
2. Edad Antigua (600 a.C. – 478 d.C.)	8
3. Edad Media (478 – 1500)	11
3.1. Ensayo.....	11
3.2. Preparación del riel	12
3.3. Preparación de los cospeles.....	13
3.4. Troqueles	14
3.5. Acuñaación a martillo	15
4. Fabricación por Fundición	16
5. La edad Moderna (1500-1780).....	17
5.1. La prensa Volante (1500-1780).....	17
5.2. Acuñaación a Molino (1500-1780).....	20
5.3. Otras prensas de acuñación (1500-1780).....	24
5.4. Troqueles (1500-1780)	25
5.5. Ensayo (1500-1780).....	26
5.6. Preparación del riel (1500-1780)	27
5.7. Preparación de los cospeles (1500-1780).....	29
6. La Edad Contemporánea, (1780-1945).....	31
6.1. Prensas de Acuñaación automáticas (1780-1945).....	31
6.2. Fabricación de Troqueles y herramientas asociadas (1780-1945)	34
6.2.1. Troqueles (1780-1945)	34
6.2.2. Pantógrafos (1780-1945)	36
6.2.3. La Virola o Troquel de Canto (1780-1945).....	37
6.3. Preparación del riel (1780-1945)	37
6.4. Fabricación de los cospeles (1780-1945)	38
6.5. Control del metal (1780-1945)	39
7. Fabricación actual FNMT RCM	40
7.1. Historia de la FNMT RCM.....	40
7.2. Fabricación de los Troqueles	43
7.3. Fabricación de los Cospeles	48
7.4. Proceso de Acuñaación.....	51

7.5.	Puestos de trabajo en la FNMT	55
7.6.	Monedas Proof	56
8.	<i>El Pantógrafo</i>	57
9.	<i>Medallas</i>	58
10.	<i>Testimonio en la casa nacional de moneda de Lima</i>	59
11.	<i>La prensa de acuñación actual</i>	62
12.	<i>Procedencia de las Ilustraciones</i>	66
13.	<i>Glosario y términos en inglés</i>	71
14.	<i>Material consultado</i>	77
14.1.	Libros PDF en descarga gratuita	77
14.2.	Libros	77
14.3.	Sitios Web.....	78
15.	<i>Videos</i>	79
16.	<i>Agradecimientos</i>	79

1. Origen de la Moneda

1.1. Paleo-moneda – Dinero Primitivo

En el neolítico, los excedentes de cada actividad, caza, pastoreo, agricultura y la industria artesana eran objeto de trueque. El trueque permite el intercambio de bienes y servicios, pero debe haber una coincidencia entre las dos partes entre lo superfluo para uno y lo necesario para el otro. Es por tanto necesario una unidad de medida y valor comúnmente aceptada que facilite el pago, el atesoramiento y la riqueza, así surge el dinero en forma de moneda en Lidia por el siglo VI a.C.

Anteriormente los pueblos ganaderos eligieron como unidad de medida de todas las cosas animales como el buey o la oveja, mientras que los pueblos agricultores el grano. Pero estas pre-monedas o dinero primitivo no era inalterable, ya que el ganado moría y el grano se pudría. Así que el antecedente más inmediato a la moneda fueron lingotes metálicos sellados por comerciantes que garantizaban su peso correcto y la pureza o buena ley del metal. El metal era inalterable y divisible, a diferencia del ganado o grano. Después los lingotes se harían más pequeños y los sellaría el gobierno apareciendo las primeras monedas.

En **China** los cuchillos eran muy valorados y sirvieron como objeto de trueque. Surgió la idea de comerciar con reproducciones en cobre de menor tamaño de estos cuchillos y también de objetos muy valorados como las palas y las camisas. Las pre-monedas con forma de cuchillo eran llamadas ‘**tao**’ y las que tenían forma de pala o camisa eran llamadas ‘**pu**’. Los verdaderos cuchillos iban colgados en el cinto y así tenían un mango con un agujero, a medida que se fue reduciendo el tamaño de los cuchillos en miniatura este cuchillo tendría forma de llave y al final surgió una moneda redonda con un agujero central, llamado ‘**cash**’¹ que circuló desde los tiempos de Confucio, siglo VI a.C., hasta 1919 en pleno siglo XX

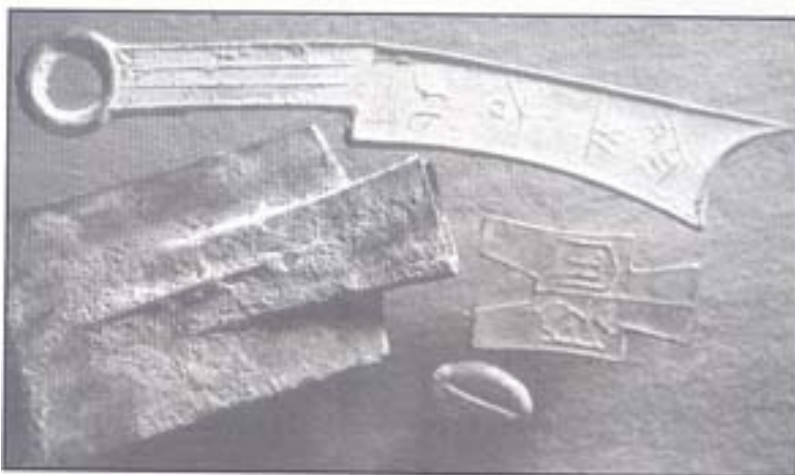


Ilustración 2 - Objetos pre-monetales ‘Tao’ y ‘Pu’ del segundo milenio a.C.

¹ Palabra que tomaría la lengua inglesa para denominar al dinero

<http://www.bencoins.com>



Ilustración 3 – Moneda cash, siempre de cobre y con un taladro central de forma cuadrada, circuló en Asia.

Sería difícil clasificar o enumerar la gran cantidad de elementos que fueron usados como medio de pago y medida de valor por diferentes sociedades y en diferentes épocas. En los pueblos cazadores se usaban generalmente **pieles**, en los pueblos pastores **ovejas**, pecunia en latín, y cabezas de ganado, capita en latín, que dio origen a la palabra capital. La palabra Rupia significa ganado. En los pueblos agricultores se usaban cereales, en México granos de cacao por los indios prehispánicos y el tabaco en Virginia.



Conchas Caorí

El caorí, una concha de molusco, fue usada ampliamente por mas personas y sociedades que cualquier otro tipo de dinero primitivo, extendiéndose por África, Asia y el Pacífico. En África el caorí fue medio de pago y permitía el ahorro hasta el siglo XIX.

Un siglo antes de que circularan los primeros dracmas en la antigua Grecia, se usaba como medio de pago lingotes metálicos que se pesaban. Incluso se llegaron a marcar los lingotes con su peso y emisor que garantizaba la ley del metal. Pero faltaba una **ley** o gobierno emisor que garantizase la **materia** (pureza del metal y un peso estándar) y una **forma** (diseños que permitiesen su fácil identificación). Es decir los elementos que debe cumplir una moneda: **ley, materia y forma**.

1.2. Las primeras monedas

Las primeras monedas Lidias eran conglomerados de **electrón** (una amalgama natural de plata y oro, llamada oro blanco). El flan o cospel, de electrón, era calentado y acuñado mediante un punzón que era martilleado y transfería el diseño del punzón al flan.

Estas monedas eran acuñadas en Sardis la capital Lidia ya en el 652 a.C., durante el reinado de Ardys. Estas monedas, no cumplían con un peso y ley fija. El electrón u oro blanco se encontraba de forma natural o se podía alear y tenía aproximadamente un 80% de oro y un 20% de plata y otros metales. Los lidios descubrieron como separar el oro y la plata que contenía el electrón.



Estatera de electrón (652-615 a.C.), sin peso y aleación estándar

Las monedas oficiales, tal y como las conocemos hoy, con características de valor intrínseco² fijo, se deben a el **Rey Cresos** (561-546) (**ley**), el estableció la pureza del metal (98% de oro o plata) y el sello real de una cabeza de león y de toro (**forma**). Este sello real, garantizaba el valor de la moneda, en pureza y peso (**materia**). Se acuñaron estateras de oro y plata de forma lenticular creando un sistema monetario bimetalico con un ratio 13:1 del oro respecto la plata.

A partir de Asia Menor, el uso de la moneda se extenderá por toda la cuenca Mediterránea.



Ilustración 4 - Estatera de oro Lidia (561-546 a.C.)

Lidia en el 550 a.C. fue el primer reino en usar monedas., con un león y un toro en alto relieve y en el reverso un diseño incuso (bajo relieve).

Las monedas tienen 2500 años de vida y supusieron un gran avance para las relaciones comerciales y poder vender al por menor. Las monedas de cobre servían para pagos locales y era difícil que viajaran lejos de la ceca que las acuñó. Los valores más bajos servían para los pagos diarios en la plaza o mercado. Las de plata u

² Valor del metal que compone la moneda

<http://www.bencoins.com>

oro podrían usarse para pagos de impuestos a la autoridad o reino, o pagos de este para sufragar las campañas militares.

Posteriormente en el siglo VI a.C., las principales polis griegas empezaron a acuñar moneda, como Egina, que mantenía relaciones comerciales con los lidios, y Corinto. http://en.wikipedia.org/wiki/Ancient_Greek_coinage

La primera moneda griega plana y redonda, como las que conocemos hoy, fue una estatera de plata de la isla de Egina, en la que aparece el sello de la autoridad, una tortuga, símbolo de la ciudad. Pronto Tebas, Corinto, Atenas y otras polis o ciudades griegas la siguieron. Corinto tenía como Dios a Pegaso, el caballo alado, que aparecía en su estatera³ de plata. Atenas que recibe su nombre de Atenea, diosa de la sabiduría, uso su efigie.



Isla de Egina – Reverso incuso



Estatera corintea - Pegaso y Atenea

En el siglo VI a.C., gracias al comercio entre las diversas polis, la moneda ya era conocida en toda Grecia.

Como se puede observar las primeras monedas de la historia en el reverso tenían una marca incusa debida a la sujeción del cospel y en el anverso un motivo en alto relieve de un cuño estampado a martillo. Es decir sólo se usaba un troquel anverso tallado a mano por el grabador y muy posiblemente de bronce. Posteriormente se usaron dos cuños que recibían la acuñación del monedero a martillo. Muchas monedas tenían sus diseños descentrados y podían recibir varios martillazos por los esclavos que amonedaban.

En la Península Ibérica, los griegos se asentaron en la costa mediterránea alrededor del año 600 a.C. Ellos fueron los primeros en acuñar moneda en la península, con bellos dracmas de Emporion (Ampurias) y Rhode (Rosas, Gerona), desde el siglo IV a.C., utilizando la iconografía del caballo alado (pegaso) y una rosa, respectivamente.



Ilustración 5 – moneda de Rosas, con Helios y rosa abierta.

³ La estatera (estatero) de Atenas era un tetradracma (cuatro dracmas), La estatera de oro eran 20 dracmas y pesaba la mitad de la estatera de plata, por lo que el ratio valor oro y plata era de 20:1.

<http://www.bencoins.com>

2. Edad Antigua (600 a.C. – 478 d.C.)

En la Edad Antigua, siglo VI a.C., se acuñaron las primeras monedas a martillo. El cospel o flan de composición y peso conocido era calentado al rojo para ablandarlo y colocado entre los cuños o troqueles y acuñado a martillo. Cada troquel tenía en su extremo grabado en hueco el diseño de una cara de la moneda. El troquel del anverso de la moneda se llamaba **troquel fijo**, y estaba fijado inmóvil en un hueco o clavado a un cepo de madera formando virtualmente un yunque. El troquel del reverso de la moneda o **troquel móvil** era una pieza cilíndrica de unos 10 centímetros de largo a la que el acuñador asestaba uno o varios golpes de martillo para estampar la impronta en el flan situado entre ambos troqueles y acuñar la nueva moneda.

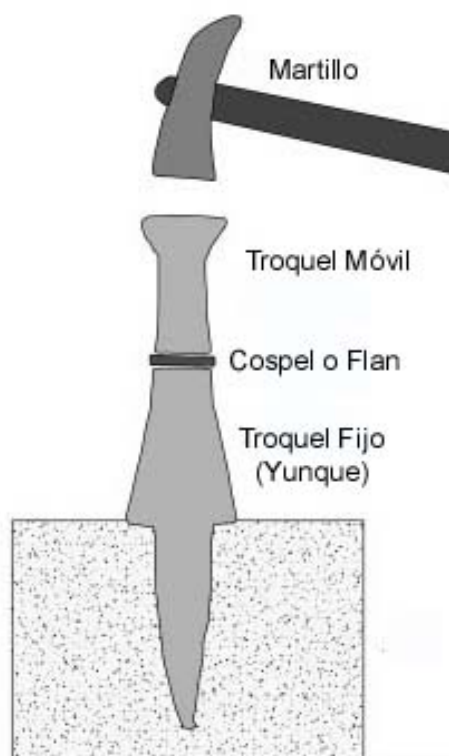


Ilustración 6 – Acuñación a Martillo

Resultaba casi imposible acuñar dos monedas idénticas, debido a la posición y ángulo del troquel móvil y la fuerza del martillazo. Si la moneda no quedaba bien acuñada, esta se calentaba al rojo para volver a estampar a golpe de martillo el diseño hasta que quedase bien labrada. Muchas monedas tenían descentrado el diseño de sus caras o presentaban dobles contornos ya que en el primer golpe de martillo no se grabaron bien los tipos y en el segundo golpe de martillo era difícil que coincidiese la posición.

Existen datos de que en las primeras acuñaciones se hicieron tomando cospeles fríos. Parece ser que los romanos practicaban la acuñación en frío y la acuñación en caliente (calentar los cospeles a cierta temperatura) fue usada por los griegos para lograr monedas más bellas y artísticas.

La acuñación de monedas fue una tarea artesanal que constituyó uno de los mayores logros de la Antigüedad.

Los **metales** preciosos como el oro puro y la plata pura son muy raros en la naturaleza por lo que habitualmente eran metales que debían obtenerse por copelación, proceso que permitía lograr una pureza del 99%. Este proceso era conocido como afinar.

Para determinar la ley, se fundía el metal (previamente pesado) en un recipiente llamado copela, de cenizas de cuernos o huesos y cal, y se añadía plomo a la copela. Al

fundir el metal se separaban los metales preciosos de la escoria, como el plomo, el hierro, zinc, etc, que pasaban por evaporación a la atmósfera, quedando el metal precioso en la copela. De tal forma que el plomo absorbía la liga del crisol. El metal volvía a ser pesado y la mengua en su peso era proporcional a la rebaja en la ley del metal precioso.

Además del oro en los aureos, de la plata en los denarios y de los bronce, otro metal usado por los Romanos fue el oricalco, para sus sestercios, que es una aleación de cobre con zinc y plomo, de color amarillento. Para el **ensayo** de los metales como el oro o plata se usaba una piedra de toque que tenía un margen de error del 2%-3%.

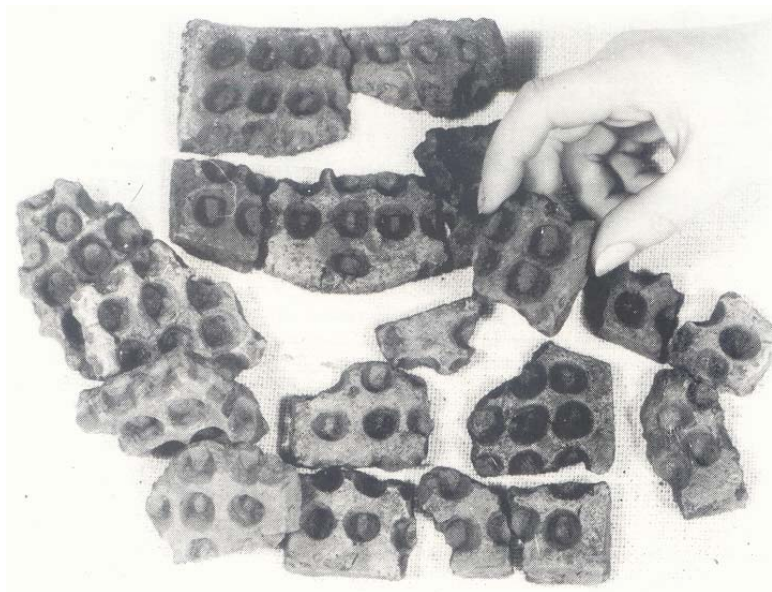


Ilustración 7 - Molde monovalvo de arcilla, año 100 a.C.

Los **cospeles**, o discos metálicos, eran fabricados generalmente mediante moldes monovalvos contruidos en piedra o arcilla con huecos en los que se vertía el metal fundido y se dejaba enfriar. Algunas cecas trabajaban el flan a martillazos para darle forma plana y redonda y además se limaba para darle el peso correcto.

En los denarios romanos la serratura del canto se realizaba en los flanes o cospeles antes de la acuñación.

Se usaban **troqueles** de bronce endurecidos con un 10%-20% de estaño o troqueles de hierro. El bronce era fácil de trabajar por la mayoría de los grabadores. Pequeños cuños de bronce podían acuñar monedas más pequeñas, mientras que los de hierro monedas más grandes y de menor espesor de canto. También se usaron troqueles unidos por una bisagra, lo que permitía que los cuños siempre tuviesen la misma orientación entre si y que el impacto del martillo tuviese más presión sobre el cospel. El troquel móvil tenía una vida más corta al sufrir este los golpes de martillo, generalmente cada troquel superior necesitaba de 2 o 3 cuños fijos. Por lo que el diseño principal o anverso de la moneda se grababa en el cuño fijo que se desgastaba más lentamente y era más difícil de grabar por los talladores. Los troqueles eran grabados a mano y retocados cuando se desgastaban, con herramientas de acero.

Los romanos llamaban al **taller de monedas** *oficina monetalis* y a los trabajadores:

- officinatores: eran aquellos trabajadores encargados de una de las secciones de la ceca pero que no tenían relación directa con la acuñación. (aequatores, dispensatores...)
- aequatores: los que supervisaban la igualdad de pesos de los flanes o cospeles.
- dispensatores: realizaban funciones contables.
- scalptores: grabadores o abridores de cuños, usaban herramientas como taladros de arco, buriles, punzones, compás, etc.
- suppositores: colocaban el cospel con unas tenazas en el cuño anverso o yunque para que fuese acuñado por los maellatores.
- maellatores: los que labraban la moneda a golpe de martillo.
- falturarii: relacionados con el trabajo del metal para fabricar los flanes.

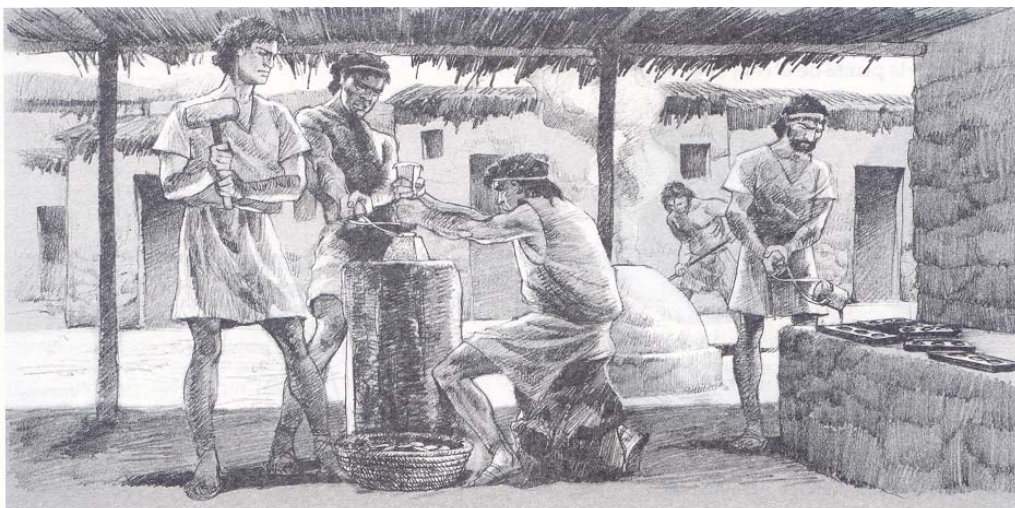


Ilustración 8 – Recreación de un taller de monedas, acuñación a martillo
El Acuñar recibe el nombre en latín de *ferire, cudere, percutere o signare*

Ya en la antigua Roma aparecieron las primeras **falsificaciones** de monedas. Las falsificaciones más comunes eran monedas forradas, estas imitaban monedas preciosas y debían ocultar que la moneda no era del metal noble que aparentaba ser. Para ello se podía forrar un cospel cualquiera recubriéndolo de láminas de plata soldándolas o calentándolas y después se procedía a la acuñación. También había monedas falsas fabricadas por fundición mediante moldes, siendo estas falsificaciones de peor calidad.

3. Edad Media (478 – 1500)

Después de la caída del imperio romano, datada en el año 478, los bárbaros trataron de imitar el arte antiguo con sus diseños, pero los troqueles no eran grabados con la misma destreza.

En la Edad Media el proceso seguía aún siendo manual y en los talleres monetarios o cecas, aun se realizaba la acuñación a martillo. El metal se fundía para alearlo en hornos y después se vertía en recipientes o rieleras, de los que salían las tiras metálicas o rieles, de las que se cortaban los cospeles. El valor de las monedas se correspondía al valor intrínseco de su metal, siendo fundamental el trabajo de los ensayadores que determinaban el contenido de metal precioso de la aleación del cospel mediante el hornillo y la balanza. Las siglas del Ensayador aparecían en las monedas de oro y plata como garantía de la correcta ley del metal ([en España desde 1497](#)).



Ilustración 9 – Vidriera que muestra la Fabricación en la Edad Media

En esta vidriera, que enseña un taller monetario de la Edad Media, vemos a la derecha como un obrero reduce con golpes de martillo el espesor de la placa de metal o riel, el cual es cortado en cuadrados, que serán aplanados por el obrero a su lado y recortadas sus esquinas a tijera por el siguiente obrero para obtener el cospel. El monedero procede a la acuñación propiamente dicha: pone el cospel encima del troquel reverso o fijo, y sujetando el troquel anverso con su mano, aplica un martillazo que estampa el diseño en la moneda situada entre los troqueles.

3.1. Ensayo

El ensayo consistía en saber la ley de la plata y oro, tanto de los metales que ingresaban en el taller para ser acuñados, como del producto final, es decir las monedas acuñadas.

Había dos formas de realizar el ensayo mediante la piedra de toque y mediante la copelación.

El Ensayo con piedra de toque era fácil de realizar y menos exacto, se rayaba la piedra de toque, de silicio, con un trozo de metal precioso que se quería ensayar y, junto a esa marca se hacían otras con puntas de toque de ley conocida. Cuando la tonalidad de ambas ralladuras coincidía, la ley de esa punta era la del metal que se ensayaba.



Ilustración 10 – Piedra de toque

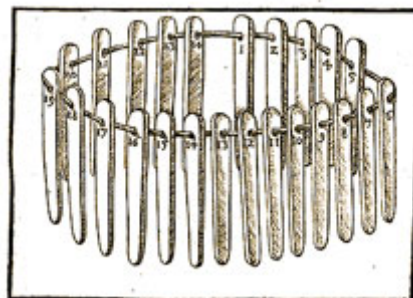


Ilustración 11 - Puntas de Toque

El ensayo por fuego o por copelación era más difícil de realizar, aunque sus resultados eran más exactos. En esencia consistía en pesar una cantidad de metal que se quiere ensayar, eliminar por copelación los metales impuros como el plomo y volver a pesar la plata pura, siendo la mengua de peso proporcional a la mengua en su ley. Para este tipo de ensayo por fuego o copelación se usaba un hornillo, una balanza y un recipiente llamado copela no reusable hecho con cenizas de cuernos o huesos.

3.2. Preparación del riel

El **maestro de moneda** era el encargado de preparar la colada o carga, mezclando los metales brutos como la plata y el cobre en proporciones adecuadas para alearlos después en el horno. Por ejemplo, se tomaban 12 partes de metal puro de igual peso y se mezclaban las partes según la ley de la partida a acuñar.

Una forma de preparar la colada era saber la ley de todas las piezas de metal a fundir, cada pieza (pedazo de metal o lingote) era ensayada y multiplicada por su peso. Al juntar todas las piezas, se añadía la parte de plata o cobre necesaria para cumplir la ley de la emisión o partida.

El **fundidor** recibía esas partes de metal puro en su correcta proporción y los fundía en un crisol de material refractario. Después el metal fundido se vertía en un molde, llamado rielera, para que solidificase y formase una tira metálica llamada riel. Las rieleras podían ser de una o dos piezas y hechas en 3 materiales, a saber: de arena húmeda, piedra o hierro.

El **ensayador** procedía ensayo de los rieles por muestreo, ya que se producían mermas sobre todo en la proporción de cobre al alear o mezclar los metales en los hornos.

3.3. Preparación de los cospeles



Ilustración 12 – Taller Monetario Medieval.

En la Ilustración superior podemos ver unos fuelles que mantenían vivo el fuego del horno de fundición donde se fundían los metales. Un hombre aplanando un riel a martillazos y otro labrando una moneda a golpe de martillo.

Si el riel no era lo suficientemente fino este se golpeaba a martillo hasta reducir su grosor al de los cospeles que se debían obtener. Después el riel era cortado mediante unas tijeras en trozos cuadrados de igual tamaño. Cada cuadrado de metal era recortado en sus esquinas para darle forma redondeada y obtener así el cospel. El cospel era golpeado en su canto para hacerlo más redondo y al igual que el riel podía ser martilleado para hacerlo más fino. Tanto rieles como cospeles se endurecían y había que ablandarlos por recocido para seguir trabajando con ellos. El recocido de rieles y cospeles consistía en calentarlos a altas temperaturas y luego dejarlos enfriar lentamente para conseguir que su metal fuese más maleable.

Al azar se cogían algunos cospeles del lote y se procedía al ensayo para comprobar que la ley continuaba siendo la del riel y nadie había introducido cospeles fraudulentos. Los restos de metal sobrantes al recortar el cospel, llamados cizalla, eran recogidos para volverlos a fundir. Después se procedía a la **libranza de cospeles** que consistía en un control de peso de los mismos. Para ello el **juez de balanza** cogía un número de cospeles que correspondían a cierto peso y se pesaba en una balanza junto al peso de referencia, se podían añadir cospeles o quitarlos de la balanza según indicaban las normas de tolerancia. Si se sobrepasaban el número de cospeles de tolerancia, la partida entera no cuadraba y había que desecharla.

Los cospeles, debido al recocido, presentaban manchas de oxidación, así que se limpiaban con agentes químicos para hacerlos más blancos o colorear los de oro.

El **blanqueador** limpiaba y pulía los cospeles que junto con la acuñación daban a las monedas la lustre de ceca. Para esta blanquición o blanqueo, en unos barriles se disolvía sal y ácido tártraro en agua hirviendo y se daba un baño a los cospeles removiendo con palas hasta que estuviesen lo suficientemente blancos. Se secaban los cospeles con esponjas y luego se extendían sobre mantas o paños para que estos terminasen de secar.

El blanqueo producía mermas de peso, pues el ácido se comía el cobre, así que otra vez se pesaba una cantidad de cospeles para ver si cumplían el peso tolerable. También variaba la ley del cospel después de la blanquición pues el cospel tenía menos cobre por efecto de los ácidos. Luego se practicaba un nuevo ensayo sobre cospeles al azar, en el que se tenía en cuenta su aumento de ley.

3.4. Troqueles



Ilustración 13 – Troqueles edad Media

En la imagen aparece un troquel superior, troquel en el lenguaje de la época, con señales de golpes de martillo y un troquel inferior, llamado por aquel entonces pila, que se clavaba a un trozo de madera o cepo formando virtualmente un yunque.

Los cuños eran del mejor acero posible, y el troquel superior al recibir los impactos del martillo tenía una vida más corta que la pila.

Los cuños eran fabricados localmente en cada uno de los diferentes talleres monetarios o cecas y aparecían variaciones en el estilo y calidad de las improntas, que hacían más fácil su falsificación. El grabado a mano de inscripciones en los troqueles fue sustituido por impresiones con pequeños punzones de acero con relieve positivo. Punzones de mayor tamaño, que podían grabar una efigie completa, no podían ser usados pues no existía aún la prensa volante. Por último, las monedas no eran perfectamente redondas, ni su motivo se encontraba perfectamente centrado, lo que favorecía su cercenamiento.

3.5. Acuñaación a martillo



Ilustración 14 - Monedero labrando a martillo una moneda

Los acuñadores, situaban el cospel entre el troquel y la pila. Luego le asestaban un golpe de martillo al troquel y así transferían las improntas de los cuños al cospel que se convertía ya en moneda. Al acuñador le estaba permitido estropear cierta cantidad de cospeles que si superaba era penalizado. Las piezas mal acuñadas eran rechazadas y se cortaban para luego fundirlas.

Se llama libranza de las monedas a la operación que les daba el visto bueno y requería de un nuevo ensayo y control de peso, antes de la puesta en circulación de las monedas.

Durante la edad Moderna también se siguió empleando la acuñación a martillo, la cual tenía el principal inconveniente de que producía monedas no redondas, fáciles de cercenar, lo que representaba un fraude tanto para el comercio como para la Hacienda Pública.

Cercenar la moneda estaba tan arraigado en la sociedad que fue uno de los mayores motivos para mecanizar el proceso de acuñación, aunque la acuñación a martillo fuese una técnica más rápida, barata y se pudiese habilitar en pequeños talleres. Implantar la mecanización se encontraba con la oposición de los trabajadores de las cecas ya que los monederos cobraban en función del peso del metal labrado y no un salario fijo, además si la moneda salía descentrada, sin marca de ceca o ensayador o fecha, podía permitir fraudes internos en la ceca con la correcta ley de las monedas.

La acuñación por volante y por rodillo creaba monedas de mayor calidad, redondas y con sus tipos centrados y grafila visible, lo cual dificultaba recortarlas, pero el cercenamiento continuaría hasta que no apareció en torno al año 1700, la cerrilla, un artilugio que acordonaba el canto de las monedas estampando leyendas, o diseños en bajo o alto relieve, llamados cordoncillo.

4. Fabricación por Fundición

Los chinos fabricaban monedas vertiendo metal fundido en un molde, desde antes de la era cristiana hasta finales del siglo XIX. También en otros países como la India y Marruecos adoptaron este sistema de fabricación, siempre para moneda de cobre o bronce de poco valor.

La fundición era sencilla, rápida y barata en cuanto a mano de obra y herramientas. Sólo había que verter metal fundido en el molde, esperar a que se solidificase el árbol de fundición, cortando las hojas o monedas, y volver a fundir el tronco y las ramas.

El principal problema de esta técnica era la calidad de las monedas obtenidas, apareciendo gránulos en la superficie de la moneda por burbujas de aire al enfriarse el metal. También los diseños tenían un menor detalle al hacerse difícil la total adhesión del metal a las más finas líneas del molde.

Las monedas fundidas son más fáciles de copiar por los falsarios que las acuñadas, ya que el proceso es más simple que la acuñación con troqueles.

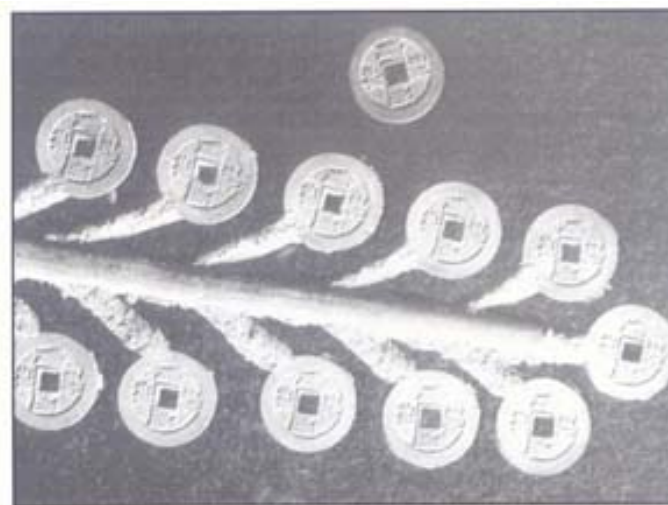


Ilustración 15 - Árbol de fundición de monedas Chinas llamadas 'Cash'



Ilustración 16 – Felús de Marruecos y sus moldes.

5. La edad Moderna (1500-1780)

Durante el Renacimiento, la moneda se convirtió en el primer producto fabricado mecánicamente en serie, con millones de piezas idénticas. Los pequeños talleres de la edad media se convirtieron en grandes Cecas mecanizadas. La primera de estas cecas tuvo lugar en Ausburgo en 1550.

5.1. La prensa Volante (1500-1780)

El primer volante fue inventado alrededor de 1508 por un artista florentino, Bramante, para acuñar medallas de plomo, que es uno de los metales más blandos y que no se endurece bajo la presión de los cuños. Treinta años más tarde, un compatriota suyo, escultor, joyero y artista, Benvenuto Cellini, acuñó monedas de oro para el Papa Clemente VII, con esta técnica y dejó una descripción completa de la prensa que construyó. Pero las primeras volantes no tenían la fuerza necesaria para acuñar más que pequeñas piezas.

En 1551, el rey francés Enrique II crea una nueva ceca en París, la maquinaria obra de ingeniero alemán de Ausburgo, Max Schwab, contaba de un molino movido por fuerza hidráulica capaz de crear tiras metálicas lisas y del grosor deseado, de una máquina manual de corte que agujereaba la tira cortando así los cospeles y de una prensa para acuñar. Schwab podía producir monedas perfectamente redondas lo que indica que usaba virola. Schwab fracasó en su intento de vender su maquinaria a cecas en Alemania e Italia.

Tras años de oposición de los monederos franceses que seguían acuñando a martillo, por el 1641 la prensa volantes estaba finalmente en uso en la ceca de París. La misma oposición encontró por los monederos ingleses pero en 1652 ya estaba operativa la prensa volante en la RoyalMint.

Las prensas volantes estaban construidas en hierro forjado o bronce. El principal problema de estas prensas es que al acuñarse la moneda el impacto pudiese romper el troquel superior, para solucionar este problema se usaba un soporte rectangular en el que se ajustaba el troquel mediante cuñas y posteriormente mediante tornillos. Siendo característica la forma rectangular del troquel para este tipo de prensas. Otros problemas de este método de acuñación, es que eran necesarios al menos 4 trabajadores para girar el brazo debido a los contrapesos y el acuñador no era difícil que pudiese perder sus dedos.

En las prensas volantes el cuño móvil que impactaba correspondía al anverso, no como en la acuñación a martillo donde el cuño móvil que era golpeado con la maza correspondía al reverso.

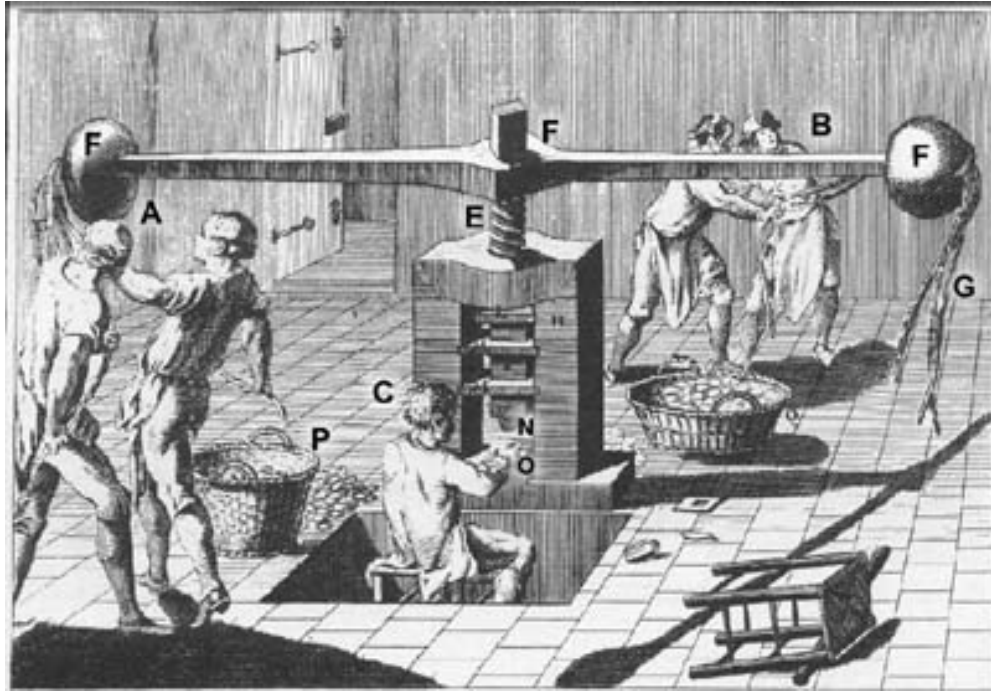


Ilustración 17 - Prensa de Volante o Balancín

En la imagen podemos ver el proceso de acuñación: los trabajadores A y B, tiran de unas cuerdas G, girando el brazo o balancín F que lleva unos contrapesos de plomo en sus extremos, que mueve hacia arriba el tornillo o husillo de hierro. El acuñador C, ha puesto un cospel, tomado de la cesta P, en el troquel fijo O. Los trabajadores A y B sueltan las cuerdas y el husillo desciende rápidamente con el troquel móvil N en su extremo y acuña con su presión el cospel situado entre ambos troqueles. Una vez acuñada la moneda, el husillo rebota, C retira la moneda y los trabajadores A y B casi sin moverse del sitio tiran de las cuerdas y volvían a subir el husillo.

Cuatro hombres fuertes tiraban de los brazos de la volante. Entre 5 hombres muy bien compenetrados se acuñaban 20 monedas por minuto. Los brazos de la volante median hasta 3 metros.



Ilustración 18 - Troqueles de una moneda de Fernando VII de forma rectangular pertenecientes a una prensa volante

A partir de mediados del siglo XVII la prensa volante se extendió rápidamente por Europa, no sin resistencia al cambio a una nueva tecnología por los trabajadores que practicaban la acuñación a martillo.

Felipe V introdujo este sistema en España, instalándolas en las Cecas de Madrid y Sevilla, hacia el año 1700 en Madrid, más de medio siglo después de su introducción en las Cecas de Londres y Francia, y en Segovia en 1772. Mientras que en México se dispone su uso por primera vez en el Nuevo Mundo en el año 1728, fabricándose 'columnarios' de plata y 'bustos' en oro con fecha de 1732.

Desde finales del siglo XVII hasta finales del siglo XVIII hubo pocos cambios en las prensas volantes, a no ser que cada vez se acuñaban monedas y medallas de mayor módulo. A finales del siglo XVIII se dota a la prensa volante, de virola partida capaz de acuñar leyendas en el canto y de alimentación de cospeles automática y la retirada también automática de las monedas recién acuñadas, aportaciones del artista grabador suizo, que trabajó en la Ceca de París, Jean Pierre Droz y el mecánico Philip Gengembre.

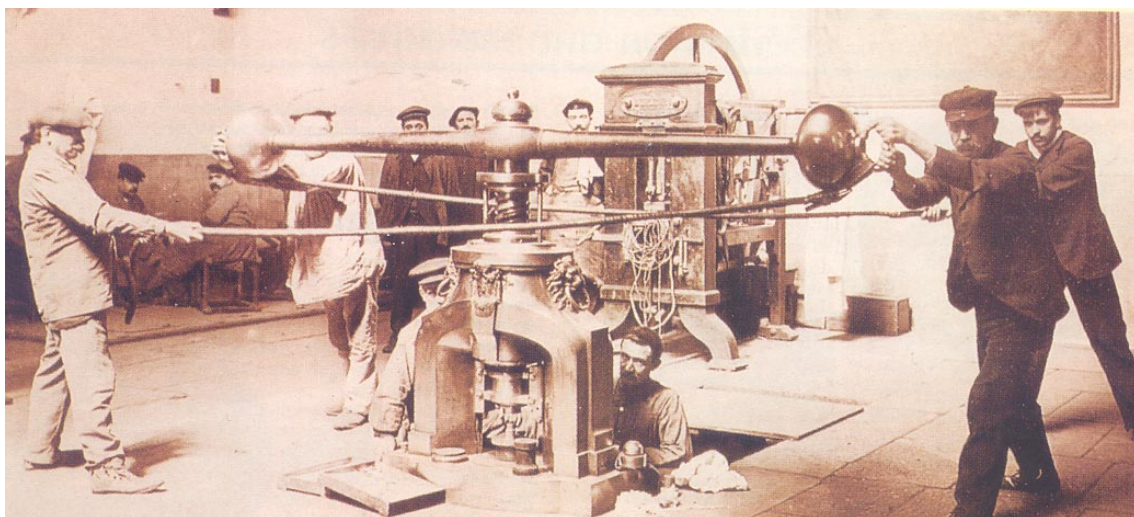


Ilustración 19 – Prensa Volante Droz, Madrid 1897. Seguramente usada para hincar troqueles. Al fondo una prensa automática de vapor.



Ilustración 20 – Prensa Volante del Siglo XVII usada en Pamplona (Museo de Navarra).

5.2. Acuñaación a Molino (1500-1780)

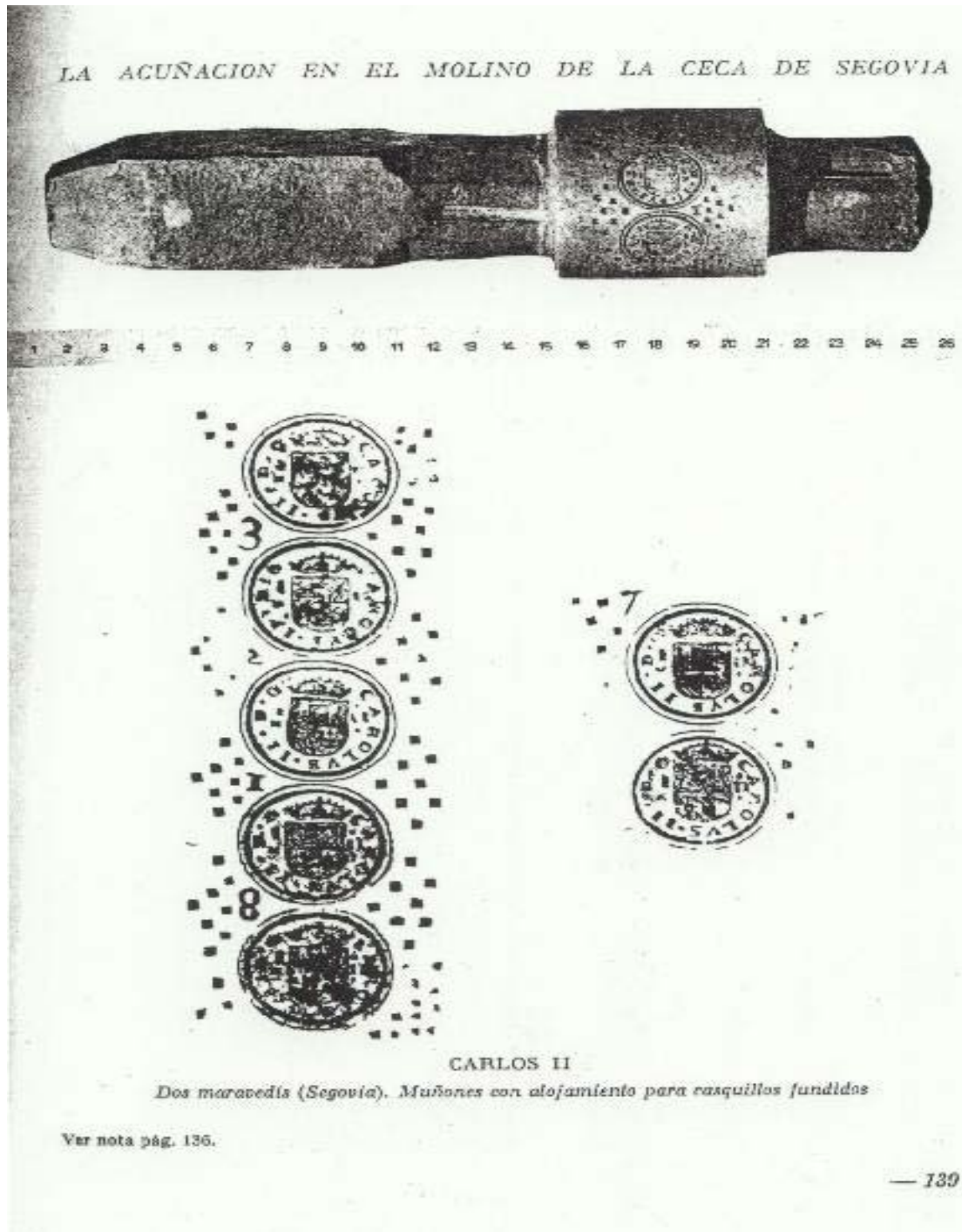


Ilustración 21 - Troquel en forma de rodillo y sus improntas marcadas en un papel

A principios del siglo XVI las prensas volantes no eran capaces de acuñar monedas de gran tamaño. En aquella época surge una nueva maquinaria para aplanar los rieles, mediante ruedas de molino, sin duda este método llegó a los trabajadores del metal y monederos del sur de Alemania y sería la base para la acuñación a molino, que

supondría el abandono de la acuñación a martillo y la mecanización en 1550 de las casas de monedas alemanas.

Debido a que en la acuñación a martillo se producían monedas no redondas que eran fáciles de cercenar y que en algunas cecas se practicaban fraudes y se descentraba la impronta para que no figurase en la moneda el ensayador y la fecha, Felipe II decide mecanizar la ceca de Segovia con el sistema de acuñación a Molino para mejorar la calidad de las monedas, produciendo monedas redondas, para evitar el fraude a la Hacienda y el comercio. En 1580 el Archiduque del Tirol regala un ingenio de acuñación a su primo Felipe II.

Por orden de Felipe II, el sistema de molinos fue instalado en Segovia en el año 1585 por ingenieros alemanes, convirtiéndose así en una de las primeras Cecas mecanizadas. La ceca estaba a orillas del río Eresma que movía los molinos y en 1586 se empieza a labrar moneda en la nueva ceca de Segovia. El rey, Felipe II ordenó regalar a los pobres las 100 primeras monedas acuñadas.



[Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia]

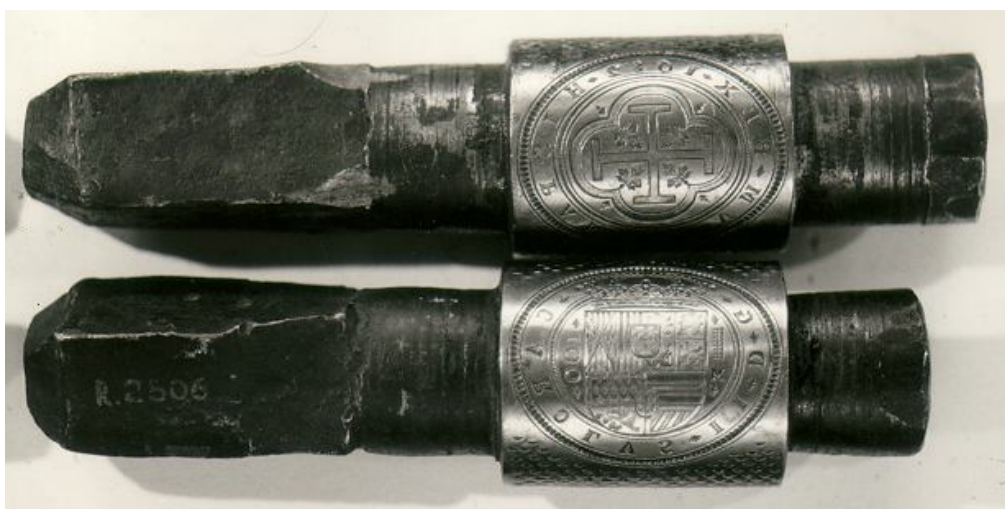


Ilustración 22 – Cuños de rodillo de un Centén. Moneda gigante

El ingenio de acuñación, consiste en dos cuños en forma de cilindros dispuestos uno encima del otro que llevan grabados en hueco los tipos anverso y reverso de las monedas, y entre las cuales se introduce una lámina de metal. Al girar los cuños cilindros mediante molinos hidráulicos o por medio de mulas, quedan grabadas en la tira metálica o riel las improntas de la moneda y no queda más que recortarlas con tijeras. Una de las ventajas de la acuñación por Molino es que permitía acuñar monedas de mayor diámetro que con la acuñación a martillo, ya que la presión no se ejercía sobre todo el cospel sino sobre una parte de la lámina de metal.

Para la preparación de los rieles también se usaban molinos accionados por la fuerza del agua que estiraban el riel hasta darle el grosor adecuado igual a la moneda a acuñar. El riel debía pasar varias veces por el ingenio laminador adelgazándose este en sus sucesivos pasos. Tras el último paso de estiramiento, se recocía en un horno y posteriormente se blanqueaba, calentándolo en un baño de agua y ácidos, para limpiarlo y devolverle su brillo natural antes de ser acuñado por los cuños de rodillo.

Era muy importante que los dos cuños de rodillo estuvieran calibrados con exactitud, para que el anverso y el reverso coincidieran en la tira de metal. Cualquier error aumentaba la cantidad de cizalla o desperdicios, ya que las impresiones defectuosas eran inútiles y no eran recortadas. Con la acuñación a molino se solía producir un tercio de cizalla que luego sería fundida para producir nuevos rieles, con la consiguiente merma de metal al evaporarse en el crisol de fundición, y posteriormente los rieles había que recocerlos a cada paso por el laminador, lo que suponía un gasto de carbón y de mano de obra extra.

Este método de acuñación se abandonó por producir piezas irregulares, era complejo que los cilindros estuviesen bien calibrados y las caras de la moneda fuesen coincidentes y no se produjese una moneda ovalada. También el ingenio producía monedas curvas, es decir no perfectamente planas. También el troquel de forma cilíndrica tenía sus grabados ovalados para que en la amonedación al aplanarse el riel entre los cuños la impronta resultase redonda, y esto era difícil de conseguir y se producían improntas ligeramente ovaladas.

Otro problema era la tarea de grabado de los cuños cilíndricos que eran más costosos de realizar que los troqueles convencionales por la curvatura de estos y se necesitaba a los mejores grabadores para esta tarea. Cada cuño rodillo o muñeca llevaba varias improntas o grabados de varios anversos o reversos, por ejemplo una muñeca de medio real llevaba 13 impresiones y una muñeca para una moneda de 8 reales 5 improntas. Con solo un defecto de un sello o impronta o se tenían que fundir miles de monedas defectuosas o se retiraba toda la muñeca. Las improntas o sellos de las muñecas eran grabadas a mano con un buril y resultaba difícil usar punzones pues estos eran planos y la muñeca curva.

El Ensayador mayor del reino explico los inconvenientes de la acuñación a rodillo en 1772: *“Cuando se abraza, rompe o chasca una muñeca, se pierden cinco, siete o mas sellos, costando esto mucho más que un troquel (para acuñar a volante o a martillo)”. “Una muñeca es de triple costa que un troquel, lleva siete sellos, supongamos que esta sellando, desgranase una letra de un sello, por esto no deja de sellar, pero es menester escoger entre las miles las monedas malas para fundirlas o tener cuidado de no cortarlas, o abandonar la muñeca con los seis sellos buenos, lo que trae desfalco, detención y gente....”*



Ilustración 23– 100 escudos 1609. Centén más caro de la historia. [El País]
http://www.elpais.com/articulo/cultura/moneda/rasco/millon/elpepucul/20091022elpepucul_1/Tes

En 1609 llegó a Segovia el grabador Diego de Astor, discípulo de El Greco, que sería el artífice de las monedas gigantes, de 76 mm de diámetro y 339 gramos de peso, como los cincuentines de plata -50 reales- y centenes de oro -100 escudos- que fueron en su tiempo las monedas más grandes del mundo. Los **cincuentines** eran acuñados exclusivamente en el Real Ingenio desde 1609 hasta 1683, y eran piezas de obsequio real -**pièces de plaisir**- a los nobles o de premio de marketing a los mercaderes para que acudiesen con grandes cantidades de metal precioso a la Ceca de Segovia. Se concedían en partidas de nunca más de 300 piezas y bajo licencia individual firmada por el rey. El **Centén segoviano**, de la cual solamente se acuñaron 7 monedas, fue una pieza de obsequio real para engrandecer a personajes de la nobleza, y una de estas piezas alcanzó en una subasta celebrada en Barcelona en 2009 los 800.000 euros.

Una vez que las prensas volantes fueron capaces de acuñar monedas grandes este método se abandonó debido a su operación defectuosa. Ninguna Ceca española de ultramar llegó a adoptar este sistema de acuñación a Molino, ya que cuando por la Ordenanza de 1730 se manda mecanizar todas las cecas, ya estaba en uso la Prensa Volante en tiempos de Felipe V. En 1772, Carlos III ordenó acuñar en Segovia con prensas volantes, los ingenios sólo se usarían para laminar el metal, acabando así con la acuñación a Molino empezada en 1586.

1730- La acuñación a volante, con el canto labrado, se hace obligatoria para todos los metales. A partir de la Ordenanza de 1730, en los talleres dotados con molinos éstos se utilizaron sólo para laminar los rieles o barras de metal. De igual manera, se acababa con la acuñación de metales a cargo de particulares.

5.3. Otras prensas de acuñación (1500-1780)

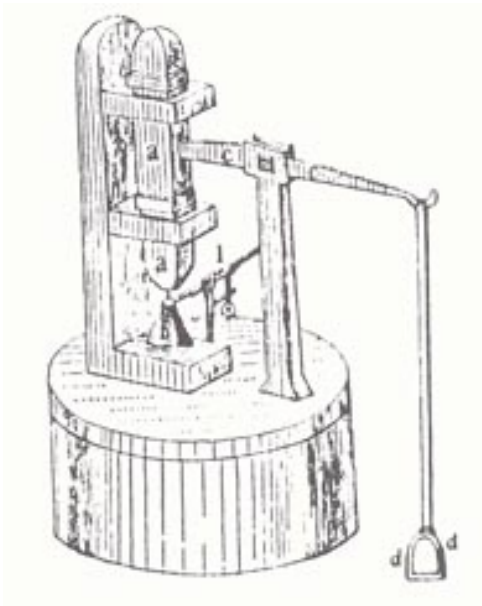


Ilustración 24 – Prensa de Martillo

En el norte de Alemania y Suecia existen datos de una prensa de martillo simple. Con esta máquina el troquel superior era conducido por una pieza que lo sujetaba entre unas guías. La pieza que sujetaba el troquel superior podía ser golpeada por un martillo produciéndose así la amonedación. El troquel inferior descansaba sobre la base de la prensa con cuerpo en forma de 'L'. El troquel superior podía ser levantado después de la acuñación al tirar de una anilla que accionaba una palanca y así el monedero podía retirar manualmente la moneda acuñada y situar el siguiente cospel.

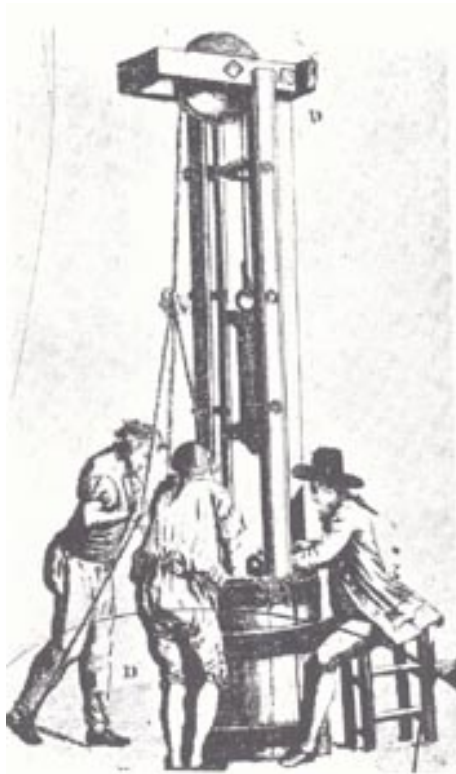


Ilustración 25 – Prensa de Caída Libre

Otra prensa de esta época fue la prensa de caída libre, que usaba un peso que caía libremente con un mecanismo similar al de una guillotina. Esta prensa se usó en algunos lugares, especialmente en Rusia y consistía en un peso, generalmente de 50kg., que llevaba fijado el troquel y se levantaba y se dejaba caer desde lo alto. El troquel inferior descansaba en la base de la prensa. La producción no podía ser elevada, unas 10-15 piezas minuto, y la correcta alineación de los cuños sería difícil.

5.4. Troqueles (1500-1780)

A partir del siglo XVI todos los troqueles de las cecas europeas eran de hierro recubiertos de acero en la cara por la que se grababa el relieve de la moneda, pero poco se sabe de su fabricación. Debemos acudir a Cellini que describió el proceso de fabricación de los troqueles y grabado en sus tratados. Según Cellini se necesitaban dos piezas de acero, la pila (troquel fijo) y el torsello (troquel superior o móvil). La pila tenía forma de yunquecillo y el torsello era una barra de unos cinco centímetros de longitud. Ambos eran puestos al fuego durante horas para ablandarlos y darle a la punta del troquel el tamaño de la cara de la moneda. Después la cara del troquel se pulía con una piedra hasta que quedase liso y posteriormente era grabado con herramientas de acero cortantes muy finas.

Acuñar en virolas no se extendería hasta casi el final del siglo XVIII, así que los troqueles no tenían cuellos para ajustar la virola. A la mitad de ese siglo el grabado se empieza a realizar con elaborados punzones. Estos punzones con relieve hacia fuera podían incluir retratos completos con los que se hacían impresiones en negativo, hacia dentro, en la matriz mediante prensas volantes. Las leyendas u ornamentos que rodeaban a la impresión principal eran grabados a mano o mediante otros punzones más simples con dígitos, letras, inscripciones y otros elementos decorativos.



Ilustración 26 – Punzón con el retrato de Fernando VII para crear la matriz

En España, la Ordenanza de 1728 estableció la producción centralizada de las matrices monetales para que todos los punzones que se utilizasen fueran iguales. Las matrices, una para cada cara de la moneda, reproducían en bajo-relieve los motivos de la moneda, y una vez templada, se hincaba mediante prensa volante sobre un trozo de acero en estado "dulce". El resultado, una vez templado para su endurecimiento, era un punzón de hincar troqueles, con la imagen en positivo de la moneda. Si este punzón se hincaba de nuevo sobre otro trozo de acero previamente recocido se obtenía un troquel final, el cual con el grabado en negativo estaba listo para acuñar una vez templado para endurecerlo. Cuando se estropeaba un troquel, se obtenía uno nuevo por hincando del punzón de hincar troqueles sobre un trozo de acero. Así partiendo de una matriz para cada cara de la moneda, se garantizaba la igualdad de todas las monedas acuñadas independientemente de la pareja de cuños utilizada.

5.5. Ensayo (1500-1780)

El ensayo es la operación en el que el ensayador analiza la ley de los metales de plata y oro en bruto que ingresan en la Casa, así como la de la moneda final antes de que salga del taller monetar, para comprobar que tenga la ley que requiere la legislación. El ensayador también trabaja conjuntamente con el fundidor para preparar la aleación del metal con que se va a acuñar la moneda.

El ensayador tiene su propia oficina donde, sin moverse de su asiento, puede manejar el hornillo, la balanza de precisión y el tas, o pequeño yunque. También dispone de otros instrumentos para realizar su oficio, como copelas, o pequeños crisoles, piedra y puntas de toque, tenazas, dinerales, etc.

El ensayador es uno de los oficiales más importantes de la fábrica, y está obligado a poner su sigla - como garantía - en todas las monedas acuñadas con metal precioso que él mismo había ensayado.



Ilustración 27 - Grabado procedente del tratado de Juan de Arfe, *Quilatador de plata, oro y piedras* (1572). En ella se puede observar la presencia de una balanza (parte superior izquierda) y al propio Arfe introduciendo una copela en el horno durante una operación de ensayo.

5.6. Preparación del riel (1500-1780)

Los métodos de creación del riel eran similares en toda Europa. Por el siglo XVI se introdujeron bancos de 2 o más hornos, y los hornos simples tenían un horno de precalentamiento en la que la siguiente carga era calentada mientras la primera estaba fundiéndose. En todos los casos el combustible era el carbón. Se usaban fuelles para avivar las llamas ya fuesen operados manualmente o por molinos accionados por el agua o mulas.

El metal era fundido en crisoles, hechos de arcilla para el oro y de hierro forjado para la plata y el cobre. Se ponía gran cuidado en que no se evaporase el oro fundido y los crisoles eran tapados con una tapa de arcilla. La plata y el cobre fundidos en crisoles cubiertos con carbón para prevenir tanto la oxidación como la absorción de gases de la atmósfera.



Ilustración 28 – Horno con dos crisoles para fundir metal

Los moldes para formar los lingotes sólidos, de los que se obtendrían los rieles, estaban hechos de una mezcla de arena, y agua o cerveza para darles consistencia, y así poder darles forma de caja. Se hacían agujeros en la caja de arena endurecida por los que se vertería el metal fundido, y al enfriarse este se obtendrían los lingotes. El Jefe de la Ceca (maestro de moneda) inspeccionaba el metal que se vertía en los moldes y de vez en cuando se tomaban muestras para ensayo.

A finales del siglo XVI los moldes ya no eran de arena sino que se empezó a usar hierro. Los lingotes formados en moldes de hierro estaban limpios y eran rectangulares, siendo así mucho más fáciles de laminar al grosor adecuado. Para prevenir que el metal fundido se adhiriese al molde de hierro, este era cubierto de aceite, o una pasta de arcilla y aceite. En el momento en el que el metal se vertía, este quemaba el aceite y prevenía del óxido, además de crear una capa aislante para los gases.

En la mitad del siglo XVI surgieron los ingenios de laminación para rieles. El primer dato de su uso procede de la Monnaie du Moulin en París en 1551, y fue una de las máquinas suministradas por Max Schwab de Ausbusgo. Esta máquina laminadora consistía en un molino movido por la fuerza del agua con el que se aplanaba el lingote al pasarlo entre dos rodillos. El riel debía pasar varias veces por el ingenio laminador hasta alcanzar el grosor adecuado y así poder cortar los cospeles con el peso correcto. La tira metálica o riel debía ser recocida para ablandarla, por lo menos una vez antes de su última laminación.

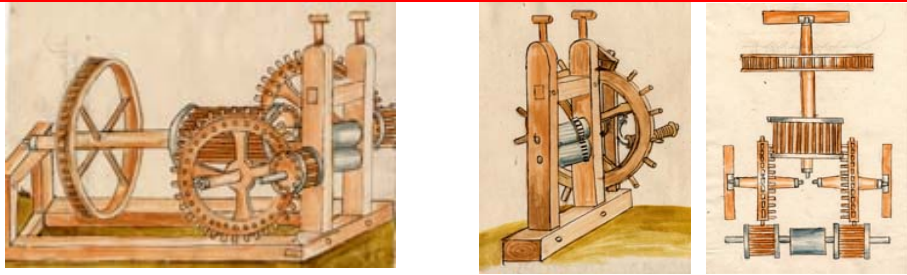


Ilustración 29 - El primer ingenio laminador (1551)

El laminado con los ingenios daba una exactitud bastante uniforme a todo el riel. La gran novedad e importancia del laminador es que calculando la distancia entre los rodillos, se podían obtener luego cospeles o monedas, todas con el peso que ordenaba la ley.

También se usaba otro artilugio llamado hilera. La hilera consistía en una plancha de hierro montada sobre un banco de madera y provista de varias ranuras, cada una de menor dimensión que la anterior, hasta alcanzar el último la anchura exacta del grosor que iba a tener la moneda. El paso del riel por la hilera se efectuaba después de su último paso por el ingenio de laminación, a veces siendo necesario pasarlo hasta dos o más veces. El riel debía estar recién recocido y engrasado para evitar su posible fractura o agrietamiento. La hilera se solía utilizar sólo cuando se acuñaba a volante.

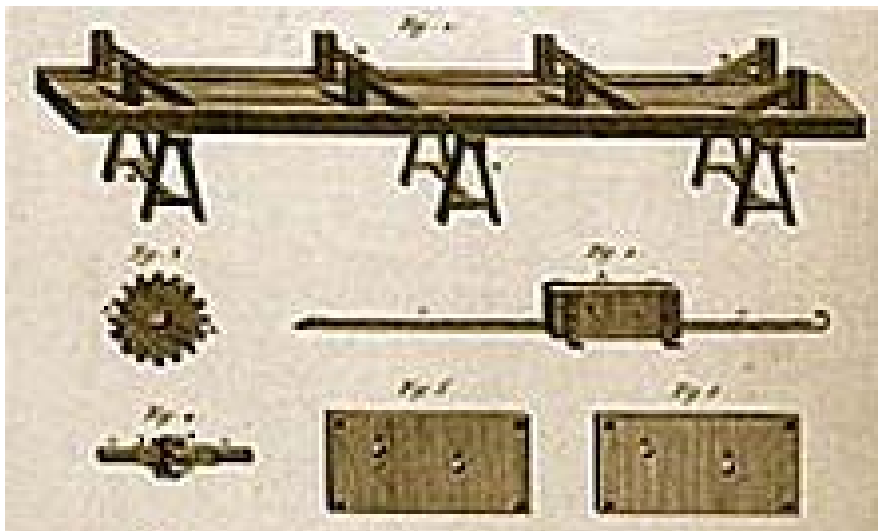


Ilustración 30 – Boceto partes de una Hilera

5.7. Preparación de los cospeles (1500-1780)

Al principio los cospeles mayores eran cortados del riel en cuadrados con la cizalla y a estos se les cortaban las esquinas formando un octógono, etc.. Se golpeaban sus cantos con un martillo para aplanar y redondear los cospeles y también se limaban para dar el peso.

Leonardo Da Vinci sugirió un cortador circular que hubiese podido ser usado para cortar cospeles, pero sólo hubiese sido posible su uso para cortar tiras metálicas muy finas. Después los principios de la prensa volante se usaron para cortar los cospeles al principio pequeños, y más tarde añadiendo contrapesos como en la prensa volante, cospeles mayores de la tira metálica.

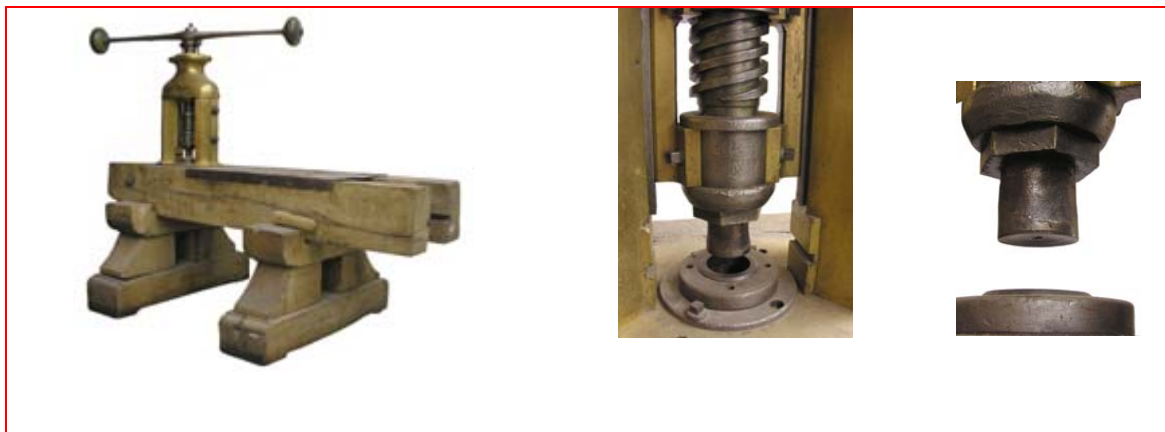


Ilustración 31 – Prensa Recortadora de cospeles y detalles.



Ilustración 32 - Máquina de Castaign o Cerrilla

Intentando satisfacer la demanda de métodos de fabricar monedas que previniesen el abuso del cercenamiento se hacía necesaria una moneda con el canto bien acuñado. Los métodos de grabar el canto con una virola fracasaron y sólo quedó la opción de

grabar el canto, haciendo girar el cospel por su canto y acuñarlo entre dos barras que hacían de cuños. Nacía así la moneda con cordoncillo.

La primera de estas máquinas accionadas manualmente capaces de crear un cordoncillo al canto, grabándolo con leyendas o diseños en alto o bajo relieve, fue la **cerrilla**, inventada en Inglaterra cerca de 1685, y perfeccionada por un ingeniero francés llamado Castaing, quien personalmente la introdujo en las Cecas de Madrid y Segovia en 1707. Posteriormente Felipe V ordenó usar la cerrilla en la acuñación de toda la moneda española de plata y oro a partir de 1728, y de cobre a partir de 1772. También Felipe V perfeccionó la acuñación ordenando el uso de volantes. En América la cerrilla llegaría en 1752 a la ceca de Lima.

Esta máquina redondeaba y creaba el cordoncillo del canto, impidiendo así su cercenamiento. El mecanismo giraba el cospel 180° entre dos troqueles en forma de barra, uno móvil accionado por una manivela y otro fijo, grabando cada troquel la mitad de las inscripciones u ornamentos.

El cerrillado o grabado del cordoncillo en las monedas ya acuñadas por los ingenios de cuños de rodillo, estropeaba la superficie de estas y supuso el fin del uso de estos ingenios en favor de las prensas volantes.

El recocido de los cospeles fue siempre necesario para ablandarlos después de que fuesen cortados del riel y así facilitar la acuñación. Algunas cecas preferían usar la cerrilla antes del recocido del cospel y otras después. Los cospeles de oro y plata eran recocidos en cajas de hierro tapadas con arcilla para minimizar la oxidación, aun así, los cospeles de cobre y plata se descoloraban en cierto grado, perdiendo su lustre.

Después se procedía a la limpieza o blanquimiento de los cospeles. Los cospeles eran sumergidos en una solución de ácido tartárico, que se encuentra en el vino, y un poco de ácido sulfúrico. Se calentaban los cospeles y el licor en barriles y se removían con unas palas. Posteriormente los cospeles eran secados con esponjas o en bolsas de trapo o en bandejas, llenas de serrín.

6. La Edad Contemporánea, (1780-1945)

6.1. Prensas de Acuñación automáticas (1780-1945)

La fuerza del vapor revolucionó la maquinaria empleada para acuñar moneda. La primera prensa automática accionada por el vapor se instala en una fábrica del Soho de Birmingham por Matthew Boulton y su compañero James Watt, famoso por el diseño de la máquina de vapor, que unirían sus fuerzas para construir y vender muchos tipos de máquinas, no solo prensas monetarias. Esta primera prensa sirvió para acuñar tokens o fichas de cobre que sustituirían en Birmingham a la moneda de poco valor nominal, que era escasa y muchas veces falsificada. La prensa de Boulton, patentada en 1790, se basaba en la prensa volante donde la fuerza del vapor giraba los brazos que accionaban el husillo, y estaba dotada de alimentación de cospeles automática y retirada automática de la moneda acuñada.

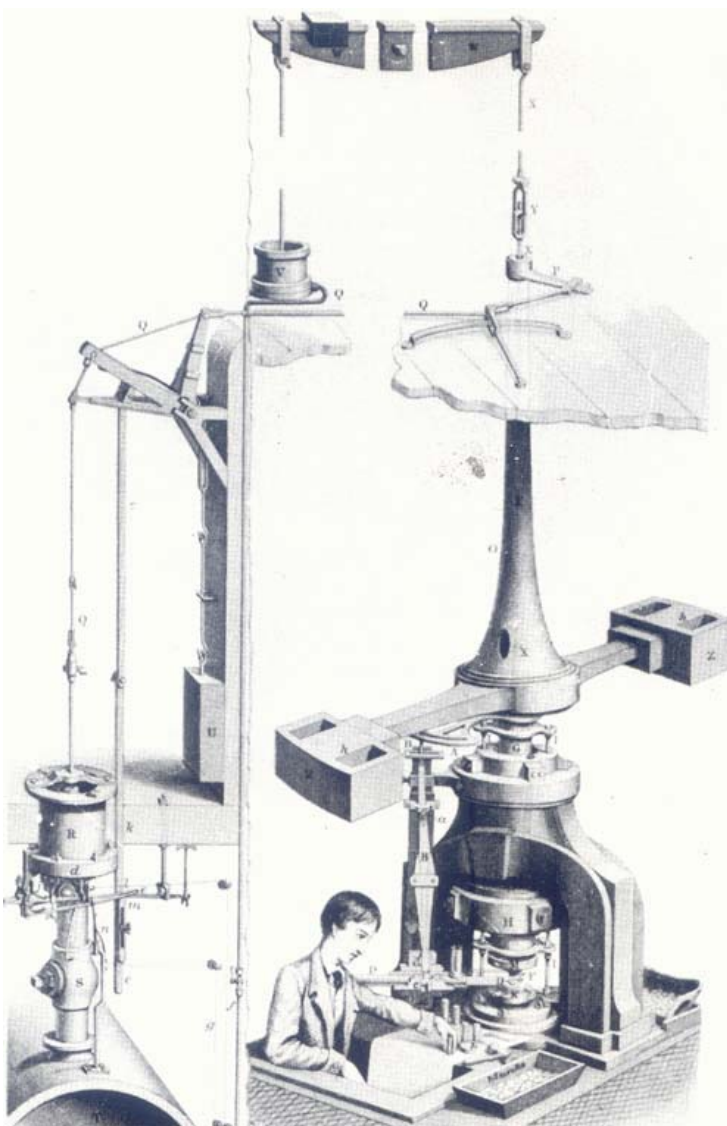


Ilustración 33 – Prensa de Boulton

Las prensas Boulton fueron instaladas en 1812 en la nueva Ceca londinense de Tower Hill, posteriormente varias Cecas en Portugal, Rusia, Dinamarca, México, etc., compraron las prensas de Boulton y Watt. En total unas 75 prensas Boulton fueron suministradas a diversas Cecas. Esta primera prensa redujo los costes laborales, no haciendo necesario el empleo de trabajadores para mover los brazos de la prensa de volante, pero en su defecto, era muy grande, ruidosa y poco manejable.

Dietrich Uhlhorn (1764-1837), ingeniero alemán autodidacta, inventa hacia 1812 la prensa monetaria que lleva su nombre que introduce las prensas knuckle-joint como estándar a seguir durante más de 100 años. Esta máquina sustituye la presión hecha por el husillo de la prensa de volante por la ejercida por una palanca. La prensa sufriría posteriores modificaciones por Uhlhorn y fue patentada en 1817. Sus prensas se mantuvieron básicamente sin modificaciones durante los siguientes 100 años y era capaz de acuñar unas 90 monedas por minuto, de cualquier diámetro y con cualquier estriado o inscripción en el canto. Mientras las prensas de Volante producían un impacto descontrolado, las prensas “knuckle” trabajaban a presión constante (regulable) y la acuñación siempre era igual e uniforme, además de que los cuños no se chocaban en ausencia de cospel. La prensa Uhlhorn fue predominante en el mercado con más de 200 prensas construidas por la empresa de Uhlhorn y más de 350 por empresas bajo licencia.



Ilustración 34 - Prensa Uhlhorn accionada por el vapor

En 1833, el método Uhlhorn es mejorado por el joven francés Thonnelier (acusado de plagio) y usando la presión ejercida por el mecanismo knuckle añade un nuevo sistema de alimentación de cospeles y retirada de monedas. Thonnelier no tenía fábrica y sus diseños en papel eran fabricados por otras compañías o cecas. Una de las primeras compañías en copiar las mejoras de Thonnelier fue James Watt & Company, regentada por el hijo de James Watt y en Barcelona por la Maquinista Terrestre y Marítima en 1841 (en aquellos tiempos llamada talleres Valentín Esparó). Por la mitad del siglo XIX, al ir venciendo las patentes de los distintos modelos, surgen varias compañías que implementan y hacen rectificaciones de los planos. Taylor funda la británica Taylor & Challen. En EEUU la primera prensa Thonnelier (un modelo inicial prototipo) fue rediseñada y construida por Peale ingeniero de la Ceca de Philadelphia en 1836, siendo sus ideas la base de las prensas que posteriormente realizasen las compañías Morgan Orr y Bliss de EEUU. La prensa Thonnelier estuvo unos 100 años en servicio en la FNMT con las debidas correcciones.

A comienzos del siglo XX, la firma alemana Schuler comienza la fabricación de prensas monetarias con algunas mejoras al mecanismo knuckle y el viejo sistema de alimentación de Uhlhorn. Schuler inventó la prensa horizontal con los troqueles montados en un eje horizontal y los cospeles alimentados por la fuerza de la gravedad, en lugar de prensas verticales con los troqueles sobre un eje vertical moviéndose arriba y abajo y alimentando cospeles horizontalmente. Schuler también es artífice de otras ideas que perduran actualmente, como el indexado de cospeles entre los troqueles mediante un disco giratorio de alimentación, así como la acuñación múltiple para monedas en calidad Proof.

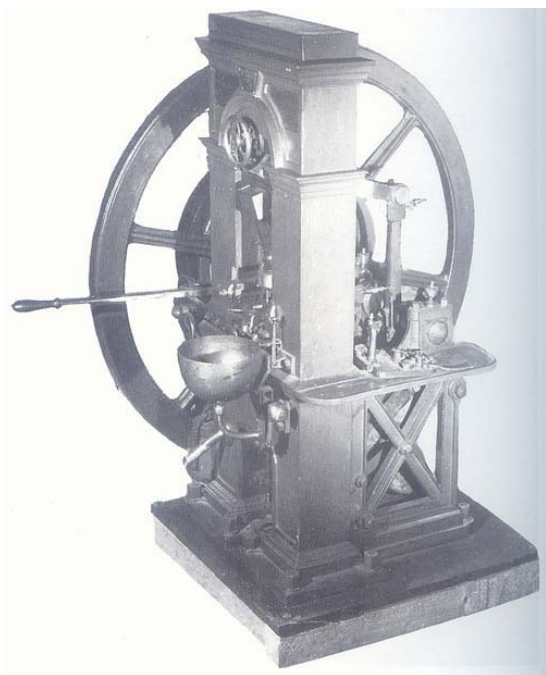


Ilustración 35 – Prensa Thonnelier

El sistema knuckle joint (nudillo o rodilla) consiste en a partir de un movimiento excéntrico como el del volante de inercia, pasar ese movimiento a lineal alternativo (arriba y abajo), como cuando encoges una rodilla y la estiras. Al estirar descende el troquel superior y acuña la moneda, y al contraer la rodilla asciende el troquel superior y sube el inferior para retirar la moneda y alimentar un nuevo cospel (mano mecánica).

Las calderas siempre estaban en otras salas apartadas de las salas de acuñación porque las partículas de carbón, humo, etc. afectarían la calidad de la acuñación. Se transmitía la energía del vapor hasta las máquinas acuñadoras a través de largas barras o ejes y poleas. En general, las primeras prensas automáticas funcionaban con carbón y después con gasóleo y posteriormente en el siglo XX con electricidad.



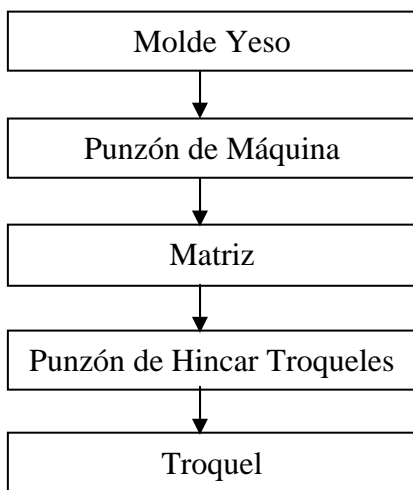
Ilustración 36 – Prensa Taylor, Madrid.

Las primeras llegaron desde Inglaterra en los años 20 de la marca británica Taylor Challen. Fueron el estándar FNMT hasta los años 70. Podían acuñar 120 monedas minuto.

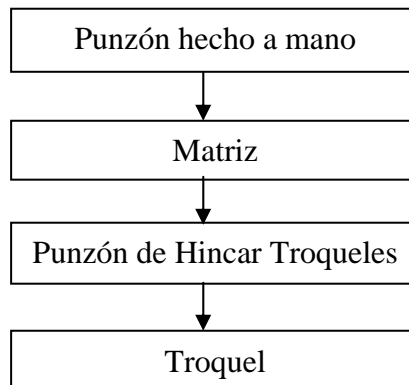
6.2. Fabricación de Troqueles y herramientas asociadas (1780-1945)

6.2.1. Troqueles (1780-1945)

(1) Troqueles usando el pantógrafo



(2) Matrices grabadas a mano



Allí donde la revolución industrial llegaba, más y más monedas se necesitaban. Para hacer estas monedas los troqueles debían ser grabados a mano y esa técnica no podía abastecer la nueva demanda de monedas.

Aparece un nuevo material más resistente para la elaboración de los troqueles idea de Huntsman, siendo usado hasta hace pocas décadas. Este nuevo material está compuesto por acero con alrededor de un 1% de carbono, ablandándose cuando se recocía y haciéndose extremadamente duro cuando se templaba.

El problema de la laboriosa fabricación a mano de los troqueles se solucionó con el uso de una matriz o troquel maestro, del que se crea por prensado una copia en positivo, relieve hacia fuera, llamado punzón de hincar troqueles y de este mediante una prensa se imprimía su diseño en una punta de acero, dando lugar al troquel en negativo, que se templaba para endurecerlo calentándolo a altas temperaturas y enfriándolo súbitamente en un baño de aceite. Después del mecanizado, mediante un torno se daba forma al troquel para encajar en el útil de la prensa, y después de su pulido, quedaba listo para acuñar monedas.

Cada troquel era capaz de acuñar unas 25 mil – 50 mil monedas. Y ahora el poder de multiplicación es enorme, pues a partir de un punzón de hincar troqueles se pueden crear varios cientos de troqueles capaces de acuñar millones de monedas.

La consistencia de un mismo diseño en una moneda ahora se podría lograr con facilidad, solo hacía falta quitar la fecha en un punzón de hincar troqueles y por prensado obtener una nueva matriz en la que se grababa la fecha.



**Punzón sin fecha, 2 centavos Bolivia
[Glenn MURRAY]**



**Ilustración 37 – Grabador usando maceta y
buril**

El proceso de hincado, mediante una prensa volante, por el que se creaban matrices, punzones de hincar troqueles y los troqueles finales, necesitaba más presión que la ejercida por los troqueles en la acuñadora, de 2 a 3 veces más presión. Además cuanto mayor era el módulo de la moneda más prensados o hincados eran necesarios, siendo solo suficiente un prensado para pequeños troqueles.



**Lupa, bola de grabado, maceta, buriles, etc. Puesto de Grabador en el Museo de la Casa
de la Moneda de París. <https://www.facebook.com/ceca.segovia>**

6.2.2. Pantógrafos (1780-1945)

El grabado de la matriz, mediante punzones, era un trabajo lento y costoso y era más fácil que existiesen diferencias de diseño o tamaño en las monedas múltiples o submúltiplos de diferentes valores que compartían un mismo diseño o retrato. La solución recaía en máquinas copiadoras de diseños, que a partir de un modelo, llamado molde, fuesen capaces de reproducirlo a un tamaño menor, igual al tamaño final de cada moneda para asegurar la consistencia de diseños.

El pantógrafo tenía un puntero que recorría el molde y lo reproducía, mediante una herramienta de corte o fresa, a una pieza de acero del tamaño final de la moneda, que se llamaba punzón de máquina y a partir de este se obtenía la matriz por hincado.

Al aparecer los pantógrafos con herramienta de corte rotante se necesitaba menos presión para reproducir el punzón de máquina y también menos presión era ejercida por el puntero en el molde, lo que permitió que los moldes pudiesen ser menos duros, empleándose por ejemplo moldes de cera recubiertos por una capa de metal depositada por electrolisis, [moldes/modelos llamados galvanos en inglés](#).

Para hacer la reducción el puntero comienza por el centro del molde, y es necesario que la velocidad a la que rota el puntero en el centro fuese mayor a la de la periferia. Fue Janvier el primero en crear un pantógrafo de estas características a mediados del siglo XIX.

Cuando las herramientas de corte se fueron haciendo más finas, capaces de hacer cortes de 0.25 mm de precisión ya se pudieron usar moldes de yeso como en la foto.



Ilustración 38 – (A) Punta de acero, (B) troquel hincado, (C) troquel mecanizado .



Ilustración 39 - Moldes de yeso, troqueles, herramientas de grabado

6.2.3. La Virola o Troquel de Canto (1780-1945)

La virola es una pieza de acero, en forma de anillo o collar, que contiene al cospel inmóvil en el momento de la acuñación, durante fracciones de segundo, y que permite que la moneda sea perfectamente redonda.

Existen 2 tipos de virolas, la virola sin segmentar, o de una pieza, primera en usarse en prensas volantes, que permite dar forma estriada o lisa al canto. Y la ‘Virole brisée’ o virola partida o segmentada, **inventada por Droz sobre 1783 y primeramente usada en prensas Volantes y posteriormente en la prensa de Boulton**. La ‘Virole Brisée’ estaba formada por 6 segmentos (podían ser 3) y permite acuñar leyendas y motivos en el canto de la moneda en alto relieve. La ‘Virole Brisée’ se abría y se cerraba alrededor del cospel en sincronía con el momento de acuñación.

6.3. Preparación del riel (1780-1945)

Primero mediante un horno de carbón y más tarde gas ciudad y gasolina, el metal contenido en crisoles era fundido para después verterlo en moldes y así obtener lingotes sólidos.



Ilustración 40 – El metal fundido se vertía en la rielera, con moldes en forma de lingotes

El lingote no tenía aún un grosor adecuado para poder obtener los cospeles, y necesitaba pasar varias veces por la laminadora, en la que los lingotes pasaban entre dos rodillos que prensaban la tira metálica, estirándola hasta obtener el grosor requerido. Cuando el riel se endurecía era necesario un recocido del mismo para volver a laminarlo. Si el riel se hacía muy largo este se cortaba en trozos menores.

Una vez obtenido el riel con un grosor igual a los cospeles a conseguir este se recocía en hornos para ablandarlo internamente y así poder trabajarlo más fácilmente. Se necesitaba una gran protección contra la oxidación que podía surgir en el proceso de recocido y los rieles eran metidos en el horno en cajas selladas y los rieles de plata y cobre en carros de hierro con una tapa también de hierro.



Ilustración 41 – Laminadora de rieles

6.4. Fabricación de los cospeles (1780-1945)

Apareció la primera maquinaria automática para agujerear el riel y obtener los cospeles, estas máquinas eran alimentadas manualmente, y el operario tenía que mover hacia delante la tira metálica al ritmo de la máquina.

Los cospeles recién cortados pasaban entonces por el tórculo que creaba un pre-listel, que entre otras cosas favorecía la acuñación del listel en la moneda, que evitaba su desgaste. El tórculo estaba formado por un conducto por el que pasaba el cospel y mientras este giraba era presionado en su canto, levantándolo y creando su pre-listel y eliminando las rebabas dejadas por el corte del cospel.

Después el cospel debía ser recocido para ablandarlo, eliminando tensiones internas para facilitar su acuñación. Aparecieron, a principios del siglo XX, hornos rotatorios de recocido para cospeles como en la siguiente ilustración.

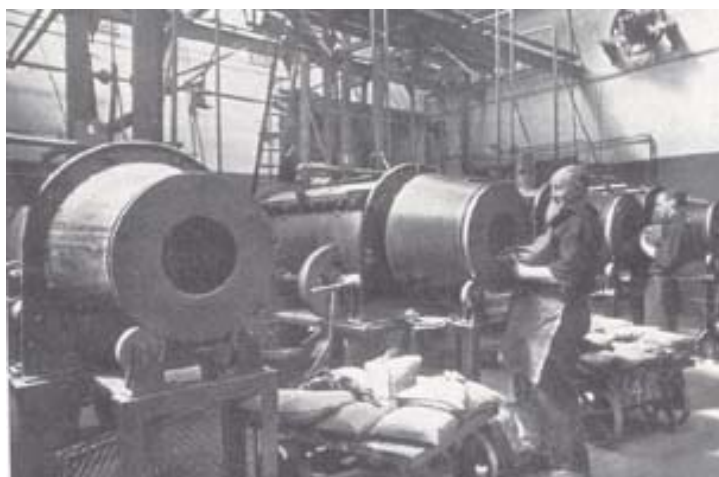


Ilustración 42 – Hornos rotatorios de recocido para cospeles

Al recocido de los cospeles les seguía su lavado, ya que en el recocido se formaba óxido en los cospeles y estos tenían que ser limpiados, primero en una solución química y después con un baño de agua y jabón que dejaba su superficie brillante.

Posteriormente eran secados, al principio se usaban bandejas con serrín caliente y años más tarde máquinas de secado.

6.5. Control del metal (1780-1945)

La nueva demanda de monedas de este periodo (1870-1945) requería procesar grandes cantidades de oro y plata. Se producían pérdidas o mermas al evaporarse metal en los hornos, al verter el metal fundido en los moldes de los lingotes, al limpiar con agentes químicos los cospeles para abrillantarlos. Las pérdidas podían ser elevadas y eran necesarios métodos de peso y cuenta que permitiesen mantener un registro y hacer un control de los metales.

Los cospeles de metales no valiosos se pesaban en lotes y se podían realizar ajustes en su peso al hacer un mayor o menor tratamiento químico al proceder a su limpieza. En cambio los cospeles de oro y plata eran pesados de uno en uno, y cuando un cospel excedía el peso estándar este era cepillado o limado, quitándole metal para que su peso fuese correcto.

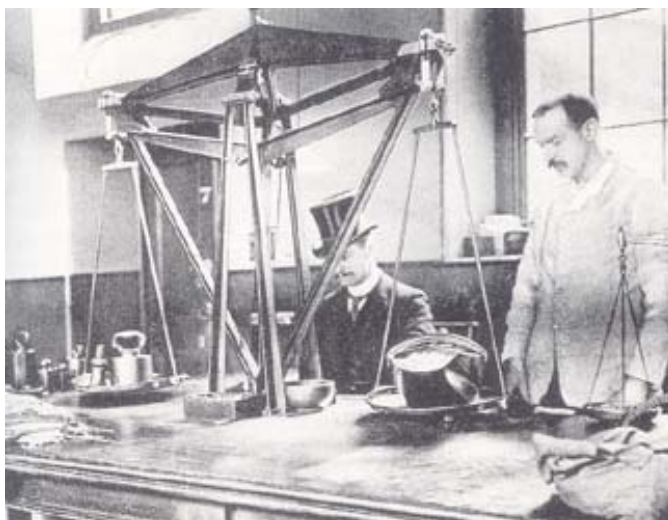


Ilustración 43 – Juez de balanza, pesando Bullion

En 1850 aparecen las balanzas automáticas que podían comparar el peso de los cospeles de oro y plata con un peso estándar, y ordenarlos por peso menor, igual, o mayor al estándar. Lo que facilitó enormemente la tarea de pesado.

En la inspección de las monedas recién acuñadas se realizaba un examen visual para detectar monedas defectuosas y también **se golpeaban las monedas de plata y oro contra un bloque de acero para comprobar su sonido o tintineo especial y detectar monedas defectuosas.**

La cuenta de las monedas se realizaba colocando las monedas en tableros con un determinado número de agujeros del tamaño de la moneda que se estaba fabricando. A finales del siglo XIX aparecieron las máquinas contadoras.

7. Fabricación actual FNMT RCM

7.1. Historia de la FNMT RCM

Debemos retroceder a la Edad Media para encontrar la primera referencia de la Ceca de Madrid, origen de la actual Fábrica Nacional de Moneda y Timbre - Real Casa de la Moneda. Las primeras monedas con la marca de ceca M datan del reinado de Enrique IV a mediados del siglo XV, aunque no atestiguan el establecimiento fijo de una ceca en la capital, y bien podían provenir de cualquiera de los 150 talleres monetales de aquella época.

En 1614 Felipe III otorga el privilegio de acuñar moneda al Duque de Uceda, y se establece la ceca de Madrid en la calle Segovia y en 1618 se fabrican las primeras monedas a martillo con marca de ceca MD.

En 1718 la ceca fue incautada y se incorporó a la corona, en aquel tiempo disponía de molinos movidos por caballería, no movidos por agua como en Segovia, para laminar las tiras metálicas y disponía de prensas volantes para labrar las monedas. En 1730, se producen mejoras, se empezó a acordonar el canto de las monedas, y los hornos de fundición que se ventilaban con fuelles, que necesitaban la fuerza de 8 hombres, pasan a ser accionados por caballos.

En el siglo XVIII se estandariza la producción de troqueles, mediante los punzones y las matrices. Gracias a la mayor presión ejercida por grandes prensas volantes para hincar los punzones en troqueles y viceversa. Surge el grabado realista del busto del rey y detalles como la peluca o cabello o nariz (Carlos III).

Tomas Francisco Prieto, nombrado en 1761 grabador general de España e Indias, y de su majestad Carlos III, crea la primera escuela de grabadores en 1772. El puesto de grabador general implicaba realizar el diseño del busto del Rey, y crear las matrices que serían enviadas al resto de las cecas. En el año 1772 de Madrid, Sevilla, Segovia, Méjico, Guatemala, Santa Fe, Potosí, Lima, Popayán y Santiago de Chile, las matrices habían salido de las hábiles manos de Tomás F. Prieto.

En 1804, durante el reinado de Carlos IV, se compran al suizo Droz, volantes con virola partida y alimentación automática de cospeles. Pero no fueron usadas hasta 1833 para inscribir leyendas en el canto y la alimentación automática nunca fue posible al no usarse máquinas de vapor. **Se creó también en 1804 el Departamento de Grabado y Construcción de Instrumentos y Máquinas para la Moneda, dependiente del grabador general, Pedro González de Sepúlveda**, destinado a instruir a los grabadores de España y de las Indias en la multiplicación de los troqueles e implantar la prensa Volante de Droz a toda la producción.

En 1861, se abandona la ruinoso casa de Segovia y la Reina Isabel II inaugura la fábrica situada en la Plaza de Colón, entrando en funcionamiento la máquina de vapor de 25 C.V. (comprada a Inglaterra) que mediante correas y árboles de transmisión, era capaz de mover los volantes de las prensas Thonnelier acuñando plata y oro.

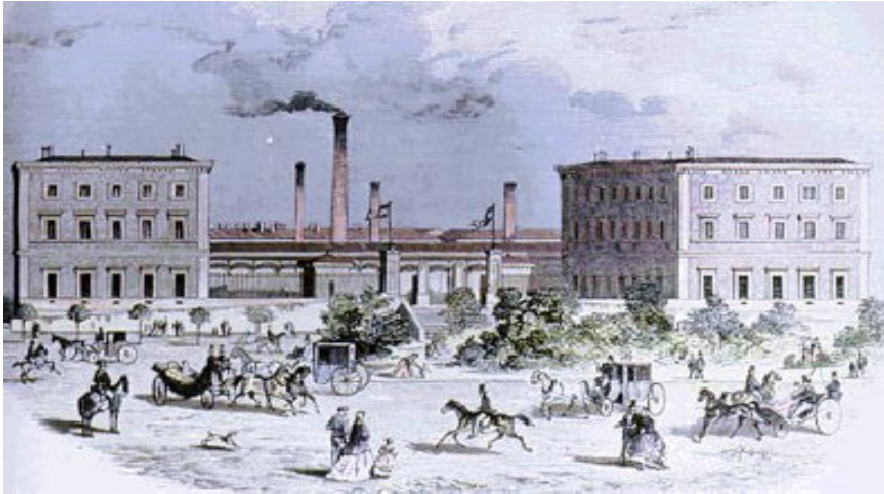


Ilustración 44 – Grabado de 1865 de la Ceca de Madrid situada en la plaza de Colón

En 1862 se compraron balanzas automáticas al ingeniero Napier, en Londres, que permitían el pesaje automático. En 1864 se contrata a la ‘La Maquinista Terrestre y Marítima’ de Barcelona para la construcción de maquinaria entre las que destacan 5 prensas Thonnelier de distintos tamaños, movidas por vapor y en 1866 la instalación se completa y se cuenta con las máquinas más modernas de la época y cuyo funcionamiento durante una centuria dio lugar a las monedas cuya factura se puede comparar con las mejores de la época.

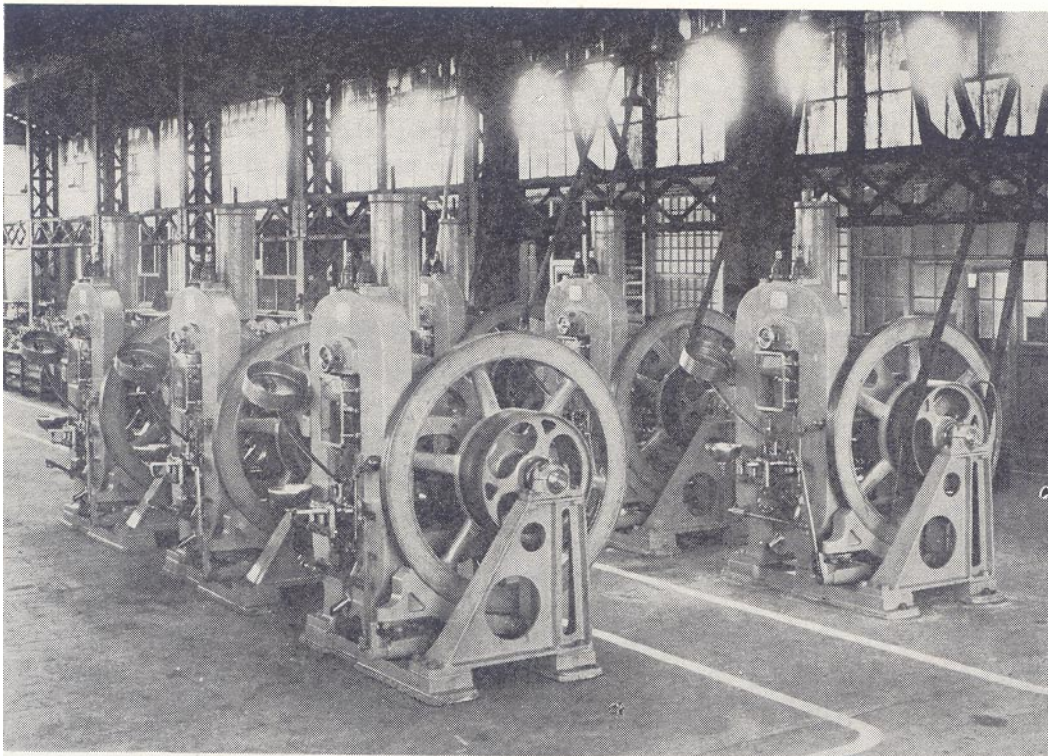


Ilustración 45 – Prensas Taylor construidas en la antigua Sociedad de Construcción Naval

Hasta 1868 en España había varias casas de moneda o Cecas, las de Sevilla, Segovia, Barcelona, Madrid que daban servicio a todo el territorio nacional. Cada fábrica tenía su propia marca de ceca que consistía en una estrella con un número de

puntas particular. En 1869 el Gobierno Provisional decide cerrar las casas de moneda y centralizar toda la producción existente en la de Madrid.

El edificio era compartido con la fábrica de sellos, aunque cada organización era diferente, hasta que en 1893, la Reina Regente María Cristina, fusiona ambas fábricas bajo el nombre de Fábrica Nacional de Moneda y Timbre

El aumento continuado de la demanda de trabajo y la obsolescencia de la fábrica de la Plaza de Colón creó la necesidad de construir un nuevo edificio para albergar la actual fábrica rodeada por las calles: Jorge Juan, Duque Sesto y Maiquez. En 1970 era inaugurado el nuevo edificio de la FNMT en la calle Jorge Juan.

El 25 de Junio de 1999, la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (F.N.M.T.) pasa a denominarse Fábrica Nacional de Moneda y Timbre – Real Casa de la Moneda (FNMT - RCM) que además de emitir monedas, medallas y sellos, también es la encargada de fabricar documentos como el DNI, pasaporte, lotería, etc. Hoy en día también la FNMT emite identificación mediante certificado digital y DNLe (DNI electrónico) para hacer tramites por internet.

La FNMT RCM también acuña moneda de otros países, habiendo tenido pedidos de producción de moneda circulante de Bangladés, Bolivia, etc. Además nuestros artistas grabadores han modelado y grabado troqueles para Israel, Marruecos y países Latinoamericanos, en especial para las monedas conmemorativas de la serie Iberoamericana.

En la segunda década del siglo XXI la FNMT ha acuñado moneda circulante de países como Letonia, Georgia, Túnez, Uruguay, Chile y Honduras. Además ha fabricado monedas de colección para países como Uruguay, Paraguay, Argentina, Perú, Ecuador y Nigeria que son actualmente clientes internacionales del Departamento de Moneda de la FNMT.

La FNMT RCM ha sido innovadora, siendo por ejemplo la primera Ceca de mundo en incorporar la imagen latente (holograma) en superficies rígidas, sistema de seguridad patentado, que aparece por primera vez en la moneda de 500 en 1993 y posteriormente en las de 2000 pesetas. La forma de la moneda de 50 pesetas con su canto fresado fue la precursora de la forma de la moneda de 20 céntimos de Euro que recibe el nombre de ‘Flor Española’.

El antiguo señoraje, o impuesto del noble o autoridad sobre la acuñación de metales, era recaudado por el maestro de moneda, y estaba basado en la diferencia entre el valor metálico intrínseco y valor estampado de cada moneda. Hoy en día con monedas fiduciarias con aleaciones de segunda de muy poco valor intrínseco se genera un señoraje a los gobiernos, que en USA en el año 2006 supuso 665 millones US\$.

7.2. Fabricación de los Troqueles

Los artistas-grabadores de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre – Real Casa de la Moneda (FNMT RCM), comienzan la producción de los troqueles con la realización de diversos proyectos sobre el tema propuesto para la moneda, que culminan en diferentes bocetos con distintos motivos o diseños.



Ilustración 46 - El grabador artístico Alfonso Morales revisa unos bocetos

En el anverso de las nuevas monedas de Euro, el tema elegido para las monedas de 1, 2 y 5 céntimos fue la arquitectura española, en las de oro nórdico los proyectos giraban en torno a un destacado personaje español conocido universalmente. Y por último las monedas bimetálicas deberían tratar sobre la Familia Real. Finalmente es el Gobierno el encargado de seleccionar el motivo de la moneda de entre todos los proyectos/bocetos presentados.

Pasos para la elaboración de los troqueles

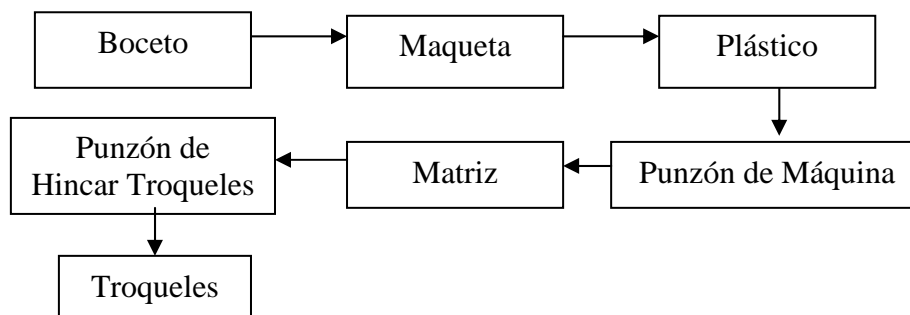




Ilustración 47 – Maqueta



Ilustración 48 - Creando el plástico por vaciado vertiendo resina de epoxi.



Ilustración 49 – Plástico siendo trazado en el pantógrafo

A partir del **boceto** en papel seleccionado se crea un molde en tres dimensiones de plastilina o arcilla, llamado **maqueta**, siendo su tamaño entre 4 y 6 veces mayor que la moneda a fabricar. El diseño de plastilina es transferido por vaciado a un modelo de yeso, que será retocado, perfeccionando el diseño y los detalles, y luego por vaciado se crea el modelo de epoxi, resina resistente de color blanco, llamado **plástico** o **molde**.

El plástico es montado en una máquina copiadora y reductora, llamada **pantógrafo**, que transfiere el diseño del plástico a una barra de acero. En el pantógrafo, un puntero traza el diseño en tres dimensiones del plástico, mientras sincronamente, en el otro extremo del pantógrafo una herramienta de corte, copia y reduce el diseño del plástico, tallando una réplica de acero del tamaño final de la moneda, llamada **punzón de máquina** (positivo). La reducción por el pantógrafo es lenta, durando entre 24 y 72 horas, dependiendo del diámetro de la moneda. La herramienta de corte o fresa se lubrica durante el proceso con aceite lo que también permite enfriarla y eliminar imperfecciones del punzón de máquina. El puntero que copia el plástico rota lentamente en espiral y no define mucho los detalles porque rompería la resina de epoxi y es necesario retocar a buril el punzón de máquina. Así el punzón de máquina se perfecciona manualmente por el grabador agregándole detalles en el cabello, ojos y perfeccionando el relieve en general.

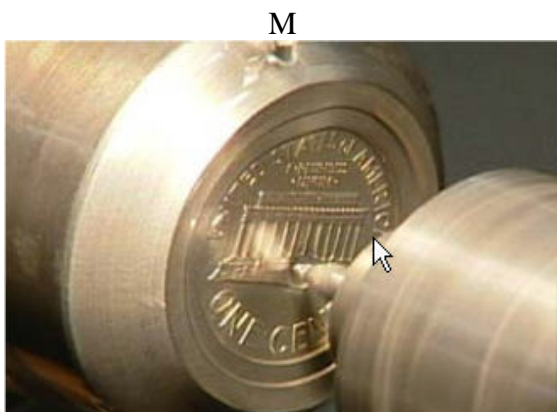


Ilustración 50 - La herramienta de corte o fresa, tallando el punzón de máquina

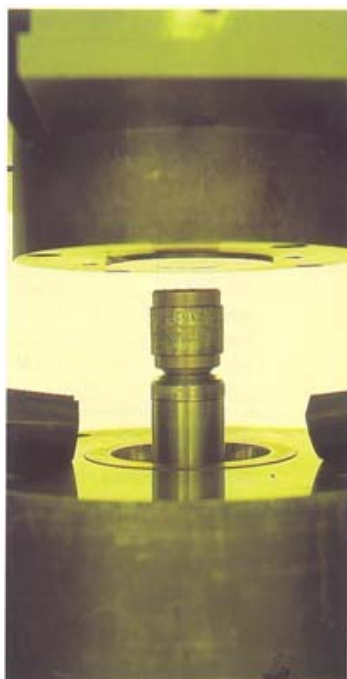


Ilustración 51 – Hincado en la prensa Hidráulica



Ilustración 52 - Punta de acero usada para obtener por hincado: la matriz, el punzón de hincar troqueles o los troqueles finales.

Mediante el proceso de hincado, empleando una prensa hidráulica, se transfiere el diseño del punzón de máquina, previamente templado para endurecerlo, a una punta de acero, previamente recocida para ablandarla, dando así origen a una copia en negativo que será la **matriz**, con diseño en bajo relieve. Se usa una barra de acero terminada en cono, llamada punta, porque mejora la calidad de la impresión. El número de impresiones punzón-matriz necesarias depende del tamaño de la moneda, a mayor diámetro mayor número de impresiones y para cada impresión la punta hay que recocerla, debido a que se endurece por la presión a la que es sometida.

Hoy en día solo se necesita un hincado para producir de un punzón un troquel y viceversa, con una presión de hincado próxima al doble de la presión de acuñación.

Mediante el proceso de hincado descrito anteriormente no solo se obtiene la matriz, además a partir de la matriz (negativo) se obtiene el **punzón de hincar troqueles** (positivo) y de este los **troqueles** finales (negativo) que serán montados en la acuñadora. Hasta cientos de troqueles pueden ser fabricados a partir de un punzón de hincar troqueles. Siempre que se transfiere el diseño a una punta de acero se invierte el relieve de positivo (hacia a fuera), a negativo (hacia a dentro), o viceversa.

Hoy en día gracias a los punzones de hincar troqueles un nuevo troquel final se hace en cuestión de horas.



Ilustración 53 – Un grabador afina los perfiles de un punzón

Los punzones y la matriz son retocados a buril por el grabador para perfeccionar su grabado, no sucede lo mismo con los troqueles finales que no sufren ningún retoque.

Cuando el **grabado** de una moneda se atribuye a un grabador este se encargó de retocar el punzón de máquina, mientras que si un grabador realizó el **modelado** de la moneda es que este elaboró el boceto y la maqueta ·3D en yeso.

El grabador utiliza múltiples herramientas en su trabajo como: buriles, cortadores, bruñidores, lentes de aumento, relojes de precisión de relieves, pasta de diamante, rascadores, cinces, etc.

En el punzón de hincar troqueles es donde el grabador da la altura definitiva a la moldura, que es el reborde que rodea el perímetro de la moneda y que se encuentra más elevado que el resto de relieves.

Para la fabricación de una tirada de un cierto valor, solo se elabora un punzón de máquina, una matriz, un punzón de hincar troqueles, y decenas de troqueles finales, tantos como sean necesarios para ir reemplazando los troqueles que se vayan gastando y cumplir con la tirada. Se habla de punzón de máquina en singular, o de matriz en singular, cuando realmente son dos barras de acero, una para la cara del anverso y otra para la cruz del reverso.



Ilustración 54 – Pulido de Troqueles con pasta de diamante



Ilustración 55 – Troqueles de una moneda de 2000 pesetas

Los troqueles finales son templados, calentándolos en un horno a una temperatura de 750° y enfriados rápidamente en un baño de aceite. Este templado permite que cristalice el acero y así el troquel sea más duro.

Los troqueles después pasan al mecanizado, que consiste en darles la forma mediante un torno automático, con control numérico, para que se ajusten al útil donde se aloja el troquel en la máquina acuñadora.

Después los troqueles finales son pulidos para conseguir el brillo de las monedas y la uniformidad del plano de las mismas, mediante una pulidora manual, con la que se pule con pasta de diamante el plano del troquel. Posteriormente los troqueles son cromados para endurecerlos y así poder acuñar más monedas con ellos. Finalmente los troqueles son probados en máquina, realizando acuñaciones de prueba antes de entrar en fase de producción.

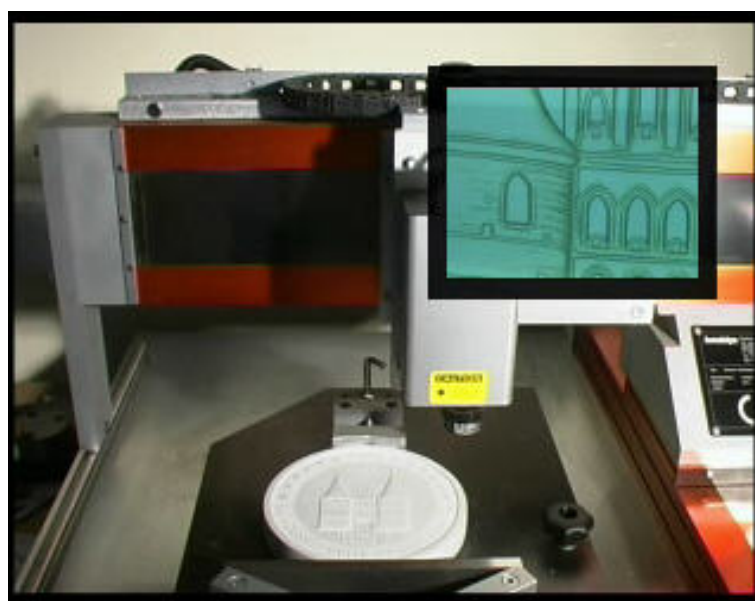


Ilustración 56 – Molde siendo digitalizado a un ordenador en la ceca de Berlín

Recientemente (principios de siglo XXI) el pantógrafo ha sido sustituido por un torno CNC, que es una máquina capaz de tallar un punzón de máquina o matriz a partir de un diseño por computadora en 3D con toda la información de los relieves de las caras de la moneda a fabricar. El modelo de epoxi se escanea y se produce una imagen vectorial con un mapa de puntos de coordenadas x,y,z de gran resolución. Luego la imagen 3D será tallada en la matriz mediante un torno CNC que puede usar una fresa o laser para tallar el punzón de máquina.

Además muchas cecas, como la ceca de Portugal, hacen un diseño 3D, sin boceto de papel, con un software de diseño vectorial y esta información se pasa al torno CNC, que talla la matriz. Siendo el proceso completamente digital sin necesidad de crear un modelo de epoxi. La máquina, torno CNC, que talla la matriz y anteriormente el pantógrafo mecánico, al microscopio dejan rebababas y no sacan exactamente todos los detalles, esos detalles hay que meterlos a buril. Que es lo que le da la magia. Jugando con el punzón o matriz para retocar cosas diferentes si el diseño está en positivo o negativo. El grabador sigue realizando un trabajo necesario.

7.3. Fabricación de los Copeles

La fabricación de los copeles dejó de realizarse en la FNMT RCM en los años 80 y pasó a realizarse en una fábrica externa porque resultaba más rentable económicamente. En este caso se describe principalmente el proceso de fabricación llevado a cabo por CECOSA (Compañía Europea de Copeles SA), propiedad de la FNMT RCM y Eurocoin, aunque las etapas de fabricación son extensibles a cualquier Ceca que produzca los copeles o fábrica suministradora de copeles.

CECOSA es una empresa situada en Madrid, cumple la normativa de calidad ISO 9002 y en la actualidad fabrica una gran parte de los copeles para monedas de Euro de toda Europa.



Ilustración – Bobina calada tras el corte de los copeles

En la actualidad la tira metálica de la que se obtienen los copeles ya no se produce ‘en casa’, ahora el punto de partida son las bobinas metálicas que suministran fábricas metalúrgicas. Así, las tiras de metal llegan a la fábrica en bobinas. Mediante desbobinadoras, la plancha o tira metálica es troquelada por unos punzones cortantes que agujerean las planchas a ritmo de entre 800 y 1000 **discos** por minuto. Alrededor de un 30% de la tira metálica resulta como desecho o cizalla, y será fundida para obtener nuevas planchas metálicas. Los discos lisos resultantes tienen el peso y la aleación de la moneda final y son **ligeramente mayores en diámetro** que la moneda final y poseen un canto rugoso.

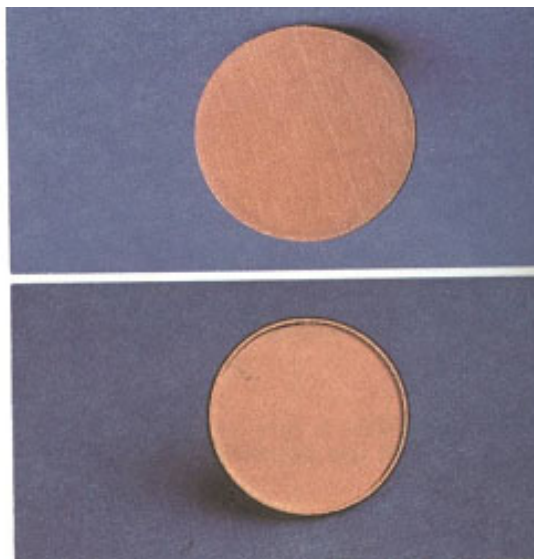
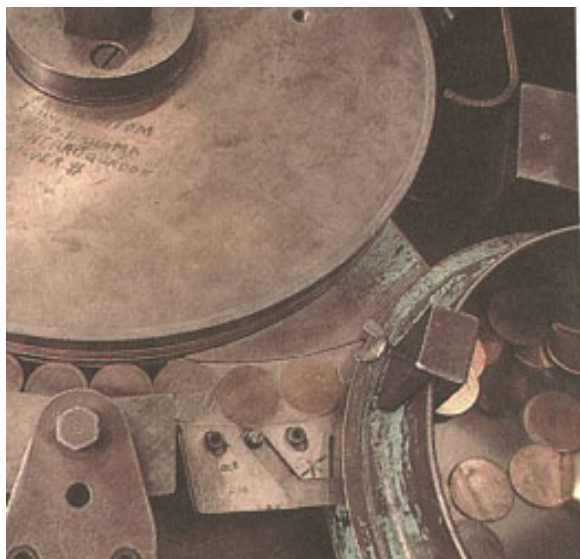


Ilustración 57 – Tórculo que convierte los discos en copeles.

Los discos lisos se airean y pasan por el tórculo que está formado por un tambor giratorio que ejerce una presión sobre el canto de los discos lisos que pasan a través de una ranura que se va estrechando gradualmente. Así se crea el listel (pre-listel) en el cospel necesario para facilitar la acuñación del listel en la moneda, que es el reborde que sale del canto de la moneda, que la protege del desgaste y que permite apilarlas. El pre-listel facilita la acuñación de la moldura del troquel, alargando así la vida del cuño, al no tener que desplazar tanto metal al acuñar el listel de la moneda.

Los cospeles son discos con listel (pre-listel). Un tórculo moderno puede fabricar más de 4.200 cospeles por minuto. El tórculo: no solo levanta el listel si no que elimina rebabas y rugosidades del canto.

El cospel resultante tiene, la aleación y el peso final de la moneda a acuñar, pero con menor diámetro para que entre bien en la cámara de acuñación, y pueda ser contenido en la virola. El golpe de acuñación expande lateralmente el cospel haciéndolo del tamaño de la virola y transfiriendo los detalles del canto, grabados en la virola.

Algunos discos se agujerean para producir el anillo exterior de las monedas bimetálicas de 1 y 2 Euros. Los cospeles de 1, 2 y 5 céntimos de acero, pasan después del torculado, por un proceso de galvanizado (ver glosario) para recubrirlos con una capa de cobre de 24 micras de espesor.

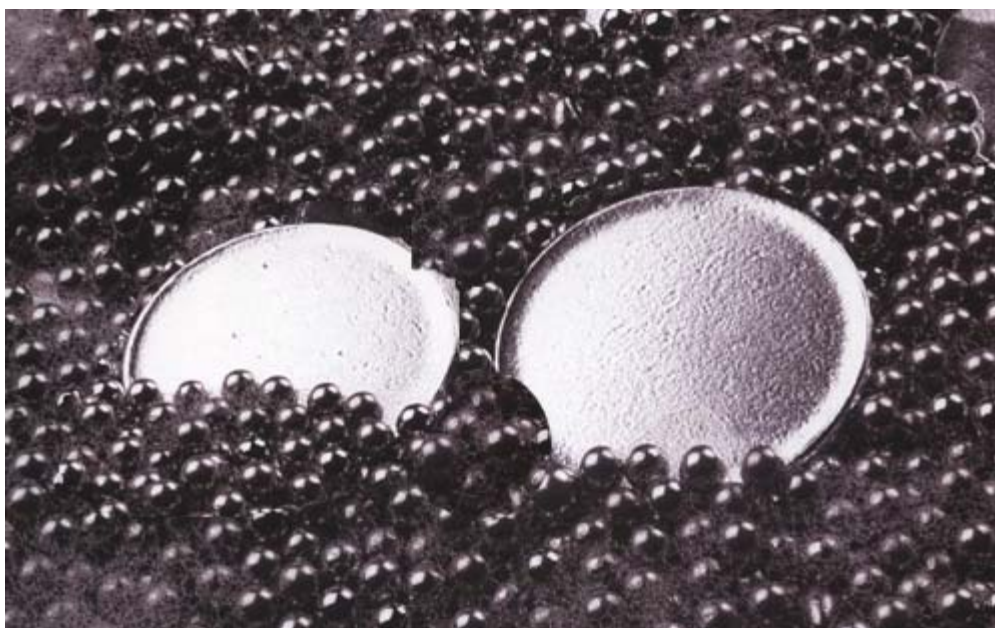
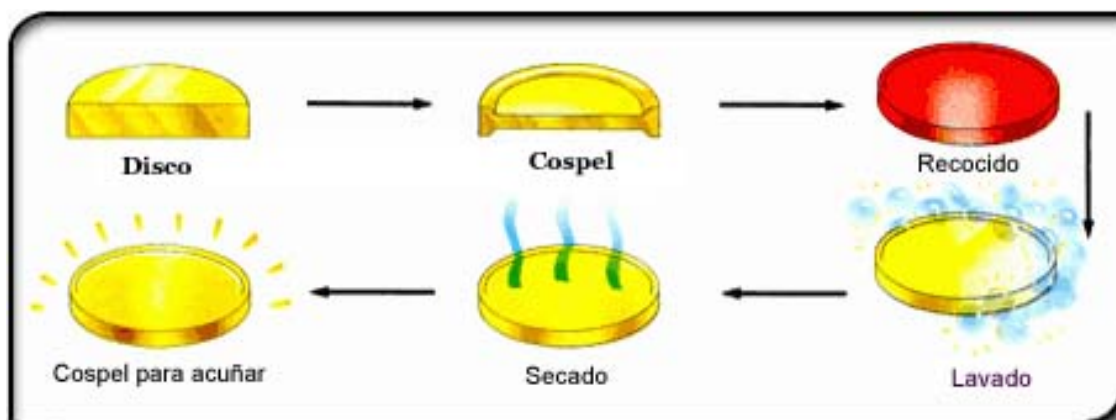


Ilustración 58 – Pulido de los cospeles mediante minúsculas bolas de acero.

Después los cospeles al estar endurecidos después del laminado, corte y tórculo, se calientan en la fase de recocido en unos hornos giratorios que distribuyen el calor uniformemente, a temperaturas próximas a los 850°, ablandando internamente el metal de los cospeles para facilitar su acuñación.

Posteriormente los cospeles pasan a unas lavadoras de tambor giratorio que pulen su superficie y los abrillantan y eliminan decoloraciones en su superficie, con baños de ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno y la agitación con minúsculas

bolas de acero y finalmente los cospeles pulidos se secan con una corriente de aire caliente y almacenan, para su posterior envío a la FNMT RCM. Tanto las prensas cortadores de discos, tórculos, hornos y lavadoras son de tecnología alemana.



Etapas en la preparación de los cospeles

Ilustración 59 – Etapas en la fabricación de los cospeles

En el último paso antes del empaquetado, denominado etapa de selección visual, los cospeles pasan por una cinta y un sistema automático de visión por computador dotado de una cámara es capaz de detectar cospeles defectuosos de tamaño incorrecto que serán retirados de la cinta mediante un chorro de aire. Este proceso se realiza por ambas caras del cospel.

Cuando el cospel tiene grabado leyendas u ornamentos incisos en el canto, este grabado se realiza mediante una grabadora de cantos y no por la virola durante la acuñación. Una moneda con el canto grabado por la grabadora de cantos es la moneda de 2 Euros.

Los cospeles bimetálicos están formados por un anillo y un núcleo que se ensamblan y la acuñación refuerza su unión. Esta unión del anillo y núcleo puede hacerse en la fábrica suministradora de cospeles, o en una prensa de acuñación, especial para monedas bimetálicas, unas fracciones de segundo antes de la acuñación por los troqueles.

El núcleo de los cospeles bimetálicos en las monedas euro está formado por 3 capas a modo de sandwich, en el que la capa interior es de Níquel en las monedas de 1 y 2 Euro, y las dos capas exteriores son de Cuproníquel para la moneda de 1 Euro y de cobre con aluminio en la moneda de 2 Euro.

Otro apunte interesante, es que el canto de la flor española, moneda de 20 cent, se produce durante la acuñación por los troqueles y virola. Y que la ranura del canto del cospel de 2 cent se produce en el momento de la acuñación por la virola.

7.4. Proceso de Acuñación

Los cospeles primero son contados y pesados y los válidos son depositados en tambores dosificadores que surten a las máquinas de acuñar según a la frecuencia a la que estén regulados. Dentro de la prensa de acuñación los cospeles descienden por un tubo que automáticamente hace que los cospeles caigan a una pila y de ahí uno a uno a un plato de alimentación (dial finger) que los indexa en interior de un anillo de acero llamado “virola”, de un diámetro que corresponde con el de la moneda y que los mantiene inmóviles por fracciones de segundo sobre el troquel fijo (generalmente el reverso) momento en el que se acuña la moneda. Además, la virola ejerce una presión lateral que evita que el metal se expanda dándole la dimensión adecuada a la moneda. Una vez el cospel esté inmóvil, comienza el prensado, y el troquel superior baja con gran fuerza e impacta al cospel, presionándolo simultáneamente entre ambos troqueles y la virola, produciéndose la acuñación simultáneamente de ambas caras y el canto.



Ilustración 60 – Modernas máquinas de acuñar de la FNMT

En la actualidad, la acuñación se realiza por medio de grandes y complejas prensas movidas por motores eléctricos capaces de acuñar unas 750 piezas por minuto, mientras que hace 30 años las máquinas acuñadoras eran solo capaces de lograr velocidades de 150 monedas por minuto. La FNMT RCM en la actualidad dispone de prensas GRABENER y SCHULER, ambas marcas alemanas.

La acuñación se realiza a diferentes presiones dependiendo del metal del cospel y de su módulo pudiendo llegar a 200 toneladas por cm².

Las prensas del nuevo siglo, con la más moderna tecnología van alimentándose de cospeles moviendo una tolva elevadora según sus necesidades. (banda transportadora de cospeles a la prensa) que con la ayuda de selectores, separan los cospeles defectuosos en diámetro o grosor sin la detención del proceso y totalizando las unidades producidas.



Ilustración 61 – Control de Calidad

Las monedas después de la acuñación caen fuera de la prensa y todo un lote pasa un control de calidad realizado por el acuñador de la prensa, para detectar defectos en los troqueles (variantes) en las monedas acuñadas, aunque estos sean prácticamente anecdóticos. Este control de calidad se realiza cogiendo algunas monedas de muestra y revisándolas mediante una lupa, buscando si **hay algún descromado, roturas o manchas**.

Si el lote es bueno se deja caer el contenido del cajilón intermedio al cajilón general. Las monedas salen calientes después de la acuñación. Las monedas que superan el control de calidad serán contadas y empaquetadas.



Moneda holandesa inutilizada, moneda gofre,
que no pasó el control de calidad

Si la moneda no pasa el control de calidad, todo el lote se envía a una prensa que las desmonetiza creando ondulaciones en la moneda. Son las llamadas monedas waffle, en español gofre. Estas monedas quedan inutilizadas para el uso en máquinas expendedoras. El estampado gofre empezó a usarse a finales del siglo XX.

Tanto cospeles como monedas rechazadas pasan por la prensa gofre/waffle.



Ilustración 62 – Control de Calidad. Proyector de Perfiles que sirve para revisar el estado y desgaste del troquel a partir de una moneda recién acuñada tomada como muestra

La vida de un troquel para moneda circulante es variable, en las monedas euro oscila entre 300.000 piezas y 1.000.000 de piezas, y depende mucho del motivo grabado y de la presión de acuñación necesaria, siendo mayor el desgaste del troquel a mayor presión. Las monedas de mayor diámetro o de metal más duro como la plata o acero necesitan presiones de acuñación mayor, al igual que las monedas Proof para conseguir un acabado de mayor calidad. A mayor presión de acuñado menor velocidad en piezas minutos de la máquina acuñadora. Cuando se acaba la vida productiva del troquel, por rotura, o por un desgaste que implique una pérdida de la altura del relieve en las monedas, estos se retiran y se inutilizan destruyendo los grabados de sus caras.

En el departamento de Control de Calidad, no sólo se estudia el estado del troquel, sino que se comprueba que las monedas tengan el correcto peso y la correcta aleación, cumpliendo las especificaciones.

Las prensas son capaces de acuñar cualquier valor, sin importar el diámetro ni el metal, solo hace falta cambiar la virola y troqueles de la prensa y establecer el un valor adecuado para la presión de acuñación. La presión necesaria para pequeñas monedas ronda las 40 toneladas por cm², mientras que para acuñar monedas más grandes en torno a 120 toneladas por cm².



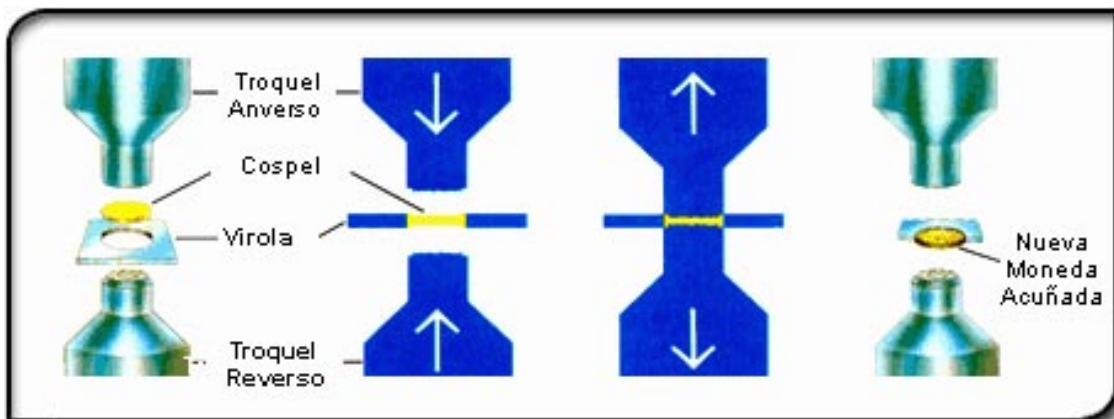
Hay prensas que lubrifican el canto de los cospeles con aceite para aumentar la vida útil de la virola. La presión en las nuevas acuñadoras se ajusta automáticamente, entre los valores de presión máxima y mínima fijados por el acuñador, adecuándose esta a pequeñas variaciones en el grosor del cospel o temperatura del troquel.

Ilustración 63 - Virola o troquel de canto

Las nuevas prensas son capaces de detectar fallos, como un cospel descentrado o una rotura o descantillado de un cuño, en la cámara de acuñación, que provocan una parada automática de la prensa. El acuñador toma las medidas oportunas en caso de anomalía y pone en marcha la prensa de nuevo. También es el encargado de limpiar los troqueles cuando a estos se adhieren restos de partículas de cospeles, aceite, polvo, etc. La US Mint que usaba prensas quad fabricadas en EEUU, que podían acuñar con 4 pares de troqueles 4 monedas en el mismo instante, cambio sus prensas monetarias por las más modernas prensas de fabricación y tecnología alemana. Lo cual eliminó la gran mayoría de las monedas con error o monedas falladas que a tantos coleccionistas entusiasmaban.

Finalmente las monedas se cuentan y se empaquetan en bolsas o cartuchos, revisando luego los paquetes por su peso. [Las bolsas son registradas con el número de monedas, valor de la moneda, valor total en euros, fecha y hora de empaquetado.](#) Y se envían al cliente, el Banco de España que hace pedidos a la casa de la moneda, y que se encarga de las labores de distribución a los demás bancos según sus demandas. Mediante una orden Ministerial se establece la tirada de cada valor ya sean monedas de colección o circulantes. [Los bancos tienen la misión de ir retirando monedas gastadas, feas o dañadas que se irán reemplazando con nuevas emisiones anuales.](#)

Otro punto importante trata sobre los flujos del metal en el momento de la acuñación. En el anverso de la moneda se encuentra el diseño principal con los puntos más altos de relieve lo que no favorece que en la otra cara el metal fluya por los huecos del troquel y se creen simultáneamente otros relieves, y se intenta que las zonas de relieve de una cara coincidan con zonas sin relieve en la otra cara. Esta es una explicación a la alineación de las caras con reverso girado 180°. Además el cospel debe tener el suficiente grosor para que haya suficiente metal para rellenar los huecos de ambos troqueles y así formar los relieves en ambas caras de la moneda de forma adecuada.



Proceso de acuñación

Ilustración 64 – La acuñación



Ilustración 65- Instalación de los troqueles en el útil que se monta en el prensa.
Instalación en el portatroqueles y a la prensa.

7.5. Puestos de trabajo en la FNMT

- **Artista Grabador:** Es el encargado de realizar el boceto de la moneda en su labor de diseñador, de crear la maqueta 3D en su labor de modelador y de repasar a buril el punzón de máquina, la matriz y el punzón de hincar troqueles en su labor de grabador.

Grabadores artísticos de las monedas de Euro de España:

1, 2 y 5 cents: Garcilaso Rollán y Esther González.

10, 20 y 50 cents: Begoña Castellanos y Esther González

1 y 2 € Luis José Díaz y Garcilaso Rollán.



Ilustración 66 - Grabadores FNMT. (De izda. A dcha.) Begoña Castellanos, Esther González, Luis Antonio García Ruiz (grabador jefe), Luis José Díaz y Garcilaso Rollán.

- **Grabador mecánico:** Su trabajo consiste en obtener a partir del plástico de epoxi el punzón de máquina, usando el pantógrafo.
- **Hincador-Pulidor:** Se encarga de pulir la matriz y los troqueles finales y de operar la prensa hidráulica para el hincado de la matriz, el punzón de hincar troqueles y los troqueles finales.
- **Acuñador:** Controla la prensa de acuñación. Controla la calidad del lote acuñado con una lupa, cambia los troqueles de la prensa, el filtro de aceite, etc.

7.6. Monedas Proof

En 1987 la FNMT fundó un nuevo departamento en la sección de fabricación de moneda, el ‘Taller de Acuñaciones especiales’ que se dedica a la acuñación de monedas Proof.

La definición de moneda Proof es: **la mejor moneda que se puede fabricar**. Son monedas pues de más calidad que las monedas circulantes o estandar, al emplearse troqueles y cospeles especiales y acuñarse con más cuidado. Los huecos del troquel se granean mediante un chorro de fina arena para conseguir el mateado en los relieves de la moneda, mientras que el plano del troquel es pulido con pasta de diamante para conseguir el brillo de espejo en el campo de la moneda. Por su parte, los cospeles empleados tienen más calidad, son cospeles Proof más satinados que han sido especialmente tratados.

En la acuñación, el cospel es puesto manualmente entre los troqueles en la acuñadora y este recibe la acuñación a menor velocidad y mayor presión que las monedas comunes y así conseguir el mayor detalle posible. El ritmo de producción es de unas 100-200 acuñaciones por hora. Las monedas Proof pueden recibir 2 ó 3 impactos de troquel para conseguir un relieve más marcado y tener un perfecto acabado. Una vez acuñadas las monedas son manejadas individualmente por el acuñador para que no se golpeen entre sí, como sucedería en las acuñaciones circulantes.

La vida media de un troquel Proof es de unas 300 piezas para evitar signos de desgaste en el troquel y así conservar la reflectividad del plano y toda la altura del relieve de la moneda. Cuando un troquel se pica ligeramente este se repara volviendo a ser pulido. Hasta 4 o 5 pulidos pueden hacerse para un mismo troquel, pudiéndose acuñar unas 2000 piezas. Algunas veces el troquel Proof es cromado y otras no. El cromado ofrece más resistencia del troquel pero a costa de una peor calidad.



Ilustración 67 - Moneda Proof ‘Olimpiadas de Barcelona’

8. El Pantógrafo

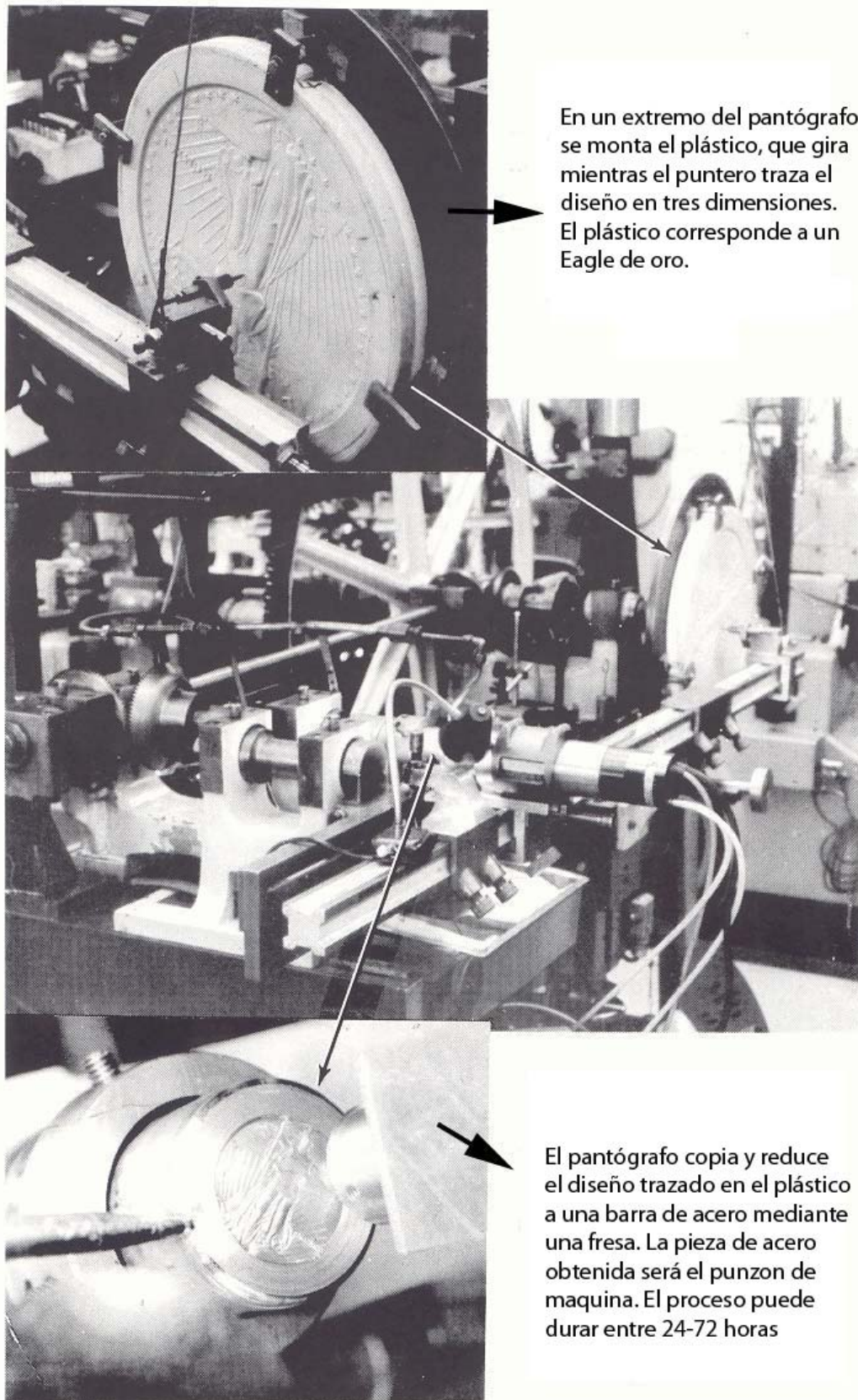


Ilustración 68 – El Pantógrafo hace una copia reducida

9. Medallas

Las medallas de pequeño diámetro se acuñan de la misma forma que las monedas, mientras que las medallas de gran diámetro son acuñadas varias veces hasta que los relieves queden bien formados. Entre acuñaciones la medalla es limada por el canto y calentada al rojo o recocida para ablandar el metal.



Ilustración 69 - La medalla es colocada manualmente entre los troqueles en una prensa especial que acuña a gran presión.



Ilustración 70 - Por efecto de la acuñación sin virola la medalla se expande y se lima su canto en un torno.



Ilustración 71 - La medalla es recocida para facilitar una nueva acuñación

10. Testimonio en la casa nacional de moneda de Lima

Hugo Ramírez Robles trabajó en la casa nacional de monedas de Lima, como pantógrafo utilizando un pantógrafo francés marca Janvier, desde el año 1985 al 1995, participando en la elaboración de dos conos monetarios: el Inti y el nuevo Sol Peruano.

“Lo aprendí de un viejo jubilado:

Primero el artista diseñaba a lápiz la moneda o medalla y luego lo reflejaba en plastilina, para pasarle a un negativo de yeso o escayola y luego por vaciado a un positivo de cobre llamado galvano, luego un nuevo grabador trajo la novedad de la resina, para que quedara más exacta la copia, el artista trabajaba con buril la maqueta, avivando los ángulos del relieve.

El secreto del pantógrafo está en su herramienta de corte, en este caso usábamos una fresa de 6mm de diámetro, afilada en 4 laterales (tipo diamante) y el filo de aquella punta era el secreto (enseñada por un viejo grabador que murió hace poco con la edad de 100 años, este grabador lo ví grabar troqueles a punta de cincel y buril, algo que ya no se verá) ya que se le pasaba una piedra de diamante a mano formando un arco que mediante una lupa tenía que tener el porcentaje de reducción de la pieza.

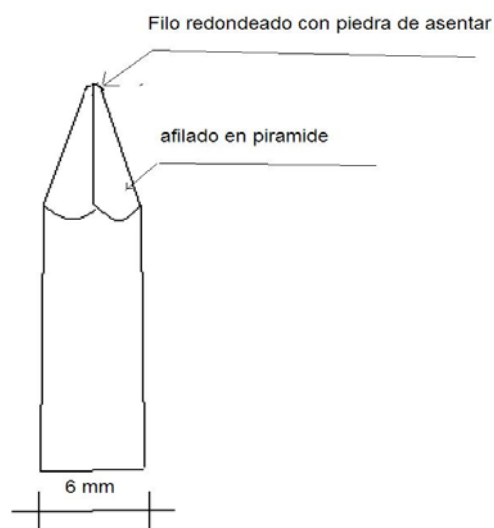


Ilustración 72: Fresa del pantógrafo.

Luego como sabes se centraba la máquina 5 veces (La maqueta con respecto al plato que lo sostenía, el plato con respecto a la barra, el troquel con respecto al portatroquel, la fresa con respecto a su portatroquel y los palpadores con respecto a la maqueta.

En cuanto a obtener la reducción exacta había en la parte posterior una regla numerada en centímetros que iba del 0 a 120 cm y mediante una regla de tres se calculaba la distancia a la que debía estar situada la maqueta respecto del troquel que estaba en el 0.

Luego tenías que ver cuántas pasadas le ibas a dar (una de desbaste⁴ y otra de acabado) dependiendo del relieve que había.

En la parte izquierda había una regla que estaba debidamente conectada con el portatroquel, este delimitaba el relieve del trabajo. Hicimos un estudio ya que la regla de nivel no estaba numerada y tenía cinco puntos (agujeros) entonces hacíamos reducciones para cada uno de ellos y formamos una gráfica de curvas para ver cuánto subía o bajaba el relieve. Como anécdota te contaré que encontramos el manual en francés, era unas hojas mecanografiadas que estaban traducidas al castellano muy mal, por eso la labor de investigación la realizamos con este grabador jubilado.

Yo hice el nuevo sol peruano , por el cual recibí una felicitación , ya que la copia salió tan buena que el grabador solo demoró una hora en retocarle, ya sabes los filos, duró la pasada total 3 días, ya sabes la máquina tenía insertada un bomba de aceite que refrigeraba la fresa pero había que estar atento.

En donde trabajaba lo hacían de manera que parecía que el tiempo se había detenido.

Bueno en cuanto a puestos había:

- **Grabador:** No existe una escuela de grabadores en el Perú,(yo postule a un puesto en el cual nos hicieron exámenes de dibujo para ello, quedé en el primer puesto, pero la desactivación de la ceca por parte del gobierno de Fujimori lo trunco). Entonces los que habían sido formados por el legendario Pareja y el italiano Pelletier, luego han cogido de Bellas Artes a escultores para que se especialicen pero no sé.
- **Acuñador:** es el maquinista propiamente dicho, en esta ceca todavía funcionaba 7 maquinas del año 1875.
- **Mecánico:** el que reparaba las acuñadoras y cambiaba de cuños.
- **Contador:** el que contaba y recontaba las piezas en bolsas de 100 o mil.
- **Laminador:** laminaba los flejes (rieles).
- **Punzonador:** el que cortaba de flejes a discos.
- **Cospeleador:** el que cospeleaba los discos.
- **Lavador:** lavaba los discos.
- **Panto grafista:** el que hacia las reducciones y pantografiaba letras en 2d.
- **Templador:** el que hacia el tratamiento térmico, recocía, templaba, revenía.

⁴ Quitar lo basto, eliminando metal del punzón de máquina en una primera pasada para facilitar el grabado de detalles en la segunda pasada de acabado.

- **Prensador:** *el que a partir de matrices hincaba cuños, para su proceso.*

El acero que usábamos era Boehler Sueco, de tipo v6n, su temple era de 820 RC. Teníamos una prensa moderna para hincar cuños, una alemana no me acuerdo la marca pero antes de ella usaban una prensa volante.

Las acuñadoras eran volantes las cuales con un motor central al girar hacían todo el proceso de acuñado, la alimentación era manual, el acuñador introducía los cospeles por un tubo, luego de cogerles de un cacharro y hacer con la mano el montón para que entraran por ese tubo.

En la ceca entraban los rollos (bobinas) de material para punzonear los discos, la fundición fue cerrada por tema político, actualmente traen los discos de afuera. Los troqueles no se reciclaban, al finalizar su vida esmerilaban su figura y se daba de baja, ya sabes que ese acero se podía utilizar recociéndolo pero no lo hacían, se iba directamente a la chatarra.”

11. La prensa de acuñación actual

Las prensas están cubiertas por una cabina aislante para evitar ruidos. En la actualidad las acuñadoras tienen capacidades máximas de 850 monedas por minuto y 10.000 kN de presión máxima de acuñación, siendo habituales fuerzas entre los 400kN y 1200kN y velocidades entre 600 y 700 piezas por minuto para la fabricación de las monedas circulantes de Euro.

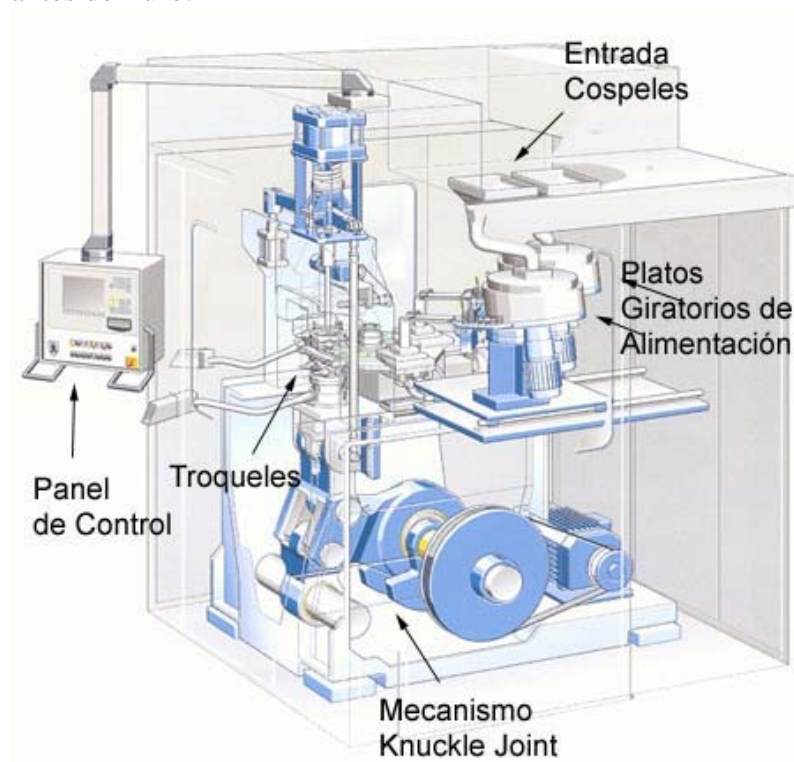


Ilustración 73: Interior de una máquina acuñadora

El mecanismo knuckle-joint (unión de nudillo) hace que la prensa actúe como un pistón que acciona el troquel superior y martillea los coseles. El impacto más corto en el tiempo de los troqueles en la acuñación knuckle-joint hace que la vida de estos se alargue y aumente el detalle de los relieves difíciles.



Ilustración 74: Panel de control



Ilustración 75: Disco giratorio de alimentación con alveolos para los coseles

El Control de la prensa lo realiza el acuñador desde un panel de control en el que introduce valores de variables como la presión máxima y mínima de acuñación. El panel de control muestra informes de operación, como por ejemplo número de piezas acuñadas, presión de acuñación e informes de fallas. También posee menús de ayuda.

Las prensas son alimentadas de cospeles automáticamente desde el exterior por una tolva elevadora de cospeles hasta plato vibratorio o giratorio. Los cospeles posteriormente pasan a la pila que es un depósito en el que esperan los cospeles y de esta pasan uno a uno al disco giratorio de alimentación que indexa el cospel correctamente centrado entre los troqueles en la cámara de acuñación.

Las prensas de última generación tienen sensores en la cámara de acuñación, que impiden que se produzcan la mayoría de los errores de acuñación que entusiasman a tantos coleccionistas. Estos sensores pueden detectar si el cospel está descentrado entre los troqueles, si falta el cospel, o una rotura de cuño, etc..



Ilustración 76: Virola segmentada de 3 piezas con leyendas incusas

La virola (llamada **tercer troquel o troquel de canto**) es una pieza fija de acero que contiene el cospel y que da el tamaño deseado a la moneda durante la acuñación. La virola descansa sobre unos muelles que le permiten moverse verticalmente para evitar su daño al sufrir un golpe por un troquel mal alineado o un cospel descentrado. En algunas Cecas se usa una virola segmentada en tres piezas, para la acuñación de leyendas en alto relieve en el canto. Esta virola partida, se abre y se cierra en sincronismo con los troqueles para expulsar la moneda o fijar inmóvil el nuevo cospel. Actualmente la FNMT graba las leyendas incusas de los cospeles en máquinas especiales para esa labor llamadas grabadoras de cantos, y usa una virola de una sola pieza para dar la forma lisa o estriada, flor española (20 cent), o de ranura central (2 cent) al canto.

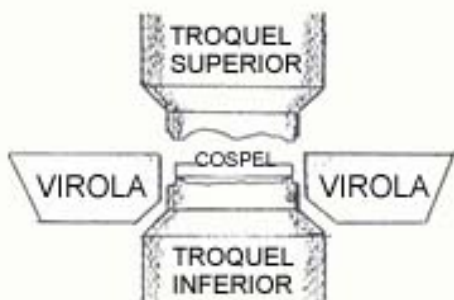


Ilustración 77: A) Cospel espera la acuñación

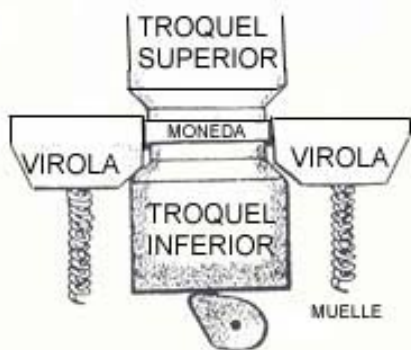


Ilustración 78: B) Acuñación

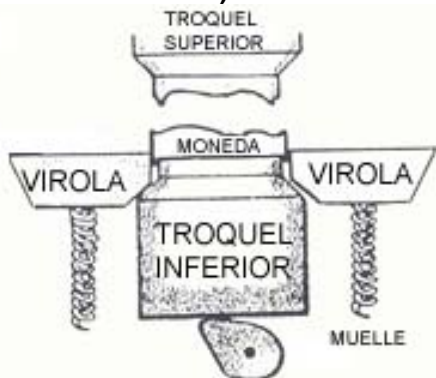


Ilustración 79: C) Retirada de la moneda

Además de acuñar monedas monometálicas redondas o de diferentes formas, las nuevas prensas pueden trabajar con monedas **bimetálicas**. Ya sea para la creación de anillos, unión y acuñación secuencial, o incluso el reciclaje de monedas separando su anillo y núcleo.

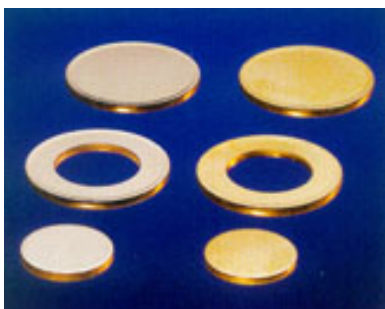


Ilustración 80: Creación del anillo de bimetálicas

El disco giratorio de alimentación introduce el cospel en la cámara o estación de acuñación perfectamente centrado entre ambos troqueles.

El troquel inferior se mantiene fijo, y es el troquel superior o móvil el que desciende con fuerza e impacta el cospel que es aprisionado por los troqueles y la virola quedando grabadas simultáneamente las improntas del anverso, reverso y las estrías del canto. Los troqueles tienen el diseño de las caras de la moneda en hueco (hacia dentro) y al impactar el troquel superior sobre el cospel el metal de este fluye por los huecos de ambos troqueles formándose los relieves de la moneda.

El troquel superior sube volviendo a su posición inicial. Después, el troquel inferior movido por una palanca asciende colocando la moneda por encima de la virola y esto permite que el disco giratorio de alimentación gire una posición retirando la moneda recién acuñada y dejando listo para acuñar el siguiente cospel. La moneda recién acuñada es expulsada por un tubo de salida al exterior de la prensa.

Con pocos cambios se puede transformar la prensa de acuñación en una prensa perforadora dedicada a la producción de los anillos de monedas bimetálicas. Las prensas taladran los cospeles que entran, creando el anillo exterior de una moneda bimetálica. También la prensa puede hacer el torculado del anillo levantando su canto y favorecer así la acuñación del listel de la moneda.

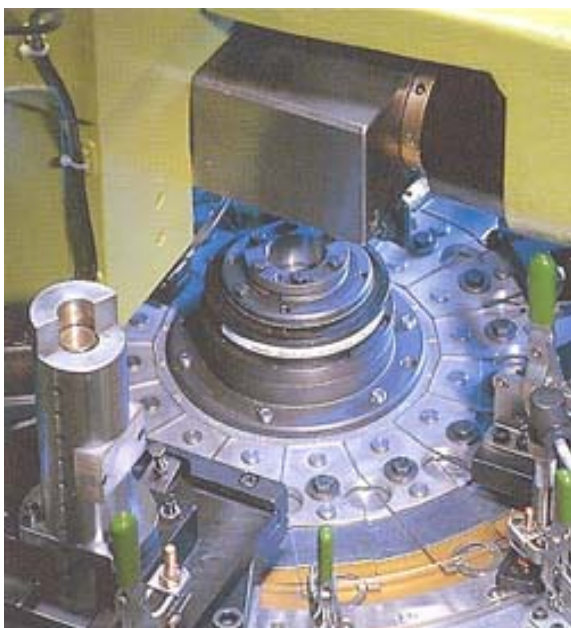


Ilustración 81: Unión y Acuñación de bimetálicas

Cuando se configura la prensa para la unión y acuñación de monedas bimetálicas de forma secuencial, los anillos entran en el disco giratorio de alimentación 180° grados antes del impacto de acuñación y los núcleos 90° antes. El núcleo es insertado en el anillo formando un cospel bicolor y seguidamente son acuñados lo que refuerza su unión.

En la Ilustración 73 vemos una pila de núcleos en la parte izquierda, mientras que el disco giratorio de alimentación transporta anillos en su exterior, que serán unidos un instante antes de la acuñación.



Ilustración 82: Reciclaje en bimetálica

Otro modo de trabajo de la prensa es la separación del anillo y núcleo de monedas bimetálicas para reciclar el metal.

La acuñación múltiple, varios estampados para la misma moneda o medalla, es ideal para relieves marcados y conseguir el brillo de espejo de las monedas Proof, realizándose a una velocidad máxima de 200 piezas por minuto y una mayor presión. Durante la acuñación múltiple de una pieza el sistema de alimentación / retirada de cospeles es desactivado durante el número de acuñaciones previamente programado, generalmente 2 o 3 veces. Cuando acaba la acuñación múltiple de una moneda el sistema de alimentación / retirada de cospeles es reactivado. También en la acuñación de Proofs la prensa se puede configurar en modo de alimentación manual para conseguir una mayor calidad evitando que los cospeles se golpeen. En cuyo caso el acuñador maneja individualmente los cospeles con unos guantes, colocando un cospel Proof entre el par de troqueles y retirando manualmente la moneda después de la acuñación.

12. Procedencia de las Ilustraciones

<u><i>Ilustración 1: Sala de acuñación Madrid, FNMT. 1976 (NODO). Seguramente prensas Taylor & Challen, fabricadas en la Naval.</i></u>	1
Captura NODO - TVE	
<u><i>Ilustración 2 - Objetos pre-monetales ‘Tao’ y ‘Pu’ del segundo milenio a.C.</i></u>	4
Seguramente de un artículo de Crónica Numismática sobre monedas cash. 2002-2005	
<u><i>Ilustración 3 – Moneda cash, siempre de cobre y con un taladro central de forma cuadrada, circuló en Asia.</i></u>	5
<u><i>Ilustración 4 - Estatera de oro Lidia (561-546 a.C.)</i></u>	6
Antiguo web Casa de la Moneda de París - http://www.monnaiedeparis.net/	
<u><i>Ilustración 5 – moneda de Rosas, con Helios y rosa abierta.</i></u>	7
<u><i>Ilustración 6 – Acuñación a Martillo</i></u>	8
<u><i>Ilustración 7 - Molde monovalvo de arcilla, año 100 a.C.</i></u>	9
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<u><i>Ilustración 8 – Recreación de un taller de monedas, acuñación a martillo</i></u>	10
Gozalbes, Manuel y Ripollès, Pere Pau. “La fabricación de la moneda en la Antigüedad”, en <i>Actas XI Congreso Nacional de Numismática</i> , Zaragoza 2002.	
<u><i>Ilustración 9 – Vidriera que muestra la Fabricación en la Edad Media</i></u>	11
<u><i>Ilustración 10 – Piedra de toque</i></u>	12
Cooper, Denis. “Coins and Minting”, 1996	
<u><i>Ilustración 11 - Puntas de Toque</i></u>	12
Cooper, Denis. “Coins and Minting”, 1996	
<u><i>Ilustración 12 – Taller Monetario Medieval.</i></u>	13
<u><i>Ilustración 13 – Troqueles edad Media</i></u>	14
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<u><i>Ilustración 14 - Monedero labrando a martillo una moneda.</i></u>	15
<u><i>Ilustración 15 - Árbol de fundición de monedas Chinas llamadas ‘Cash’</i></u>	16
Seguramente de un artículo de Crónica Numismática sobre monedas cash. 2002-2005	
<u><i>Ilustración 16 – Felús de Marruecos y sus moldes.</i></u>	16

<i>Ilustración 17 - Prensa de Volante o Balancín</i>	18
Del real a la peseta. Diario El País. 2002	
<i>Ilustración 18 - Troqueles de una moneda de Fernando VII de forma rectangular pertenecientes a una prensa volante</i>	18
Del real a la peseta. Diario El País. 2002	
<i>Ilustración 19 – Prensa Volante Droz, Madrid 1897. Seguramente usada para hincar troqueles. Al fondo una prensa automática de vapor.</i>	19
Del real a la peseta. Diario El País. 2002	
<i>Ilustración 20 – Prensa Volante del Siglo XVII usada en Pamplona (Museo de Navarra).</i>	19
<i>Ilustración 21 - Troquel en fora de rodillo y sus improntas marcadas en un papel</i>	20
Artículo de Durán en NVMISMA	
<i>Ilustración 22 – Cuños de rodillo de un Centén. Moneda gigante.</i>	21
Glenn Murray - https://www.facebook.com/ceca.segovia	
<i>Ilustración 23– 100 escudos 1609. Centén más caro de la historia. [El País]</i> http://www.elpais.com/articulo/cultura/moneda/rasco/millon/elpepucul/20091022elpepucul_1/Tes	23
<i>Ilustración 24 – Prensa de Martillo</i>	24
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 25 – Prensa de Caída Libre</i>	24
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 26 – Punzón con el retrato de Fernando VII para crear la matriz</i>	25
Del real a la peseta. Diario El País. 2002	
<i>Ilustración 27 - Grabado procedente del tratado de Juan de Arfe, Quilatador de plata, oro y piedras (1572). En ella se puede observar la presencia de una balanza (parte superior izquierda) y al propio Arfe introduciendo una copela en el horno durante una operación de ensayo.</i>	26
<i>Ilustración 28 – Horno con dos crisoles para fundir metal</i>	27
Enciclopedia Francesa de Diderot	
<i>Ilustración 29 - El primer ingenio laminador (1551)</i>	28
Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia - http://www.segoviamint.org/	
<i>Ilustración 30 – Boceto partes de una Hilera</i>	28
Proyecto Euromint o Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia - http://www.segoviamint.org/	

<i>Ilustración 31 – Prensa Recortadora de cospeles y detalles.</i>	29
Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia - http://www.segoviamint.org/	
<i>Ilustración 32 - Máquina de Castaign o Cerrilla.</i>	29
Del real a la peseta. Diario El País. 2002	
<i>Ilustración 33 – Prensa de Boulton.</i>	31
Cooper, Denis. “Coins and Minting”, 1996	
<i>Ilustración 34 - Prensa Uhlhorn accionada por el vapor.</i>	32
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 35 – Prensa Thonnelier.</i>	33
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 36 – Prensa Taylor, Madrid.</i>	33
Adiós, Peseta. FNMT RCM - http://www.fnmt.es/content/files/peseta.pdf	
<i>Ilustración 37 – Grabador usando maceta y buril.</i>	35
<i>Ilustración 38 – (A) Punta de acero, (B) troquel hincado, (C) troquel mecanizado</i>	36
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 39 - Moldes de yeso, troqueles, herramientas de grabado</i>	36
<i>Ilustración 40 – El metal fundido se vertía en la rielera, con moldes en forma de lingotes</i>	37
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 41 – Laminadora de rieles</i>	38
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 42 – Hornos rotatorios de recocido para cospeles</i>	38
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 43 – Juez de balanza, pesando Bullion</i>	39
Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988	
<i>Ilustración 44 – Grabado de 1865 de la Ceca de Madrid situada en la plaza de Colón</i>	41
<i>Ilustración 45 – Prensas Taylor construidas en la antigua Sociedad de Construcción Naval</i>	41
Durán. “Historia de la Casa de la Moneda y Timbre” en <i>Separata Numisma</i> 1975	
http://www.bencoins.com	68

<i>Ilustración 46 - El grabador artístico Alfonso Morales revisa unos bocetos</i>	43
Adiós, Peseta. FNMT RCM - http://www.fnmt.es/content/files/peseta.pdf	
<i>Ilustración 47 – Maqueta</i>	44
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 48 - Creando el plástico por vaciado vertiendo resina de epoxi.</i>	44
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 49 – Plástico siendo trazado en el pantógrafo</i>	44
Aledón, Jose M ^a . “La Peseta Catálogo Básico”, 1997	
<i>Ilustración 50 - La herramienta de corte o fresa, tallando el punzón de máquina</i>	45
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 51 – Hincado en la prensa Hidráulica</i>	45
Aledón, Jose M ^a . “La Peseta Catálogo Básico”, 1997	
<i>Ilustración 52 - Punta de acero usada para obtener por hincado: la matriz, el punzón de hincar troqueles o los troqueles finales.</i>	45
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 53 – Un grabador afina los perfiles de un punzón</i>	46
Aledón, Jose M ^a . “La Peseta Catálogo Básico”, 1997	
<i>Ilustración 54 – Pulido de Troqueles con pasta de diamante</i>	46
Aledón, Jose M ^a . “La Peseta Catálogo Básico”, 1997	
<i>Ilustración 55 – Troqueles de una moneda de 2000 pesetas</i>	46
<i>Ilustración 56 – Molde siendo digitalizado a un ordenador en la ceca de Berlín</i>	47
Captura de un video en alemán sobre la fabricación de una moneda de 2€	
<i>Ilustración 57 – Tórculo que convierte los discos en cospeles.</i>	48
Antiguo Web Casa de la Moneda de México - http://www.cmm.gob.mx/	
<i>Ilustración 58 – Pulido de los cospeles mediante minúsculas bolas de acero.</i>	49
Antiguo Web Casa de la Moneda de México - http://www.cmm.gob.mx/	
<i>Ilustración 59 – Etapas en la fabricación de los cospeles</i>	50
Antigua web de la Royal Australian Mint - http://www.ramint.gov.au	
<i>Ilustración 60 – Modernas máquinas de acuñar de la FNMT</i>	51
Adiós, Peseta. FNMT RCM - http://www.fnmt.es/content/files/peseta.pdf	
<i>Ilustración 61 – Control de Calidad</i>	51
Adiós, Peseta. FNMT RCM - http://www.fnmt.es/content/files/peseta.pdf	

<i>Ilustración 62 – Control de Calidad. Proyector de Perfiles que sirve para revisar el estado y desgaste del troquel a partir de una moneda recién acuñada tomada como muestra</i>	52
Aledón, Jose M ^a . “La Peseta Catálogo Básico”, 1997	
<i>Ilustración 63 - Virola o troquel de canto</i>	53
<i>Ilustración 64 – La acuñación</i>	54
Antigua web de la Royal Australian Mint - http://www.ramint.gov.au	
<i>Ilustración 65- Instalación de los troqueles en el útil que se monta en el prensa</i>	54
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 66 - Grabadores FNMT. (De izda. A dcha.) Begoña Castellanos, Esther González, Luis Antonio García Ruiz (grabador jefe), Luis José Díaz y Garcilaso Rollán.</i>	55
Revista Crónica Numismática, N° 162, septiembre 2004	
<i>Ilustración 67 - Moneda Proof ‘Olimpiadas de Barcelona’</i>	56
<i>Ilustración 68 – El Pantógrafo hace una copia reducida</i>	57
Margolis y Weinberg , “The Error Coin Encyclopedia 3rd Edition”, 2000	
<i>Ilustración 69 - La medalla es colocada manualmente entre los troqueles en una prensa especial que acuña a gran presión.</i>	58
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 70 - Por efecto de la acuñación sin virola la medalla se expande y se lima su canto en un torno.</i>	58
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 71 - La medalla es recocida para facilitar una nueva acuñación</i>	58
USA Mint, Virtual tour - http://www.usmint.gov/mint_tours/?action=vtShell	
<i>Ilustración 72: Fresa del pantógrafo.</i>	59
D. Hugo Ramírez Robles – Pantografista de la casa nacional de moneda de Lima	
<i>Ilustración 73: Interior de una máquina acuñadora</i>	62
Schuler Presses Brochure: 'Equipment for Mintint Technology'	
<i>Ilustración 74: Panel de control.</i>	62
Schuler Presses Brochure: 'Equipment for Mintint Technology'	
<i>Ilustración 75: Disco giratorio de alimentación con alveolos para los cospeles</i>	62
GRABENER High Speed Coin Embossing Press - http://www.jeryong.co.kr/Prod-Import/grabcoin01.htm	
<i>Ilustración 76: Virola segmentada de 3 piezas con leyendas incusas</i>	63
GRAEBENER-Medal-Press-GMP_Catalogue.PDF	
http://www.bencoins.com	70

<i>Ilustración 77: A) Cospel espera la acuñación</i>	64
Margolis y Weinberg , “The Error Coin Encyclopedia 3rd Edition”, 2000	
<i>Ilustración 78: B) Acuñación</i>	64
Margolis y Weinberg , “The Error Coin Encyclopedia 3rd Edition”, 2000	
<i>Ilustración 79: C) Retirada de la moneda</i>	64
Margolis y Weinberg , “The Error Coin Encyclopedia 3rd Edition”, 2000	
<i>Ilustración 80: Creación del anillo de bimetálicas</i>	64
GRABENER High Speed Coin Embossing Press - http://www.jeryong.co.kr/Prod-Import/grabcoin01.htm	
<i>Ilustración 81: Unión y Acuñación de bimetálicas</i>	65
<i>Ilustración 82: Reciclaje en bimetálica</i>	65
GRABENER High Speed Coin Embossing Press - http://www.jeryong.co.kr/Prod-Import/grabcoin01.htm	

13. Glosario y términos en inglés

Amonedar.-	Reducir a estado monetal cualquier metal.
Abridor.-	Artífice encargado de la fabricación de troqueles o cuños. Denominase igualmente grabador.
Acordonar.-	Imprimir el adorno o leyenda en el canto de la moneda, para impedir su cercenamiento. Surge gracias a la invención de la máquina de Castaign, llamada cerrilla.
Acuñar.- (Strike)	De cuño, imprimir y sellar una pieza de metal por medio de cuño o troquel. Convertir el cospel en monedas, medallas o tokens. Facultad del Estado para fabricar monedas. También llamado amonedar.
Acuñador.- (Coiner)	Operario de la ceca que maneja la prensa monetaria. En la antigüedad era el esclavo que batía el metal a martillo.
Aleación.- (Alloy)	Moneda cuyo contenido está formado por varios metales, que se mezclan o alean fundidos. Hay razones por las que no usar un metal puro y este se liga con otros. Por ejemplo el oro es muy blando y debe mezclarse con otro metal que le de dureza. Otras veces el ahorro en los costes de producción da lugar a una aleación determinada. Las aleaciones se practican desde la antigüedad. También llamada liga.
Batir.-	Acción de martillar el troquel hasta que la pieza de metal entre los troqueles se convierta en moneda o medalla. Acuñar moneda.

Blanquimiento.-	Tratamiento químico con ácidos para blanquear el metal oscurecido de los rieles o cospeles después de su paso por el horno de recocido, al que se dio el nombre de blanquición o blanquimiento.
Braceaje.- (Seignorage)	Los metales en bruto llegaban a las cecas por mercaderes desde Sevilla o aportado por particulares ejerciendo su <i>derecho de monedaje</i> , por el cual se les convertía el metal en monedas de curso legal. Había una diferencia entre el peso del metal inicialmente entregado y el de las piezas acuñadas finalmente recibidas, que se correspondía con los gastos de transformación o braceaje y el beneficio de la Corona o <i>señoreaje</i> .
Bruñidor.-	Herramienta que saca lustre (pule) el metal de los punzones y matrices.
Bullion.-	Metales preciosos como la plata, el oro, el platino y el paladio, ya sea en forma de lingotes o monedas.
Buril.- (Burin)	Instrumento puntiagudo de acero usado desde la más remota antigüedad. Herramienta de grabado de los punzones y troqueles, se utiliza solo o con la ayuda de la maceta.
Cameo (inglés)	Contraste de las monedas Proof entre los diseños helados/lechosos y el fondo/plano con brillo espejo.
Campo (Fields)	Zona lisa de la superficie de las caras de la moneda que carece de relieve.
Ceca.- (Mint)	Del hispanoárabe <i>sekka</i> , abreviación de <i>dár as sékka</i> , Casa de la Moneda donde se fabrican las monedas.
Cercenar.- (Clipping)	Sustraer metal, recortando una moneda, ya sea con una tijera de cortar metal, u otras herramientas, defraudando así al estado. Llegó a estar castigado con la pena de muerte a lo largo de la historia.
Chorro de Arena.- (Sandblasting)	Un proceso aplicado a la superficie de los troqueles Proof. Usa arena de zirconio como un abrasivo que es aplicado con un chorro de aire a gran presión. Con esta técnica de chorro de arena se consiguen los motivos mate de las monedas Proof.
Cizalla.- (Scisel)	Los residuos de metal en la obtención de cospeles que volverán a ser fundidos. También las tijeras grandes para cortar los cospeles de las tiras de metal.
Copela.-	Vaso hecho de cenizas de cuernos o huesos, destinado a la fundición del oro y plata para su purificación, con la finalidad de determinar su ley o finura. La copela no era reusable.
Cospel .- (planchet/flan)	El disco de metal antes de recibir la impronta de los troqueles. Tendrá la aleación y peso de la moneda final. Palabra procedente del verbo latino "scuipere". También llamado flan o tejo.

Cordoncillo.-	Dibujo o leyenda estampado en el canto de las monedas para que no las falsifiquen fácilmente ni las cercenen. Fue introducido en las monedas hispanoamericanas por Felipe V según la Real Orden del 9 de junio de 1728.
Crisol.-	Recipiente en forma de vaso fabricado con arcilla o grafito u otro material refractario, utilizado para fundir metales. Parte inferior de un horno de fundición, en la que se acumula el metal fundido.
Cuño.- (Die)	Véase Troquel.
Dineral.-	Juego de pesas que se utilizaban para comprobar y garantizar el peso exacto de los cospeles y monedas. También se denomina ponderal o peso dineral.
Disco.- (Blank)	Disco metálico sin labiado o listel, de la aleación y peso de la moneda a acuñar después del corte de la plancha metálica.
Dispositivos.- (Devices)	Elementos de diseño en relieve que figuran en las caras de la moneda.
Ensayador.- (Assayer)	Persona de la Ceca encargada de analizar los metales y asegurar la ley correcta de los metales preciosos en los rieles, cospeles y monedas. Las iniciales del ensayador aparecen en las monedas españolas a partir de 1497 como marca de garantía.
Forrada.- (Fouree)	Moneda de cobre o metal ordinario y que recibió un baño de plata u oro para dar la sensación de estar hecha de este último metal.
Galvanoplastia.-	Usada para recubrir con cobre cospeles de acero, zinc, etc. El método empleado es el de la electrólisis. En la galvanoplastia del cobre, los cospeles y una lámina de cobre puro se introducen en una solución acuosa. Se hace pasar corriente eléctrica entre la lámina, que constituye el ánodo o electrodo positivo, y los cospeles, que forman el cátodo o electrodo negativo. El cobre se separa del ánodo y se deposita, puro, sobre el cátodo, que queda recubierto.
Grabador.- (Engraver / Die Sinker)	También llamado abridor. Persona que en la antigüedad grababa a mano con un buril la totalidad del relieve en hueco de los troqueles. En la actualidad es el encargado de retocar los punzones y la matriz, afinando los detalles de los diseños. Véase Modelado.
Hilera.- (Drawbench)	Maquina utilizada para estirar y adelgazar las tiras de metal al grosor de la moneda que se debía de fabricar.


Imagen Latente.-	Es un nuevo sistema de seguridad en las monedas, similar a los hologramas. Siendo patentado por la FNMT y empleado por primera vez en la moneda de 500 Pesetas de 1993, consistente en grabar en un círculo la ceca y la fecha, y según la posición de la moneda se puede leer alternativamente la ceca "M" ó la fecha. Inventado por D. Luis José Díaz y D. Julián Zamorano, grabadores artísticos de la FNMT.
Juez de balanza.-	Oficial de la ceca, encargado de pesar los metales antes y después de la amonedación. Además de afinar las balanzas y pesos para obtener los resultados más exactos. También llamado balanzario .
Labrar.-	En moneda, acuñar.
Ley.- (Fineness)	Del latín <i>lex</i> . Proporción de oro o plata de la aleación de la moneda. En la actualidad se mide en milésimas. También llamada contraste o finura .
Listel.- (Rim)	Es la prolongación saliente del canto de la moneda, hallándose más elevada que los motivos de esta. Tiene como principal finalidad, proteger contra el desgaste el diseño de ambas caras, así como la de facilitar el apilamiento de las monedas. Las monedas antiguas carecían de listel, por lo que al ponerlas en circulación, el desgaste era prematuro.
Maceta.-	Pequeño martillo de acero con mango de madera utilizado para tallar a buril matrices, punzones y troqueles.
Macuquina.- (Cob)	Moneda acuñada a martillo en la América española sobre cospel de forma irregular, mal recortado, y con sus improntas mal grabadas. Opuesto a redondo (Royal), que era una moneda acuñada a martillo pero con especial esmero.
Marca.-	Inscripciones, generalmente en forma de símbolos o iniciales de un nombre, en las monedas o medallas, y que pueden representar según sea, el valor, la ceca, ensayador, juez de balanza y grabador.
Marca de Ceca.- (Mint Mark)	Marca o inscripción de la casa que acuña la moneda. La marca de la Ceca de Madrid (FNMT) actualmente se representa con una M coronada.
Matriz.- (Master Die)	Del latín <i>matrix-icis</i> . Herramienta de acero que contiene el grabado en hueco de la moneda o medalla y del que se obtienen por hincado los punzones de hincar troqueles y a partir de ellos los troqueles.
Modelado.-	Trabajo realizado por un artista-grabador, en el que plasma el diseño en un boceto en papel, que se pasa a un modelo de plastilina/arcilla o yeso que se retoca con herramientas y finalmente por vaciado se obtiene el plástico de epoxi que será montado en el pantógrafo o digitalizado y copiado a un torno CNC que tallará el punzón de máquina o matriz. El modelador quizás retoque la matriz o punzón de máquina por lo que se convertiría también en grabador además de modelador de la moneda.

Módulo	Diámetro de la moneda.
Molde.- (Galvano)	Molde o modelo en resina de epoxi con el diseño de la moneda a utilizarse por el pantógrafo, de tamaño 5 o 6 veces el de la moneda y así crear una copia de este en una pieza de acero del tamaño final de la moneda llamada punzón de máquina.
Moldura.-	La moldura es un grabado hueco en el troquel que acuña el listel de la moneda.
Oro Nórdico.-	Aleación de las monedas de 10, 20 y 50 céntimos de Euro, compuestas por un 89% de cobre, 5% de aluminio, 5% de zinc y 1% de estaño.
Pantógrafo.- (Pantograph)	Máquina que reduce y copia el diseño del molde de epoxi, 4 a 6 veces mayor que el tamaño de la moneda a acuñar, tallando una réplica llamada punzón de máquina de tamaño igual al de la moneda a acuñar.
Prensa Monetaria.- (Coin Press)	Maquinaria usada para acuñar moneda. Ejemplos son la prensa volante accionada por la fuerza humana, inventada en el siglo XVI y que a principios del siglo XIX fue sustituida por una prensa que funcionaba mediante vapor con mecanismo knuckle-joint inventada por Uhlhorn que fue el origen de las modernas prensas actuales capaces de acuñar hasta 700 monedas por minuto.
Proof o Acuñación Especial.-	Moneda acuñada especialmente para coleccionistas que se distingue por su relieve más marcado y por su brillo de espejo de su plano y, a veces, el mate lechoso de sus motivos. Las monedas Proof son acuñadas varias veces por la máquina a menor velocidad y más presión que las monedas comunes. Para su acuñación se usan troqueles especialmente pulidos y cospeles preparados. Suelen ser monedas de colección, no circulantes, de plata u oro en las que se esmera al máximo la fabricación.
Prooflike.	Calidad de fabricación inferior a la Proof. Los cospeles y troqueles deben ser pulidos a brillo de espejo, aunque algunas imperfecciones son aceptables. La colocación del cospel no tiene que ser manual. La prensa puede acuñar entre 500-1000 monedas hasta que los troqueles son reciclados, volviéndose a pulir.
Pulido del Cospel.-	Operación que permite abrillantar o pulir la superficie del cospel para eliminar las oxidaciones de la etapa de recocido.
Pulido de Troquel.- (Die Polish)	Operación que permite abrillantar o pulir el campo o zonas sin relieve del troquel, para conseguir el plano uniforme en el campo de la cara de la moneda.
Punzón de hincar troqueles.- (Working Hub)	Herramienta de acero con el grabado de una cara de la moneda en relieve (positivo), proveniente de la matriz después del hincado.
Punzón de máquina.- (Master Hub)	Herramienta de acero con grabado de una cara de la moneda en relieve positivo, proveniente del pantógrafo.

Rebaba.-	Porción de materia sobrante que sobresale irregularmente en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera, como un troquel, cospel, moneda, etc.
Recocido.- (Annealing)	Acción de ablandar el metal por medio de un tratamiento térmico que consiste en calentar el metal a temperaturas de 700-800 grados y dejarlo enfriar lentamente.
Riel.- (Metal Strip)	Tira metálica con la aleación de la moneda a acuñar de la que se obtienen los cospeles.
Rielera.-	Molde de hierro donde se vierte el metal colado para reducirlo a barras o rieles.
Templar.- (Quench)	Acción de endurecer el metal por medio de un tratamiento térmico que consiste en calentar el metal a altas temperaturas y enfriarlo de forma súbita al introducirlo en un líquido frío, como puede ser el aceite.
Tesorero.-	En España, en el último tercio del siglo XIV surge la figura del tesorero y el maestro de moneda perdería su rango de máximo encargado de la ceca. La labor del Tesorero consistía en la captación y recepción de materias primas y se encargaba de todo el aspecto financiero y administrativo.
Tolerancia.-	Actualmente la desviación máxima admitida en el peso de una moneda según indica la ley de emisión. Actualmente suele ser de un 1%. En las Cecas las monedas son contadas y empaquetadas y después se pesan, no comprobando el peso de cada moneda. Cuando existía el juez de balanza se pesaban un determinado número de cospeles para ver si la partida era aceptada o rechazada.
Toque.-	Piedra usada para el ensayo de ley del oro y plata y operación con que se determina la misma.
Tórculo (Upsetting Mill)	Máquina que crea el listel en el disco. Se trata de una batería giratoria que consta de un conducto, el cospel entra por el conducto que se va estrechando sucesivamente y levantando el canto a lo largo del perímetro de la moneda.
Troquel.- (Die)	Pieza de acero endurecido en el que se han grabado en hueco todos los elementos del diseño de una de las caras de la moneda y que al golpear el cospel a una cierta presión estampa el diseño en la moneda.
Virola o Troquel de Canto.- (Die Collar)	Herramienta de acero, con forma de anillo o collar, situada en la prensa de acuñar entre ambos troqueles que limita la expansión del cospel por efecto de la acuñación. Hace que las monedas sean completamente redondas. La virola también puede llevar diseños o leyendas en relieve hacia dentro y acuñarlas en positivo en el canto o acuñar las estrías del canto.

14. Material consultado

14.1. Libros PDF en descarga gratuita

	<p>http://www.ucm.es/centros/cont/descargas/documento11392.pdf</p> <p>FERIA, Rafael. “La Industrialización de la producción monetaria en España, 1700 – 1868”.</p>
---	---

14.2. Libros

- Aledón, Jose M^a. “La Peseta Catálogo Básico”, 1997
- Amaya, Carlos. “Errar es de numismáticos”, 2004
- Beltrán, Antonio. “La Moneda, una Introducción al Estudio de la Numismática”, 1983
- Cooper, Denis. “The Art and Craft of Coin Making. A History of Minting Technology”, 1988
- Cooper, Denis. “Coins and Minting”, 1996
- Durán. “Historia de la Casa de la Moneda y Timbre” en *Separata Numisma* 1975
- Egea Isern, Joan. *Crónica Numismática, n° 144*
- Gozalbes, Manuel y Ripollès, Pere Pau. “La fabricación de la moneda en la Antigüedad”, en *Actas XI Congreso Nacional de Numismática*, Zaragoza 2002.
- Herbert, Alan. “The Official Price Guide to Minting Errors 6th Edition”, 2002
- Margolis y Weinberg , “The Error Coin Encyclopedia 3rd Edition”, 2000
- Margolis y Weinberg , “The Error Coin Encyclopedia 4th Edition”, 2004
- Murray, Glenn. “Problemas técnicos en la acuñación durante la edad moderna”, en *Actas XI Congreso Nacional de Numismática*, Zaragoza 2002.
- Murray, Glenn. "Segovia y la moneda. Historia de la acuñación de moneda en Segovia desde 30 a.C. hasta 1868". Segovia 2002.
Descargable en Facebook: [Ceca Segovia]

- Murray, Glenn. “La mecanización de las cecas españolas: desde Segovia (1585) hasta Potosí (1767)”.
- Thompson, Walter. “How United States Coins Are Made”, 1969
- Torres, Julio. “La fabricación de la moneda en la Edad Media”, en *Actas XI Congreso Nacional de Numismática*, Zaragoza 2002.

14.3. Sitios Web

- Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia - <http://www.segoviamint.org/>
Perfil Facebook: [Ceca Segovia]
- Ceca Segovia en Facebook - <https://www.facebook.com/ceca.segovia>
- Euromint - <http://www.euromint.net> (desaparecida)
- USA Mint Tour -
http://www.usmint.gov/mint_tours/index.cfm?flash=yes&action=vtShell
- FNMT RCM – <http://www.fnmt.es>
- Royal Australian Mint - <http://www.ramint.gov.au>
- Casa de la Moneda de París - <http://www.monnaiedeparis.net/> (desaparecida)
- El País, artículo: ‘Innovación industrial y tecnológica en la fabricación de los euros españoles’ – Malen Ruiz Elvira.
<http://www.elpais.es/suplementos/futuro/20010704/innovacion.html>
- Glosario Numismático de Enrique Rubio Santos - <http://www.numisma.org>
- Eugenio Gómez Sánchez, Director del Departamento de Moneda FNMT-RCM
<http://www.numismaticodigital.com/noticia/8279/>
- Tomás Francisco Prieto, grabador y coleccionista
http://www.panoramanumismatico.com/articulos/tomas_francisco_prieto_grabador_y_coleccionista_id00442.html
- How do we strike coins today?
<http://www.fleur-de-coin.com/articles/coin-striking>

15. Videos

RTVE	http://www.bencoins.com/videos-rtve.html
BenCoins	http://www.bencoins.com/videos-Bencoins.html
Australia	http://www.bencoins.com/videos-Australia.html
Canada	http://www.bencoins.com/videos-Canada.html
Italia	http://www.bencoins.com/videos-Italia.html
Mexico	http://www.bencoins.com/videos-Mexico.html
Portugal	http://www.bencoins.com/videos-Portugal.html
Royal Mint	http://www.bencoins.com/videos-Royal_Mint.html
US_Mint	http://www.bencoins.com/videos-US_Mint.html
Medallas	http://www.bencoins.com/videos-Medallas.html

16. Agradecimientos

- **Asociación Amigos de la Casa de la Moneda de Segovia**
<http://www.segoviamint.org/> . Facebook: "Ceca Segovia" + **Glenn Murray**.
- **D. Luis Antonio García** – Grabador Jefe de la FNMT – RCM
- **D. Alfonso Morales Muñoz** – Artista / grabador de la FNMT – RCM
- **D. Hugo Ramírez Robles** – Pantografista de la casa nacional de moneda de Lima
- **D. Enrique Rubio Santos** – Numismático, vocal de la ANE
<http://www.numisma.org/>